

Günter Spur

Einleitung

Die Erarbeitung von Konzepten zum Erhalt der Wettbewerbsstärken der Industrie im Hinblick auf Innovationsfähigkeit und Produktivität ist ein aktuelles Leitthema wirtschaftspolitischer Diskussion. Es besteht ein breiter Konsens, daß es für die Sicherung der Wirtschaft wie auch des sozialen Wohlstands mehr denn je geboten ist, durch Entwicklung und Nutzung technologischer und organisatorischer Potentiale der industriellen Produktion eine internationale Wettbewerbsführerschaft anzustreben und durch binnenwirtschaftliche Wachstumseffekte eine Beschäftigungssicherung in Produktion und Dienstleistung zu erzielen.

Aus historischer Perspektive kann gezeigt werden, daß sich der Prozeß der betrieblichen Leistungserstellung bis zur Gegenwart im Rahmen gewachsener Industriestrukturen entwickelt hat. Der Wandel der industriellen Produktion wird durch den technologischen und wirtschaftlichen Fortschritt unserer Industriegesellschaft bestimmt. Er ist jedoch auch wesentlich beeinflusst von der Veränderung sozialer, kultureller, politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen. Das Profil unserer Industriegesellschaft kann sich dem dynamischen Wandel weltweiter ökologischer, sozialer und kultureller Existenzbedingungen nicht entziehen.

Die Analyse industrieller Produktion muß heute mehr als die Analyse von Fabriken umfassen. In der Weiterentwicklung von Produktionssystemen ist die Chance enthalten, Strukturen zu realisieren, die zu einer Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen und die darüber hinaus den Forderungen nach einer sozial-, umwelt- und humanverträglichen Industrieproduktion gerecht werden.

Das im Zeitraum von 1994 bis Mitte 1997 an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften bearbeitete Projekt "Optionen zukünftiger industrieller Produktionssysteme" führt Wissenschaftler der Produktionswissenschaft, der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, der Wirtschaftshistorik sowie der verfahrenstechnischen und elektrotechnischen Ingenieurwissenschaften themenspezifisch zusammen

sammen und stellt Forschungsergebnisse aus Hochschulen und Industrie in einen Zusammenhang.

Ziel des Projektes ist es, sich abzeichnende Entwicklungspfade industrieller Produktionssysteme unter dem Einfluß neuer Technologien und Organisationsformen im Hinblick auf Chancen künftiger Beschäftigung im industriellen Sektor darzustellen. Durch eigene Technologiepotentialanalysen und empirische Untersuchungen sowie durch vorliegende Analysen und Prognosen sozio-technischer Forschungsarbeiten soll ein Beitrag zur Ableitung möglicher Handlungsorientierungen für Entscheidungsträger in Unternehmen und Politik, insbesondere der Wirtschafts- und Technologiepolitik, geleistet werden.

Das Arbeitsgruppenprojekt weist daher neben einer technologischen auch eine unternehmensbezogene und darüber hinaus eine volkswirtschaftliche Dimension auf. Korrespondierend hierzu gliedert sich das Projekt in wechselnde Schwerpunktvorhaben, die durch ausgewählte Querschnittsthemen und unter Hinzuziehung externer Experten ergänzt werden. Damit angesprochen sind Fragestellungen zu technischen Entwicklungslinien und Branchenperspektiven genauso wie zu Aspekten des Innovationsmanagements und der Innovationspolitik.

In einzelwirtschaftlicher Perspektive soll unter dem Begriff "Produktionssystem" die Gesamtheit der Teilbereiche verstanden werden, die am Leistungserstellungsprozeß beteiligt sind. In ihren Ausprägungen reicht das Spektrum industrieller Produktionssysteme damit von einzelnen Mensch-Maschine-Systemen über arbeitsteilige Fabriken bis hin zu grenzüberschreitenden, organisatorisch zusammenhängenden Produktionsverbänden (Abb. 1).

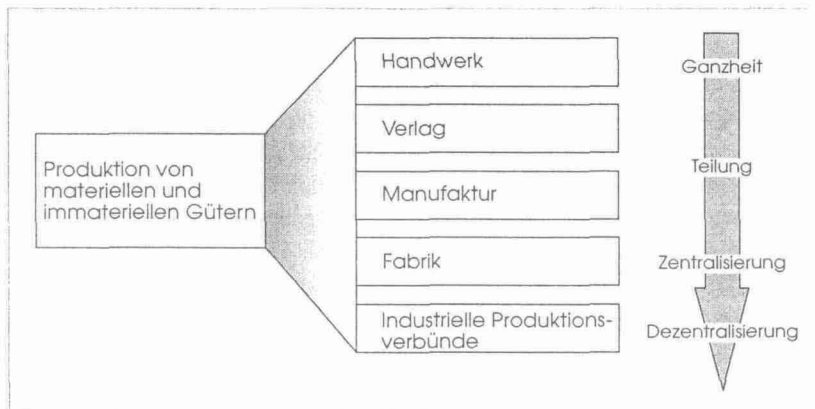


Abb. 1

Ausprägungen industrieller Produktionssysteme

Diese begriffliche Setzung soll dazu beitragen, sich von der Vorstellung eines Produktionsunternehmens als "Fabrik" im Sinne einer rechtlich selbständigen, örtlich zentralisierten, produzierenden betrieblichen Einheit mit eigenen Verwaltungs- und Entwicklungskapazitäten zu lösen und einen vereinfachten Zugang zu künftig vorstellbaren, auch unkonventionellen Entwicklungsmodellen zu ermöglichen. Als Produktionssystem soll im Rahmen dieses Projekts daher auch die gesamtwirtschaftliche Verflechtung von Leistungserzeugung und Leistungsverwendung verstanden werden. Industrielle Produktion ist als Gesamtkomplex Gegenstand vielfältiger Analysen. Im Spektrum umfaßt dies im wesentlichen kennzifferorientierte ökonomische Untersuchungen zur Entwicklung von Wirtschaftlichkeit, Struktur und Verflechtung des industriellen Sektors, weiterhin mikroökonomische, betriebswirtschaftliche bildungswissenschaftliche und industriesoziologische Analysen zu Entwicklung und Zusammenwirken von Produktionsfaktoren, also Arbeit, Produktionsmittel und Information (Abb. 2).

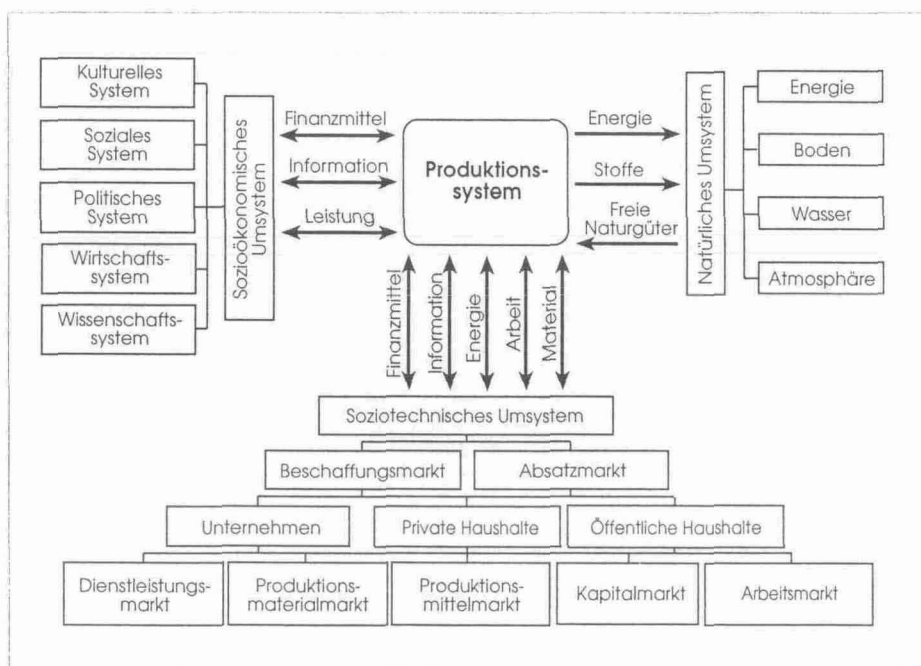


Abb. 2

UmSystem industrieller Produktionssysteme

Grundsätzlich besteht bei der Untersuchung von Gestaltungsoptionen industrieller Produktionssysteme die Schwierigkeit, die komplexen Zusammenhänge zwischen Mensch, Gesellschaft, Technik, Wirtschaft und Natur wissenschaftlich adäquat zu beschreiben, also eine einheitliche Sprache und Begrifflichkeit zu finden, die dem Gesamtkomplex gerecht wird. Meist dominieren die Sichtweisen sowie Lösungsansätze einer einzelnen Wissenschaftsdisziplin. Eine integrierende Interdisziplinarität ist jedoch gefordert, d. h. der Versuch einer tragfähigen Synthese.

Es ist daher angezeigt, die Erforschung und Weiterentwicklung von Fragestellungen zur Entwicklung von Produktionssystemen nicht einer einzelwissenschaftlichen Betrachtungsweise zu unterwerfen, sondern am Sachverstand einer multidisziplinär zusammengesetzten Arbeitsgruppe zu spiegeln. Diese Arbeitsweise kann darüber hinaus dazu beitragen, bestehende Forschungsparadigmen aufzubrechen und Synergieeffekte verschiedener methodischer Ansätze für fachspezifische Forschungsfragen zu nutzen (Abb 3).

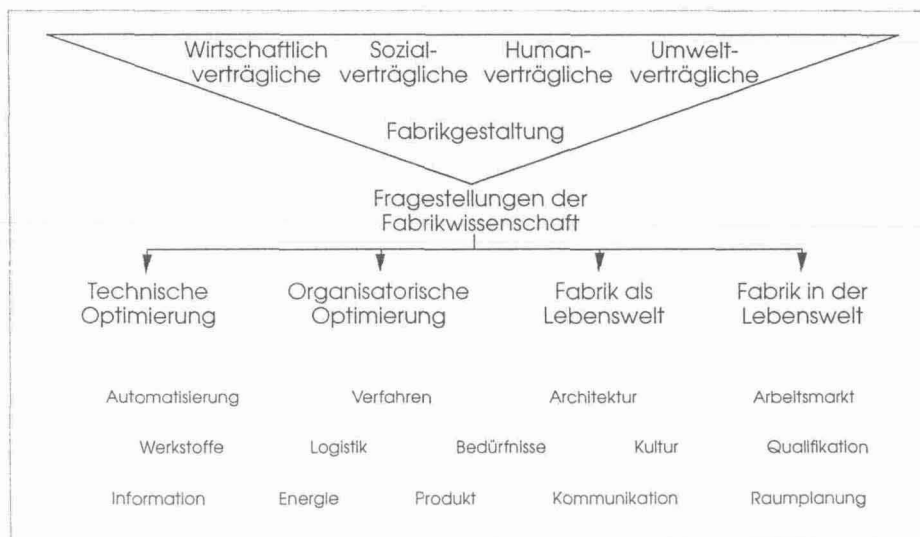


Abb. 3

Fabrikbezogene Fragestellungen des Projekts

Der skizzierte Ansatz korrespondiert mit der Vorstellung eines umfassenden Innovationsbegriffs, unter dem technologische Veränderungen vorhandener Güter, verbesserte Produktionsprozesse, aber auch die Erschließung neuer Märkte oder neuer

Hilfsquellen, veränderte Arbeits- und Unternehmensorganisationen, Reorganisationen der Beziehungen zwischen Individuum, Unternehmen und Staat - kurz, jedes "Andersmachen" im Gesamtbereich der Gesellschaft verstanden werden kann.

Fragestellungen zur weiteren Entwicklung der industriellen Produktion stehen in einer langen Tradition wissenschaftlicher Erkenntnis. Es existiert eine Vielzahl verschiedener Forschungsvorhaben. Zu nennen sind auf nationaler Ebene die Programme im Wirkungsbereich des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), die Sonderforschungsbereiche der DFG, die Ergebnisse unterschiedlicher wirtschaftsnaher Strategiekreise sowie Einzelauffassungen zu Perspektiven der künftigen Produktionssystementwicklung. Mit internationalem Bezug sind Initiativen des Council of Academies of Engineering and Technological Sciences (CAETS) und des European Council of Applied Sciences and Engineering (EuroCASE), die Vorhaben der EU sowie Konzepte internationaler Verbände zu nennen.

Die Projektgruppe stützt sich vor diesem Hintergrund sowohl auf vorliegende Analysen und Prognosen zur technischen und arbeitsmarktpolitischen Entwicklung sowie zu Qualifizierungsaspekten und zur Veränderung der Arbeitsorganisation, als auch auf eigene Fallstudien. Zur Erarbeitung möglicher zukünftiger Entwicklungsperspektiven verfolgt die Arbeitsgruppe eine mehrstufige Vorgehensweise. Die Frage, welche Faktoren das Erscheinungsbild, vielleicht aber auch grundsätzliche Strukturen der industriellen Produktion und Arbeitsteilung verändern können, soll aus mehreren Perspektiven beantwortet werden. In der ersten Phase des Projekts standen zunächst technologische Themenbereiche und Fragestellungen im Vordergrund, insbesondere die Bereiche Produktions- und Umwelttechnik, Energietechnik, Mikroelektronik sowie Innovationsförderung und Technologietransfer.

Korrespondierend zu dem oben erläuterten Begriff des industriellen Produktionssystems betrachtet das Projekt sowohl Tendenzen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene, als auch Entwicklungen auf der Ebene der Einzelunternehmung. Historische Analysen sowie Szenarien für den Produktionsstandort Deutschland bilden eine alle Teilbereiche übergreifende Querschnittsaufgabe.

Auf der Basis dieser Arbeiten und des Diskussionsprozesses in der Arbeitsgruppe wurden Querschnittsthemen definiert, die die technologischen und organisatorischen Entwicklungen industrieller Produktionssysteme in einen gesellschaftlichen Gesamtzusammenhang stellen. Diese Querschnittsthemen sind in ihrem Kern darauf ausgerichtet, aktuelle Erkenntnisse aus dem Bereich der Innovations-, Arbeitsmarkt- und Gesellschaftsforschung, auch mit ihren wechselseitigen Abhängigkeiten, aufzunehmen und zu einer Entscheidungsgrundlage zu verdichten.

Historisch läßt sich in verschiedenen Volkswirtschaften ein wiederholtes Aufkommen und Niedergehen von strukturbestimmenden Leitindustrien feststellen. Auch gegenwärtig zeichnet sich ab, daß sich die Leitindustrien Deutschlands, zu nennen

sind der Maschinen- und Fahrzeugbau sowie die Schwerindustrie, im Prozeß einer Umorientierung befinden. Als Basis für eine Ableitung von Gestaltungsoptionen zukünftiger industrieller Produktionssysteme wäre somit aufzuzeigen, welche Impulse von Leitindustrien in ausgewählten Volkswirtschaften, insbesondere auch in den USA, ausgehen. Als historische und gegenwärtige Entwicklungsmuster in bezug auf das Wirtschafts- und Arbeitssystem sind vor allem folgende Aspekte zu erkennen:

- Langfristig wird sich eine Gewichtsverlagerung zwischen Industriesektor und Dienstleistungssektor einstellen, mit Wirkungen auf die Beziehungen und die Arbeitsteilung zwischen den Wirtschaftseinheiten und auf das Arbeitssystem. Es stellt sich die Frage, inwieweit der tertiäre Sektor, insbesondere auch unter Berücksichtigung des dienstleistungsorientierten Strukturwandels der Industrie, eine tragende Beschäftigungswirkung übernehmen kann. In diesem Zusammenhang soll auch der Frage nachgegangen werden, welchen Erklärungsgehalt Vorstellungen einer "Informationsgesellschaft" bzw. einer "postindustriellen Gesellschaft" haben.
- Es wird häufig von einer "technik- oder innovationsfeindlichen" Einstellung der Gesellschaft gesprochen, mit entsprechenden Wirkungen auf politische und wirtschaftliche Entscheidungsprozesse. Zu untersuchen ist, ob diese Aussage zutrifft oder differenziert werden muß und welche Unterschiede sich zwischen verschiedenen Volkswirtschaften feststellen lassen. Zu fragen ist weiterhin, welche Ansatzmöglichkeiten es gibt, die "technische Kultur einer Industriegesellschaft" zu bestimmen und im Hinblick auf Optionen industrieller Produktionssysteme zu beeinflussen.
- Aus der Innovationsforschung ist bekannt, daß sich technische Entwicklungen über anerkannte technisch-wirtschaftliche Leitbilder beeinflussen lassen. Zu untersuchen ist, welche Leitbilder in der Vergangenheit gewirkt haben und welche Vorstellungen als Leitbilder für eine künftige industrielle Welt dienen könnten. Als schlaglichtartige Beispiele lassen sich anführen: Innovation, Umwelt, Mobilität, Information und Dienstleistung.
- Eine Tendenz zur Globalisierung von Produktion und Märkten ist offensichtlich und wird von Unternehmen als Strategie in unterschiedlichem Maße erkannt. Zu untersuchen ist, welche Formen der wirtschaftsbezogenen Globalisierung festzustellen sind, welche Schwerpunkte der weiteren Entwicklung sich organisatorisch und hinsichtlich der technischen Voraussetzungen abzeichnen, sowie welche Handlungsmöglichkeiten ggf. noch auszuschöpfen sind.

Die Bearbeitung der komplexen Themenstellungen erfolgt immer auch mit dem Ziel, an konkreten Beispielen Optionen zukünftiger industrieller Produktionssysteme aufzuzeigen. Der erste Abschnitt des vorliegenden Buches befaßt sich mit der Bedeutung und dem Wandel industrieller Produktion. Nach einer kurzen historischen Be-

trachtung zur Entwicklung industrieller Produktionssysteme werden die Einflüsse neuer Technologien auf Produktion, Unternehmensführung und Organisation beschrieben. Besonderes Gewicht wird dabei dem Leitbild "Umwelt" und den damit verbundenen Potentialen einer umweltgerechten Produktion beigemessen.

Tiefgreifende Veränderungen ergeben sich gerade in jüngster Zeit durch die voranschreitende Globalisierung der Weltwirtschaft. Neben der Globalisierung der Produktion wirken sich die weltweiten technologischen, wirtschaftspolitischen und gesellschaftlichen Veränderungen direkt auf die volkswirtschaftliche Entwicklung Deutschlands aus. Der erste Abschnitt schließt mit einem Beitrag zur wirtschaftlichen und sozialen Sicherung durch industrielle Produktion.

Im nächsten Abschnitt erfolgt eine Konzentration auf einzelne produktionstechnische Anwendungsfelder. Den Anfang macht die Halbleitertechnologie mit ihrer maßgeblichen Rolle für die Weiterentwicklung industrieller Produktionssysteme seit der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts. Die Halbleitertechnik hat in zweifacher Weise die heutige Produktionstechnik verändert. Der mikroelektronischen Revolution kommt bei der Weiterentwicklung von industriellen Produktionsanlagen eine große Bedeutung zu. Die elektronische Datenverarbeitung löste mit der Entstehung der numerischen Steuerungen den Übergang von der starren zur flexiblen Automatisierung aus. Sie bewirkte damit den größten Rationalisierungsschub in der Geschichte der industriellen Produktion. Im Zuge der Durchdringung mit Informationstechnik ergaben sich weitreichende Veränderungen in der Struktur von Produktionssystemen.

Andererseits hat die Halbleiter-Planartechnologie direkt Einfluß auf die Entwicklung neuer Fertigungsverfahren. In der Mikrotechnik werden herkömmliche Technologien zugunsten modifizierter Methoden aus der Halbleitertechnik ersetzt. Während der Prozeß der Durchdringung vielfältiger Anwendungen mit mikroelektronischen Schaltkreisen anhält, beobachtet man gleichzeitig Verbreitungseffekte im Gebrauch der Verfahrenstechnologien der Halbleitertechnik. Aus der hohen technologischen Spezialisierung ist ein Bearbeitungsschema entstanden, das sich zur Miniaturisierung von Baugruppen aller Art eignet. Der bedeutendste Technologieableger ist die Mikromechanik, die die Herstellung von sehr kleinen, beweglichen, nichtelektronischen Elementen ermöglicht.

Die weitere Entwicklung von Mikroelektronik und Halbleitertechnik ist gesamtwirtschaftlich gesehen von großer Bedeutung.

Die für den Industriestandort Deutschland strategisch wichtige Maschinenbaubranche steht im Zentrum des zweiten Beitrages. Das Teilprojekt zeigt Handlungsoptionen auf, die zu einer nachhaltigen Verbesserung der wirtschaftlichen Situation im Maschinenbau und damit zur Sicherung des Maschinenbaus am Standort Deutschland beitragen sollen.

Dazu werden Entwicklungstendenzen des Maschinenbaus für die industrielle Entwicklung sowie branchenspezifische Bedingungen analysiert und beschrieben. Eng verknüpft mit den strukturellen Bedingungen des deutschen Maschinenbaus ist seine internationale Wettbewerbsfähigkeit. Ausgehend von einer Analyse der veränderten Marktanforderungen werden im Rahmen des Teilprojektes mögliche Ansätze zur Reaktion auf die sich wandelnden Wettbewerbsbedingungen dargestellt. Als potentielle Ansatzpunkte stehen die technische Leistungsfähigkeit der Produkte, Preis- und Kostenstrukturen, Serviceangebot und Kundendienst sowie Anforderungen an die Unternehmensführung im Vordergrund.

Das Teilprojekt "Energietechnische Optionen industrieller Produktionssysteme" analysiert Energiewandlungsketten von der Roh- zur Nutzenergie und beurteilt optionale Technikvarianten hinsichtlich ihrer Eignung für eine nachhaltige Entwicklung der Energiewirtschaft. Neben einer Beschreibung der Situation bei den Primärenergieträgern und der Endenergienutzung wird die innerhalb der Energietechnik bedeutsame Bewertungsproblematik ausgehend von der thermodynamischen und technischen Bewertung um weitere gesellschaftlich orientierte Dimensionen erweitert.

Der Beitrag zum Thema "Innovationsförderung und Technologietransfer durch Technologie- und Gründerzentren" geht der Frage nach, welchen Beitrag die in den Zentren arbeitenden und aus ihnen hervorgegangenen Kleinunternehmen insbesondere

- zur Förderung des Technologietransfers,
- zur Entwicklung und Markteinführung von Produkt- und Verfahrensinnovationen sowie
- zur Schaffung und zum Erhalt von Arbeitsplätzen bisher geleistet haben bzw. bei bestimmten Voraussetzungen zu leisten imstande sind.

Die in Deutschland inzwischen mehr als 200 arbeitenden Zentren haben sich als Instrumente einer wirtschaftlichen Umstrukturierung und Revitalisierung bewährt und können damit als Option zukünftiger Produktionssysteme betrachtet werden. Im Hinblick auf zukünftige Produktionssysteme ist das Zentrumsmodell allerdings kein Universalrezept; es löst z.B. nicht das Problem der Massenarbeitslosigkeit.

Dagegen tragen die Zentren in wachsendem Maß zur Entfaltung eines nachrückenden Wissenschaftler-Potentials bei, zu dem Universitäts- und Hochschulabsolventen ebenso wie hochmotivierte gründungswillige Ideen- und Erfahrungsträger aus der Praxis gehören.

Das Kapitel "Geschichtliche Reflexionen und szenarischer Ausblick" beginnt mit historischen Erfahrungen über Optionen industrieller Produktionssysteme von der Industrialisierung bis zu den neunziger Jahren. Dieses Teilprojekt verfolgt vor allem das Ziel, Fragen der Ingenieure an die Gegenwart auf die Zeit der Industrialisierung

zu übertragen und aufzuzeigen, welche Erfahrungen über vergleichbare Veränderungsprozesse vorliegen und welche Lösungsmöglichkeiten für auch heute vorhandene Probleme, die sich um solche Optionen ranken, in der Vergangenheit gefunden oder auch verworfen wurden.

Über den gesamten Betrachtungszeitraum von etwa 200 Jahren hinweg wird versucht, die jeweiligen wirtschaftlichen, technischen oder anderen Gründe für die Entscheidung für eine bestimmte Option herauszufinden. Darüber hinaus werden zwei Fragen angesprochen, die als Konsequenzen technologischer Optionen angesehen werden können: Der Wandel der Beschäftigungsstruktur mit dem immer wieder auftauchenden Problem der Arbeitslosigkeit sowie die Veränderungen im Verhältnis der Gesellschaft zur Technik. Diese Fragen hängen zum Teil eng mit der Entscheidung für bestimmte Optionen zusammen.

Der Forschungsbericht schließt mit dem Teilprojekt "Szenarien für den Produktionsstandort Deutschland". Ziel bei der Erstellung von Szenarien für den Produktionsstandort Deutschland ist es, relevante Einflüsse sowie deren potentielle Entwicklungsmöglichkeiten aufzuzeigen und darauf aufbauend flexible und "zukunftsrobuste" Strategien abzuleiten, die zu einer Sicherung des Standortes beitragen. Die voraussehbare Nutzungsdauer industrieller Produktionssysteme wird auf etwa fünfzehn Jahre geschätzt. Dieser Zeitraum bestimmt den Projektionshorizont der Szenarien.

Um im Rahmen einer systematischen Vorgehensweise nachvollziehbare Szenarien zu erhalten, wird als Methode die Szenario-Technik angewandt, in der sich die Zukunft als ein komplexes System interdependenter Einflußfaktoren darstellt. Diese Sichtweise entspricht den Beziehungsstrukturen des zu untersuchenden Produktionsstandortes Deutschland, der in einem Spektrum wirtschaftlicher, politischer, technischer sowie gesellschaftlicher Wirkzusammenhänge eingebunden ist.

Das vorliegende Buch beschreibt exemplarisch Entwicklungspotentiale industrieller Produktionssysteme und zeigt vor dem Hintergrund historischer Betrachtungen aktuelle Handlungsoptionen und Empfehlungen auf. Die Arbeitsgruppe will damit einen interdisziplinären Beitrag zu der seit langem kontrovers geführten Diskussion über wirtschaftspolitische Optionen für den Industriestandort Deutschland leisten.