

1 Einleitung

Die Bewertung von Produktionstechnologien ist in vielen Situationen erforderlich. Diese umfassen unter anderem Investitionen in Maschinen zur Herstellung entwickelter Produkte oder die Auswahl neuer Produktionstechnologien, um die Kundenanforderungen zu erfüllen. In dieser Arbeit wird ein Modell zur Bewertung einer in einem Produktionssystem eingesetzten Technologie entwickelt. Im Vordergrund steht die Bewertung der Produktionstechnologie im Hinblick auf deren Beitrag zur Erfüllung der Ziele des Produktionssystems sowie die Verknüpfung der technologieorientierten Ziele des Produktionssystems mit relevanten Charakteristika der betrachteten Produktionstechnologie. Das Modell erlaubt die monetäre Quantifizierung und Bewertung des Einsatzes einer spezifischen Produktionstechnologie und die Bestimmung des Wertbeitrages zum Produktionssystem.

1.1 Ausgangssituation

In vielen Fällen sind Produktionstechnologien ein Haupttreiber für Produktinnovationen, zur Kostenreduktion im Herstellungsprozess oder zur Erfüllung von Kundenanforderungen bezüglich Qualität oder Nachhaltigkeit. Daher stellt die Bewertung und die Auswahl von Technologien zur Herstellung der aktuellen und zukünftigen Produkte einen wichtigen Prozess im Technologiemanagement produzierender Unternehmen dar [LOU 10, S. 1932 ff.; PHAA04, S. 7]. Die Bewertung und Auswahl neu identifizierter Technologien kann durch portfoliobasierte oder szenariobasierte Methoden, Experteneinschätzungen, Pilotstudien oder finanzielle Methoden unterstützt werden. Ziel des Technologiebewertungsprozesses ist die Ermittlung des ökonomischen Wertes einer neuen Technologie. Außerdem können derartige Methoden zur Bewertung von aktuell eingesetzten Technologien sowie zum Vergleich von neuen und etablierten Produktionstechnologien im Rahmen eines Entscheidungsprozesses angewendet werden. [SCHU12 b, S. 602]

Jedoch ist die Bewertung von Produktionstechnologien oft schwierig [HUNT03, S. 47; REIN11, S. 179; WIRT10, S. 228]. Insbesondere beeinflusst die Auswahl einer spezifischen Technologie in der Regel den gesamten Herstellungsprozess. Weiterhin wirkt sich der Wertbeitrag einer Produktionstechnologie zum Produktionssystem, wie in Bild 1.1 dargestellt, auf die Produktionsleistung aus.

Die Implementierung von Strategien bildet die Basis für die Verknüpfung externer Marktanforderungen und Kundenbedarfe mit internen Ressourcen, Fähigkeiten und Kompetenzen sowie Technologien. Die Produktionsleistung und Unternehmensleistung werden durch die im Produktionssystem eingesetzten Technologien beeinflusst. Nur wenn die Technologie-, Produktions- und Unternehmensstrategien aufeinander abgestimmt und ausgerichtet sind, ist es möglich, die vorgegebenen Unternehmensziele zu erreichen und dementsprechend die Unternehmensleistung zu verbessern [SUN02, S. 699]. Folglich muss bei der Bewertung von Produktionstechnologien der Wertbeitrag der Technologie zum gesamten Produktionssystem betrachtet werden,

wobei in diesem Zusammenhang der Wert aus der Sicht aller Interessensvertreter (inklusive Kunden) untersucht werden muss.

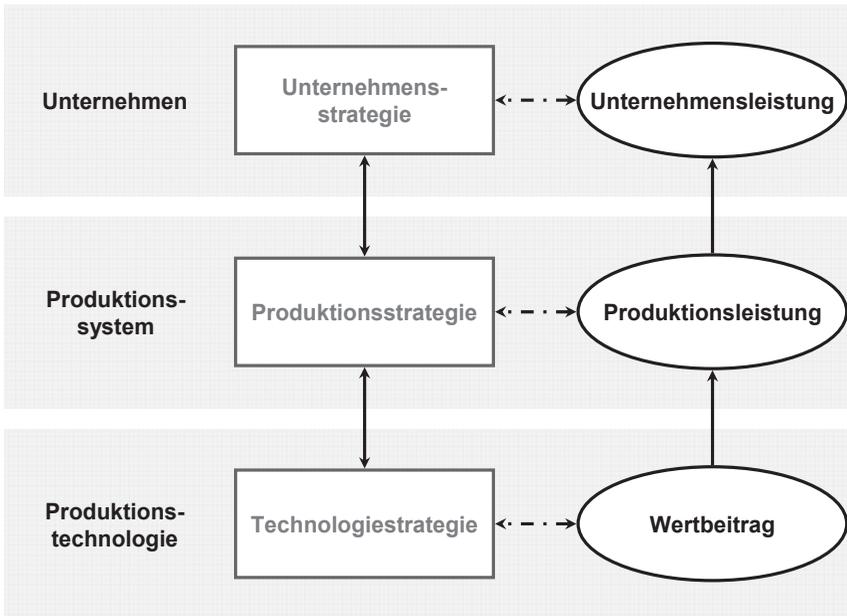


Bild 1.1: Ausrichtung der Unternehmens-, Produktions- und Technologiestrategie und Einfluss auf die Unternehmensleistung

Quelle: i.A.a. Sun und Hong (2002) [SUN02, S. 701]

Wie in Bild 1.1 gezeigt, muss auf der einen Seite die Produktionsstrategie auf die Unternehmensstrategie ausgerichtet sein und folglich die Produktionsleistung sowie die Unternehmensleistung positiv beeinflussen. Auf der anderen Seite basiert die Unternehmensstrategie auf den Fähigkeiten und Kompetenzen in der Produktion und den aktuell oder zukünftig eingesetzten Technologien. Sofern die Strategien und Ziele aufeinander abgestimmt sind, kann eine im Produktionssystem eingesetzte Technologie zur Verbesserung der Produktionsleistung beitragen. Eine verbesserte Produktionsleistung kann wiederum einen positiven Beitrag der Produktion zur Verbesserung der Unternehmensleistung leisten. [LOU 10, S. 1934; SCHU12 b, S. 602; SUN02, S. 699]

Diese hierarchische Struktur von Strategien und Leistungsmessgrößen impliziert, dass eine Produktionstechnologiebewertung die Untersuchung von Wirkzusammenhängen zwischen technologischen Charakteristika und Messgrößen der Produktionsleistung erfordert. Jedoch ist die Messung der Produktionsleistung aufgrund der multidimensionalen Natur der Produktion komplex [HON05, S. 139]. Zur Bestimmung

des Wertbeitrages einer Produktionstechnologie und der stringenten Verknüpfung von Technologiecharakteristika mit übergeordneten Ziel- und Leistungsmessgrößen des Produktionssystems existiert bisher kein Modell. Die Auswirkungen des Einsatzes einer bestimmten Technologie auf den Wert eines Produktionssystems lassen sich derzeit nicht quantifizieren und bewerten.

Bild 1.2 zeigt in Anlehnung an HON [HON05, S. 140] die Evolution von Leistungsmessgrößen ausgehend von kostenbasierten Messgrößen in den 1960er Jahren. Der Schwerpunkt angewandeter Leistungsmessgrößen veränderte sich in den verschiedenen Zeitperioden. In den 1980er Jahren gewannen Produktivitätsmessgrößen und später Qualitätsmessgrößen an Bedeutung. Ab den 1990er Jahren wurden verstärkt multidimensionale Messgrößen wie Kosten, Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität verwendet und allgemein als Leistungsindikatoren von Produktionssystemen akzeptiert [HON05, S. 139; SCHU12 b, S. 602]

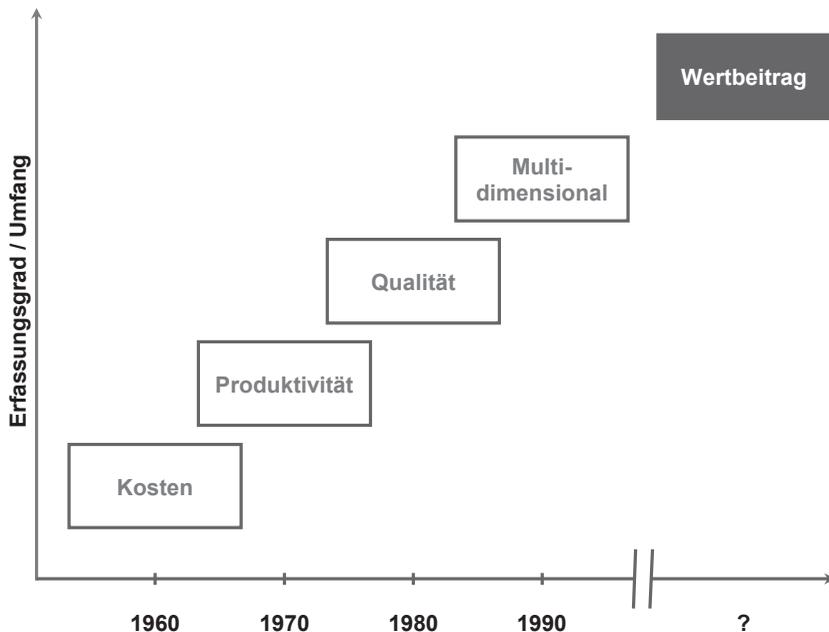


Bild 1.2: Evolution von Leistungsmessgrößen von kostenbasierten Messgrößen hin zum Wertbeitrag

Quelle: Erweiterung der Darstellung von Hon (2005) [HON05, S. 139]

Entsprechend den multidimensionalen Leistungsmessgrößen von Produktionssystemen erfordert auch die Bewertung von Technologien die Berücksichtigung multidimensionaler Kriterien. Wie in Kapitel 2.2 detailliert beschrieben wird, bestehen der-

zeit wesentliche Defizite bei der Beschreibung von Technologien, bei der Behandlung von Technologien in der Produktionstheorie und der monetären Bewertung technologiebasierter immaterieller Vermögenswerte. Es besteht ein Bedarf an einem neuen Bewertungsmodell, das die eindimensionale finanzielle Betrachtung bestehender Technologiebewertungsmethoden ausdehnt auf eine mehrdimensionale Sichtweise. Eine derartige Betrachtungsweise erlaubt die Bestimmung des Wertbeitrages einer in einem Produktionssystem eingesetzten Technologie zur Produktionsleistung und folglich zur Leistung eines produzierenden Unternehmens.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung eines Modells zur Beschreibung des Wertbeitrages von Produktionstechnologien zum gesamten Produktionssystem.

Dazu müssen die verfolgten technologischen Ziele basierend auf einer Analyse des Zielsystems eines Produktionssystems abgeleitet werden. Hierbei sind die Bedürfnisse der Kunden und die zunehmende Komplexität von Produktionssystemen und Technologien, die steigende Vielfalt an Produkten und eingesetzten Technologien und die zunehmende Dynamik in Produktionsabläufen aufgrund veränderter Nachfragesituationen zu berücksichtigen. In dem monetären Bewertungsmodell sollen die im Produktionssystem zum Einsatz kommenden Technologien einheitlich und umfassend beschrieben werden, wobei die zu fertigenden Produkte und bestehenden Prozesse integriert betrachtet werden. Ein Schlüsselement des monetären Bewertungsmodells stellt die Verknüpfung der technologischen Ziele des Produktionssystems mit technologieorientierten Kenngrößen durch kausale Wirkzusammenhänge dar. Auf Basis der identifizierten Wirkzusammenhänge soll das Modell dann die Bestimmung des Wertbeitrages der Produktionstechnologien mittels eines sogenannten Expected Discounted Cash-Flow (EDCF)-Verfahrens erlauben, bei dem die mit dem Technologieeinsatz verbundenen, prognostizierten Zahlungsströme abgezinst und zur Wertermittlung herangezogen werden. Dabei soll die Bewertung bzw. das Bewertungsmodell die derzeitigen International Financial Reporting Standards (IFRS) für die externe Bilanzierung immaterieller Vermögenswerte weitestgehend berücksichtigen.

Folglich soll das Modell zur Quantifizierung des Wertbeitrages von Produktionstechnologien zum Produktionssystem die Grundlage eines einheitlichen Wertmaßstabes für Produktionstechnologien bilden. Davon ausgehend sollen Technologiealternativen wertmäßig verglichen werden können und Ansatzpunkte zur technologischen Gestaltung und Verbesserung realer Produktionssysteme eröffnet werden.

1.3 Wissenschaftliche Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Aufgrund des Praxisbezugs dieser Zielsetzung und des Anwendungszusammenhangs kann die vorliegende Arbeit den Realwissenschaften zugeordnet werden. Diese haben die Beschreibung, Erklärung und Gestaltung von Ausschnitten der Realität zum Gegenstand. Mit der Modellentwicklung und -anwendung wird ein praktisches Ziel verfolgt, wobei die Analyse von Handlungsalternativen zur Gestaltung sozialer

und technischer Systeme im Vordergrund steht. Daher wird die Vorgehensweise und der Aufbau der Arbeit an den Forschungsprozess für angewandte Wissenschaften nach ULRICH angelehnt, wie in Bild 1.3 dargestellt [ULRI84, S. 192 ff.].

Demzufolge werden in einem ersten Schritt praxisrelevante Probleme erfasst und typisiert (Schritt A). Hierbei werden neben den Erfahrungen aus Industrieprojekten zum Technologiemanagement und insbesondere zur Technologiebewertung Erkenntnisse aus Diskussionen im Rahmen des Exzellenzcluster-Teilprojektes „Aachener Produktionstheorie“ genutzt. In Kapitel 1 wird der Bedarf zur Bestimmung des Beitrages von Produktionstechnologien zum Wert eines Produktionssystems hergeleitet. In Schritt B und C gilt es, problemrelevante Theorien der Grundlagenwissenschaften zu erfassen und zu interpretieren sowie problemrelevante Verfahren der Formalwissenschaften zu erfassen und zu spezifizieren. Kapitel 2 umfasst daher die Klärung grundlegender Begriffe wie „Produktionssystem“, „(Produktions-) Technologie“ und „Wert“, die Analyse des Standes der Forschung in Bezug auf die Problemstellung (insbesondere Beschreibung von Technologien und die Behandlung von Technologien in der Produktionstheorie). Als Ergebnis der Analyse und der kritischen Würdigung der relevanten Ansätze sowohl aus den Ingenieur- als auch den Wirtschaftswissenschaften wird der spezifische Forschungsbedarf hergeleitet und die Adaptierbarkeit bestehender Ansätze bewertet. Die Erfassung und Untersuchung des relevanten Anwendungszusammenhangs ist Gegenstand von Schritt D. In Kapitel 3 werden deshalb bei der Grobkonzeption der Betrachtungsbereich eingegrenzt und die formalen und inhaltlichen Anforderungen an das Modell zur Wertbeitragsbestimmung definiert. Außerdem werden modell- und systemtheoretische Grundlagen (Systems Engineering) als Ausgangsbasis für die Modellierung erläutert. Notwendige Annahmen bei der Modellierung werden getroffen. Schritt E erfordert die Ableitung von Beurteilungskriterien, Gestaltungsregeln und -modellen. Dies entspricht einer Detailierung des Modells in Kapitel 4. Schritt F umfasst die Prüfung der Regeln und Modelle im Anwendungszusammenhang. In Kapitel 5 werden daher in Fallbeispielen die Technologiebeschreibung sowie das Modell zur Wertbeitragsbestimmung betrachtet und die praktische Anwendbarkeit überprüft. Das erprobte Konzept kann in Beratungsprojekten durch das Fraunhofer IPT oder andere Institutionen in der Praxis eingesetzt werden (Schritt G).

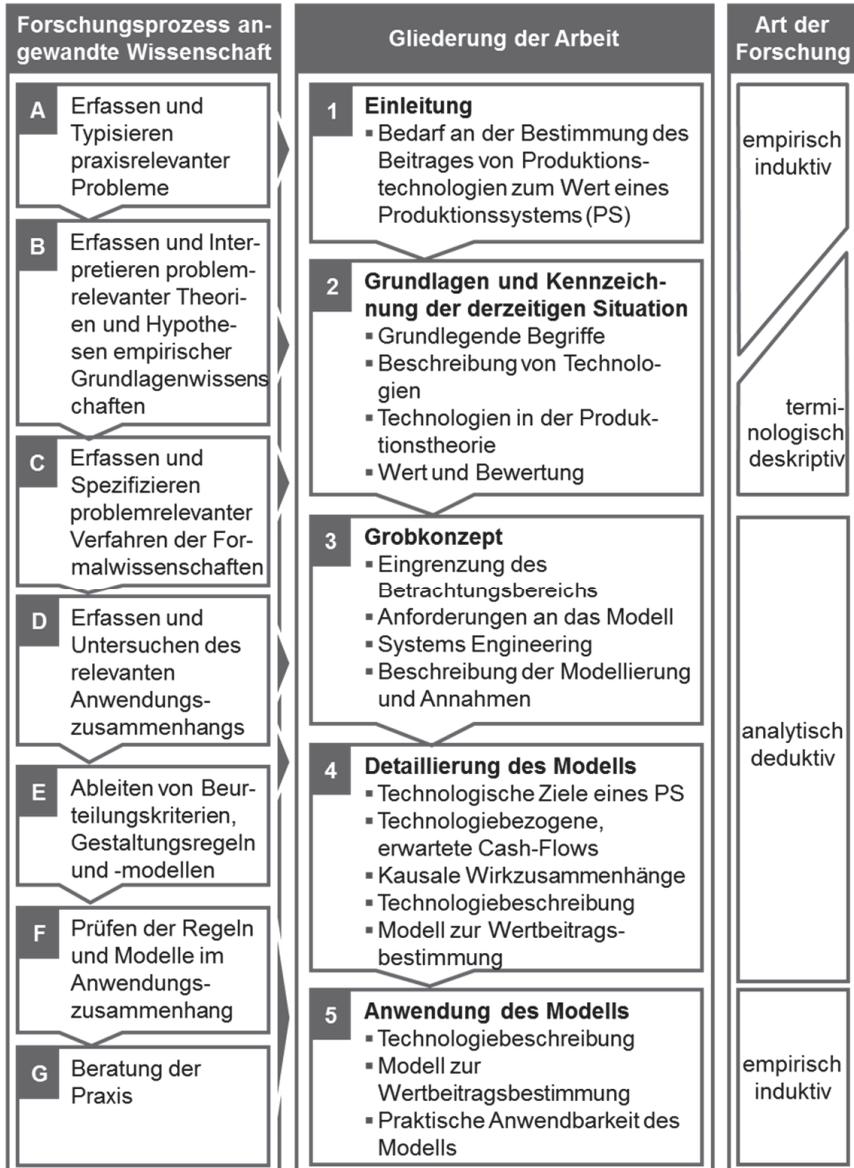


Bild 1.3: Forschungsprozess nach Ulrich [ULRI76, S. 192 ff.] und Anwendung in der vorliegenden Arbeit