

**UNIVERSITÄT LEIPZIG**

**Institut für Produktionswirtschaft  
und Industrielle Informationswirtschaft**

Arbeitsbericht Nr. 1

**Das Konzept techno-  
logischer Theorietransformationen**

**eine Analyse aus produktionswirtschaftlicher Perspektive**

von

Univ.-Prof. Dr. Stephan Zelewski

Leipzig 1994

Alle Rechte vorbehalten.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1</b>	<b>Einführung</b> 1
1.1	Produktionsmanagement versus Produktionstheorie 1
1.2	Überblick über den Argumentationsgang / Thesen 4
<b>2</b>	<b>Alternative Technologieverständnisse</b> 6
2.1	Eine Skizze des Verhältnisses zwischen Technologien und Theorien 6
2.2	Das originäre Technologieverständnis 8
2.3	Das derivative Technologieverständnis 12
2.3.1	Einführung in das Transformationsproblem 12
2.3.2	Lösungsansätze für das Transformationsproblem 13
2.3.2.1	Der tautologische Transformationsansatz 13
2.3.2.2	Der invertierende Transformationsansatz 16
2.3.2.3	Ein dritter Transformationsansatz 18
<b>3</b>	<b>Fallstudie zur technologischen Theorietransformation</b> 23
3.1	Konventionell formuliertes Produktionsmodell 23
3.2	Produktionsmodell als Miniaturtheorie 25
3.3	Ableitung von Handlungsregeln 32
<b>4</b>	<b>Ausblick</b> 36
4.1	Grenzen des derivativen Technologieverständnisses 36
4.2	Perspektiven des derivativen Technologieverständnisses 37
4.2.1	Überblick 37
4.2.2	Beiträge aus der Erforschung Künstlicher Intelligenz 38
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> 42

# 1 Einführung

## 1.1 Produktionsmanagement versus Produktionstheorie

Wissenschaftsverständnis und Wissenschaftsvollzug zerfallen - wie in der Abb. 1 auf der nächsten Seite veranschaulicht - auf produktionswirtschaftlichem Gebiet<sup>1)</sup> zunächst in zwei weitgehend voneinander unabhängige Bereiche:

- das Produktionsmanagement und
- die Produktionstheorie.

Im Rahmen des *Produktionsmanagements* wird das *praktische* Erkenntnisziel verfolgt, *Handlungsregeln* zur Gestaltung realer produktionswirtschaftlicher Sachverhalte aufzustellen und anzuwenden<sup>2)</sup>. Die Gesamtheit solcher Handlungsregeln stellt - zusammen mit den Anwendungsbedingungen der Regeln und allen erforderlichen terminologischen Vereinbarungen - das produktionswirtschaftliche Handlungswissen dar. Diese regelartig aufgebaute, auf die Gestaltung realer Sachverhalte abzielende Wissensform wird oftmals unter der Bezeichnung "Technologie"<sup>3)</sup> angesprochen. Im folgenden wird auch von einer *originären Technologie* die Rede sein, um diesen Technologiebegriff, der ausschließlich auf das praktische Gestaltungsziel des Produktionsmanagements bezogen ist, von einem in Kürze vorgestellten, inhaltlich veränderten Technologieverständnis abzugrenzen.

Seitens der *Produktionstheorie* dominiert dagegen das *theoretische* Erkenntnisziel, *Theorien* zur Erklärung realer oder fiktiver produktionswirtschaftlicher Sachverhalte aufzustellen und hinsichtlich ihrer empirischen Gültigkeit zu überprüfen<sup>4)</sup>. Diese Theorien stellen eine eigenständige Wissensform dar, über deren konkrete Gestalt mit guten Argumenten gestritten werden kann. Da

---

1) Die nachfolgenden Ausführungen bewegen sich vornehmlich innerhalb eines produktionswirtschaftlichen Erkenntnishorizonts, sofern keine Bezüge auf allgemeine betriebswirtschaftliche oder wissenschaftstheoretische Argumentationszusammenhänge erfolgen. Dadurch wird aber keineswegs ausgeschlossen, daß sich analoge Verhältnisse auch in anderen betriebswirtschaftlichen Teildisziplinen aufzeigen lassen. In diesem Sinne versteht sich der vorliegende Beitrag als eine Diskussionsanregung, die lediglich der Deutlichkeit halber am produktionswirtschaftlichen Beispiel anknüpft. Es soll aber nicht der Eindruck erweckt werden, die Ausführungen seien so spezifisch, daß sie *nur* im Bereich der Produktionswirtschaft gelten könnten.

2) Diese Handlungsregeln werden später auch als technologische Handlungsregeln angesprochen, um ihre Einbettung in den Wissenszusammenhang von Technologien hervorzuheben.

3) Vgl. zur Diskussion über Inhalt und Anspruch des Technologiebegriffs ALBERT (1964), S. 66ff.; ALBERT (1965a), S. 191ff.; FISCHER-WINKELMANN (1971), S. 128ff.; EICHNER (1974), S. 45ff., 89ff. u. 323ff.; AGASSI (1974), S. 40ff.; RAPP (1974), S. 93ff.; BUNGE (1974), S. 19ff.; RAFFEE (1974), S. 68f. u. 71f.; BRAUN (1977), S. 127ff.; ALISCH (1978), S. 12ff., insbesondere S. 20ff.; CHMIELEWICZ (1979), S. 169ff.; WESTMEYER (1979), S. 141ff.; REIB (1982), S. 186ff.; ALISCH (1983), S. 146ff.; AGASSI (1985) (mit einem sehr weit gespannten Technologieverständnis); BUNGE (1985) S. 219ff., insbesondere S. 231ff. (ebenso mit einer sehr weit reichenden Technologieauffassung); ALBERT (1987), S. 70, 72ff. u. 87ff.; STACHOWIAK (1987), S. 54ff.; SCHANZ (1988), S. 76ff.; WENKEL (1988), S. 111ff.; NIENHÜSER (1989), S. 45ff. u. 141ff.; SCHNEEWEIB (1992), S. 252f.; SIKORA (1994), S. 177ff., insbesondere S. 196ff. (in Anlehnung an BUNGE).

4) Hier manifestiert sich ALBERT's Wissenschaftsverständnis des kritischen Realismus, wissenschaftliche Erkenntnis müsse sich immer in den beiden Denkkategorien "Konstruktion" (für das Aufstellen von Theorien) und "Kritik" (für das Überprüfen der Theoriegültigkeit) vollziehen. Vgl. zu diesem konstruktiv-kritischen Wissenschaftsverständnis ALBERT (1972), Titel; ALBERT (1987), passim, z.B. S. 89. Allerdings läßt sich sein Kritikbegriff inhaltlich weiter spannen, als es für die rein empirische Überprüfung einer Theorie erforderlich ist. Vielmehr deckt ALBERT's Theoriekritik ebenso ab, eine Theorie aus epistemischer Perspektive in Frage zu stellen. Dazu gehören z.B. Aspekte wie ihre formale Widerspruchsfreiheit, ihre Freiheit von Argumentationszirkeln, ihre Schlußfolgerungsmächtigkeit und ihre Fruchtbarkeit hinsichtlich der Gewinnung neuartiger Einsichten in bisher unverstandene Probleme.

# Produktionsmanagement / Produktionstheorie

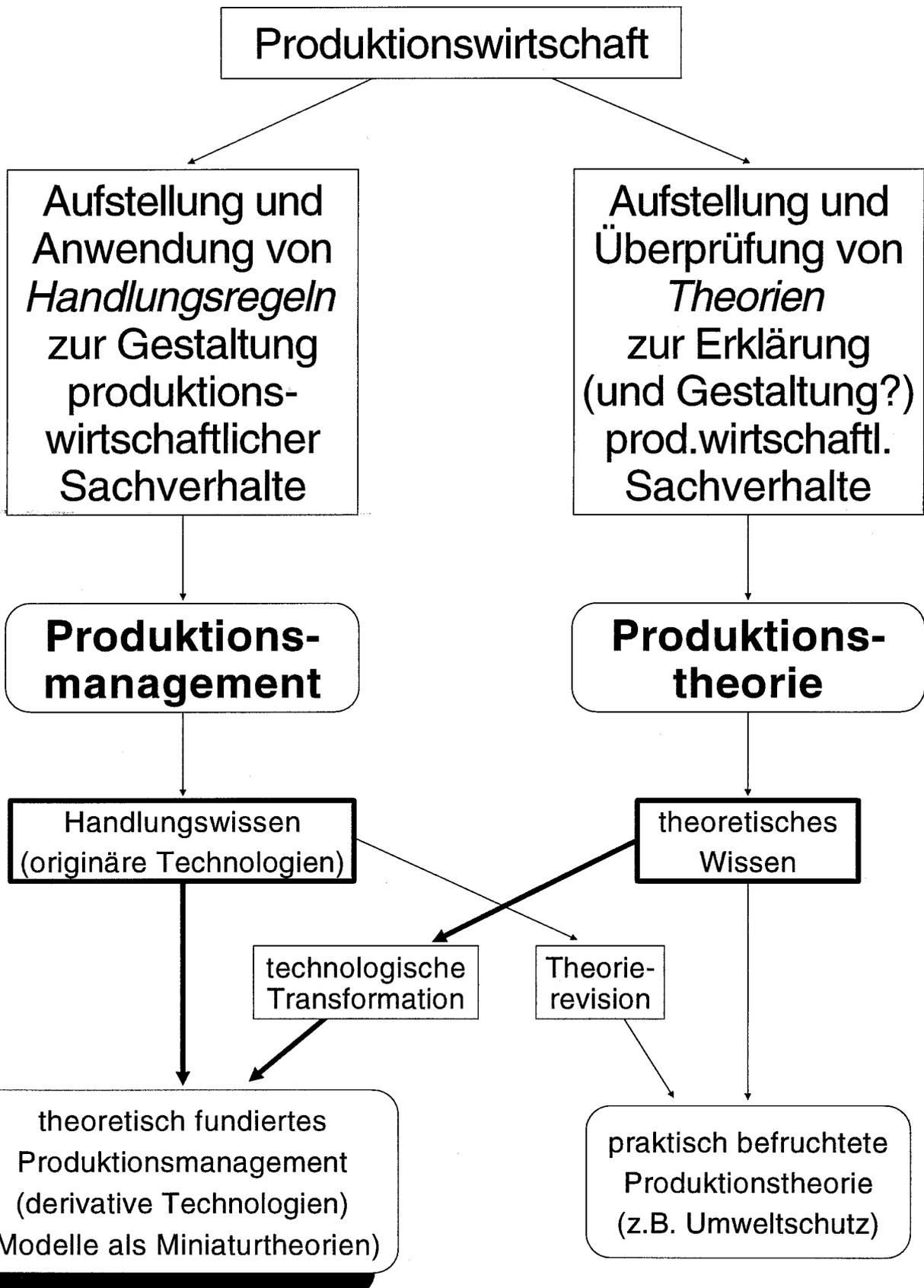


Abb. 1: Überblick über das Verhältnis zwischen Produktionsmanagement und Produktionstheorie

hier aber nicht zur Debatte steht, wie eine "gute" produktionswirtschaftliche Theorie strukturiert sein sollte<sup>5)</sup>, wird von einer weithin akzeptierten, allerdings aus wissenschaftstheoretischer Perspektive recht einfachen Theorieauffassung ausgegangen. Ihr zufolge stellen Theorien Aussagezusammenhänge dar, die mindestens eine allquantifizierte und nicht-tautologische Subjugatformel als gesetzesartige Aussage (nomische Hypothese) umfassen. Die Allquantifizierung drückt den räumlich und zeitlich unbegrenzten, d.h. nomischen Geltungsanspruch einer gesetzesartigen Aussage aus. Durch den Ausschluß tautologischer Subjugatformeln wird die Untersuchung von vornherein auf empirische Theorien eingeschränkt, die mindestens eine empirisch überprüfbare - und nicht schon rein logisch gültige - gesetzesartige Aussage umfassen sollen.

Zwischen den beiden Zweigen der Produktionswirtschaft - Produktionsmanagement und Produktionstheorie - erstreckt sich seit langer Zeit eine tiefe Kluft. Unterschiedliche Erkenntnisziele (praktische versus theoretische) und verschiedenartige Wissensformen (Technologien versus Theorien) unterstreichen diese Diskrepanz. In den letzten Jahren produktionswirtschaftlicher Forschung ist diese Kluft keineswegs geschlossen worden; vielmehr hat sie sich - wie jüngst von DYCKHOFF beklagt wurde<sup>6)</sup> - eher verbreitert.

Nur wenige Anstrengungen sind erfolgt, das Auseinanderklaffen von Produktionsmanagement und Produktionstheorie durch eine Integration der beiden komplementären produktionswirtschaftlichen Erkenntnisbereiche einzudämmen<sup>7)</sup>. Die seltenen Arbeiten, die sich dieser Aufgabe gewidmet haben, konzentrieren sich vornehmlich auf die eine Integrationsrichtung: Sie zielen darauf ab, durch Einbeziehung praktischer Probleme, die es im Rahmen des Produktionsmanagements zu bewältigen gilt, zu einer Fortentwicklung der produktionswirtschaftlichen Theoriebildung beizutragen. Insbesondere aus der Perspektive des betrieblichen Umweltschutzes erfolgten in den vergangenen Jahren fruchtbare Impulse für eine produktionswirtschaftliche Theorierevision<sup>8)</sup>. Dieser Integrationsansatz, der sich um eine praktisch befruchtete Produktionstheorie kümmert, wird jedoch fortan nicht weiterverfolgt.

Statt dessen befaßt sich dieser Beitrag mit der zweiten denkmöglichen Integrationsrichtung. Sie geht von der Produktionstheorie aus und zielt darauf ab, durch "technologische Transformation" vorhandener produktionswirtschaftlicher Theorien theoretisch fundiertes Handlungswissen für praktische Gestaltungszwecke des Produktionsmanagements bereitzustellen. Dieses Handlungswissen wird aufgrund seiner Herleitung aus einem theoretischen Hintergrundwissen auch

---

5) Der Verfasser hat sich an anderer Stelle mit der Gestaltung und Analyse produktionswirtschaftlicher Theorien aus der Perspektive des strukturalistischen Theorienkonzepts ("non statement view") ausführlicher beschäftigt; vgl. ZELEWSKI (1993a), S. 94ff. Dort findet sich auch eine ausführlichere Diskussion des oben unterstellten konventionellen Theorieverständnisses ("statement view"); vgl. ZELEWSKI (1993a), S. 6ff.

6) DYCKHOFF (1994), S. 33, konstatiert für die beiden produktionswirtschaftlichen Teilgebiete des Produktionsmanagements und der Produktionstheorie eine "sich zur Zeit rasch verbreiternde Lücke zwischen den beiden traditionellen Teilgebieten der Produktionswirtschaftslehre". Zwar spricht DYCKHOFF auf S. 33 von der "Theorie und Praxis des Produktionsmanagements" einerseits sowie der "Produktions- und Kostentheorie" andererseits. Aber diese terminologische Nuancierung ändert in inhaltlicher Hinsicht nichts am hier diskutierten Sachverhalt.

7) Besonders hervorgehoben wird die Notwendigkeit zur Integration von Produktionsmanagement und Produktionstheorie z.B. auch von DYCKHOFF (1994), S. 33f. u. 38f. Allerdings bleibt fraglich, ob in diesem Werk der dort bekundete Integrationsanspruch auch schon konkret eingelöst wird. Denn es befaßt sich auf den ersten 350 Seiten mit den theoretischen Aspekten betrieblicher Produktion. Erst auf S. 351 bis 356 skizziert DYCKHOFF kurz seine Auffassung des Produktionsmanagements. Auf eine Integration zwischen Produktionsmanagement und Produktionstheorie geht er dabei aber (noch) nicht explizit ein. In einem persönlichen Gespräch äußerte er jedoch die Absicht, diese Integrationslücke in einer späteren Auflage schließen zu wollen. Dem wird mit Spannung entgegen gesehen.

8) An erster Stelle sind hier die Arbeiten von DYCKHOFF zu nennen; vgl. DYCKHOFF (1990), S. 1ff.; DYCKHOFF (1991), S. 10ff.; DYCKHOFF (1992), S. 6ff.; DYCKHOFF (1994), S. 3ff., 41ff. u. 66ff. Vgl. daneben auch ZELEWSKI (1993b), S. 324ff., insbesondere S. 334ff.; ZELEWSKI (1994), S. 245ff., insbesondere S. 259ff.

als *derivative Technologie* bezeichnet. Mitunter wird diese Art von Handlungswissen in der formalen Gestalt von *Produktionsmodellen* kondensiert.

Produktionsmodelle stellen einerseits Miniaturtheorien dar, *sofern* sich ihr theoretischer Hintergrund innerhalb der Modellformulierung in mindestens einer gesetzesartigen Aussage niederschlägt. Andererseits gestatten Produktionsmodelle, reale Produktionsprobleme unter der Einbeziehung subjektiver Handlungsziele zu repräsentieren. Durch die Ermittlung von Modellösungen, die zugleich Lösungen für die repräsentierten Produktionsprobleme darstellen sollen, wird es auf diese Weise möglich, auch das praktische Erkenntnisziel der Gestaltung produktionswirtschaftlicher Sachverhalte theoriegestützt zu verfolgen. In dem Ausmaß, wie die Konstruktion und praktische Anwendung theoriefundierter Produktionsmodelle gelingt, kann die Produktionstheorie für sich in Anspruch nehmen, neben ihrem dominanten Erklärungsziel auch dem produktionswirtschaftlichen Gestaltungsziel gerecht zu werden.

## 1.2 Überblick über den Argumentationsgang / Thesen

Der programmatische Anspruch, theoretisch fundiertes Handlungswissen aus vorhandenen produktionswirtschaftlichen Theorien durch deren technologische Transformation herleiten zu können, ist nicht nur im engen produktionswirtschaftlichen Diskurs, sondern auch in der allgemeinen betriebswirtschaftlichen Diskussion heftig umstritten. Des öfteren wird sogar der Eindruck erweckt, das Konzept der technologischen Transformation von Theorien beruhe auf einem "antiquierten" Wissenschaftsverständnis POPPER'scher Prägung, das neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Wissenschaftstheorie und -pragmatik nicht zur Kenntnis genommen habe<sup>9)</sup>.

Vor diesem Hintergrund erscheint es angebracht, eine Wiederbelebung des technologischen Transformationskonzepts ausführlicher zu rechtfertigen. Zu diesem Zweck wird die Debatte über das wechselseitige Verhältnis zwischen Technologien und Theorien im zweiten Hauptabschnitt dieses Beitrags kurz rekapituliert.

Um den Streit über die Möglichkeit technologischer Theorietransformationen auf den Punkt zu bringen, werden zwei alternative Technologieauffassungen voneinander abgehoben, die einleitend schon kurz erwähnt wurden: das originäre und das derivative Technologieverständnis. Dabei wird sich zeigen, daß die originäre Auffassungsvariante - trotz ihrer zahlreichen Anhänger in der neueren wissenschaftstheoretischen Literatur - unter gravierenden Unzulänglichkeiten leidet. Aber auch eine nähere Analyse des derivativen Technologieverständnisses offenbart, daß sich die Transformation von Theorien in praktisch anwendbares Handlungswissen keineswegs so trivial vollziehen läßt, wie sowohl Anhänger als auch Gegner des technologischen Transformationskonzepts oftmals behaupten. Insbesondere führt eine rein tautologische Theorietransformation in der Regel nicht zu den erwünschten Handlungsregeln.

Aber selbst dann, wenn die Probleme der Theorietransformation im Prinzip gelöst sind, zeigt sich, daß zumindest produktionswirtschaftliche Theorien im allgemeinen nicht gestatten, konkrete Handlungsregeln aus ihnen abzuleiten. Ihnen fehlen handlungsspezifische Komponenten, ohne die eine Regelableitung ausgeschlossen ist. Erst Produktionsmodelle erweisen sich aus handlungsorientierter Sicht als so gehaltreich, daß sie die Ableitung von Handlungsregeln ermöglichen würden. Allerdings stellen Produktionsmodelle in ihrer konventionellen Formulierung kein theoretisches Wissen dar. Daher läßt sich auf Produktionsmodelle das Konzept der technologischen Theorietransformation überhaupt nicht mehr anwenden.

---

9) Vgl. SIKORA (1994), S. 182ff. in Verbindung mit S. 195ff. u. 212ff.

Die vorgenannten Schwierigkeiten lassen sich jedoch mit der Hilfe von Produktionsmodellen überwinden, die so konstruiert sind, daß sie sich als Miniaturtheorien mit mindestens einer gesetzesartigen Aussage auffassen lassen. Dies wird anhand einer bewußt einfach gehaltenen, aber immerhin praxisbezogenen Fallstudie zur Planung optimaler Produktionsprogramme demonstriert. Mit ihrer Hilfe wird *exemplarisch* nachgewiesen, wie das Konzept technologischer Theorietransformation konkret realisiert werden kann. Zugleich werden aber auch die praktischen Schwierigkeiten angedeutet, die sich einer konsequenten Umsetzung des technologischen Transformationskonzepts in den Weg stellen können.

Schließlich wird in einem Ausblick kurz auf Erkenntnisse aus der Erforschung Künstlicher Intelligenz (KI) eingegangen. Sie lassen sich nutzen, um theoretisches Wissen über produktionswirtschaftliche Sachverhalte darzustellen (Repräsentationstechniken) und daraus praktische Handlungsempfehlungen abzuleiten (Inferenztechniken). Auf diese Weise befruchten Beiträge der KI-Forschung in jüngerer Zeit erneut das Konzept technologischer Theorietransformationen. Zugleich führen sie vor Augen, daß die derivative Technologieauffassung keineswegs einem "antiquierten" Wissenschaftsverständnis entspringen muß, sondern in der Kombination mit Beiträgen der KI-Forschung durchaus eine Prise "Modernität" für sich in Anspruch zu nehmen vermag.

Um das Plädoyer zugunsten des Konzepts technologischer Theorietransformationen argumentativ zuzuspitzen, werden fünf knappe Thesen präsentiert:

- ① Handlungsregeln müssen die Form bedingter Entscheidungsempfehlungen aufweisen, wenn sie den praktischen Gestaltungszwecken des Produktionsmanagements genügen sollen.
- ② Es besteht das Dilemma, einerseits produktionswirtschaftliche Theorien zu kennen, aus denen sich keine Handlungsregeln ableiten lassen, und andererseits über Produktionsmodelle mit ableitbaren Handlungsempfehlungen zu verfügen, die jedoch kein theoretisches Wissen darstellen.
- ③ Das Konzept technologischer Theorietransformation ist also entweder ineffektiv (weil es keine Ableitung von Handlungsregeln aus Theorien gestattet) oder aber unanwendbar (weil Produktionsmodelle keine Theorien darstellen).
- ④ Aber Produktionsmodelle lassen sich in der Gestalt von Miniaturtheorien so rekonstruieren, daß aus ihnen mittels technologischer Transformationen eine Fülle von bedingten Entscheidungsempfehlungen hergeleitet werden kann.
- ⑤ Allerdings besitzen die Theorietransformationen nicht mehr den simplen tautologischen Charakter, der ihnen oftmals zugeschrieben wird.

Der inhaltlichen Rechtfertigung dieser These dienen die anschließenden Ausführungen.

## 2 Alternative Technologieverständnisse

### 2.1 Eine Skizze des Verhältnisses zwischen Technologien und Theorien

Technologien und Theorien sind insofern miteinander verwandt, als es sich in beiden Fällen um weit verbreitete Formen für die Darstellung von Wissensinhalten handelt. Dies gilt nicht nur für produktionswirtschaftliches Wissen im engeren Sinn, sondern ebenso für allgemeines betriebswirtschaftliches Wissen.

Allerdings ist das Verhältnis, das zwischen Technologien und Theorien besteht, heftig umstritten. Im wesentlichen lassen sich zwei Lager unterscheiden: die Anhänger eines originären Technologieverständnisses auf der einen und die Verteidiger einer derivativen Technologieauffassung auf der anderen Seite. Beide Lager stimmen lediglich darin überein, welche Funktion eine Technologie erfüllen soll<sup>10)</sup>: Eine Technologie ist ein Aussagenzusammenhang, der inhaltlich ausreicht, um daraus glaubwürdige Empfehlungen für Entscheidungen über betriebliche Gestaltungsalternativen abzuleiten.

Die Vertreter des *originären Technologieverständnisses*<sup>11)</sup> bestreiten grundsätzlich, daß für ihre Handlungsempfehlungen die direkte Kenntnis mindestens einer gesetzesartigen Aussage notwendig ist<sup>12)</sup>. Statt dessen erachten sie eine Aussagekategorie *sui generis* für notwendig, um Handlungsempfehlungen für betriebliche Gestaltungsaufgaben gewinnen zu können. Gemeint sind die *technologischen Handlungsregeln*. Sie besitzen die allgemeine Form, für ein vorgegebenes Handlungsziel in einer ebenso vorgegebenen Handlungssituation zu empfehlen, sich entweder für oder aber gegen eine bestimmte Handlungsalternative zu entscheiden<sup>13)</sup>.

Die vorgegebene Handlungssituation besteht aus Randbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit die Entscheidungsempfehlung zur Erreichung des vorgegebenen Handlungsziels ausgesprochen werden kann. Es herrscht die Überzeugung, technologische Handlungsregeln besäßen grundsätzlich eine andere epistemische Qualität als die gesetzesartigen Aussagen aus Theorien<sup>14)</sup>. Die Regeln stellen Regularitäten des praktischen Handelns dar, ohne jedoch einen nomischen Anspruch auf räumlich und zeitlich ubiquitäre Geltung zu erheben.

---

10) Darüber hinaus besteht Einigkeit bezüglich der wissenschaftlichen Aufgaben, die im Umgang mit Technologien zu erfüllen sind: Ähnlich wie bei Theorien gilt es, Technologien zunächst zu formulieren und alsdann hinsichtlich der Zuverlässigkeit ihrer Entscheidungsempfehlungen empirisch zu überprüfen. Daher kann - analog zu ALBERT'S Diktum für Theorien in einer der voranstehenden Anmerkungen - wiederum von den beiden Aufgaben der *Konstruktion* und *Kritik* gesprochen werden. Diesmal beziehen sie sich aber nicht auf Theorien, sondern auf Technologien. Allerdings ist auf den feinen Unterschied hinzuweisen, daß sich die Formulierung von Technologien - im Gegensatz zur Aufstellung von Theorien - nicht generell als ein kreativer Akt charakterisieren läßt. Denn die Vertreter des derivativen Technologieverständnisses betrachten den Prozeß der Technologieformulierung als einen systematischen Transformationsvorgang (Näheres dazu in Kürze). Nur aus der Perspektive von Anhängern der originären Technologieauffassung kann die Ansicht vertreten werden, die Formulierung einer Technologie erfordere genauso kreative Leistungen wie die Aufstellung einer Theorie.

11) Vgl. AGASSI (1974), S. 52ff.; RAPP (1974), S. 100ff.; BUNGE (1974), S. 21ff. (hinsichtlich seiner "operativen" Variante "technologischer Theorien"); BUNGE (1985) S. 219ff.; WENKEL (1988), S. 112ff., insbesondere S. 115ff.; NIENHÜSER (1989), S. 68ff.; BECK (1989), S. 11f., 27f. u. 36ff.; SIKORA (1994), S. 182ff. (auf indirekte Art durch Kritik am derivativen Technologieverständnis, insbesondere S. 183), S. 190ff. und - vor allem - S. 196ff. (im Anschluß an BUNGE).

12) Das schließt allerdings nicht aus, daß nomische Hypothesen im Hintergrundwissen, das eine originäre Technologie "absichern" soll, enthalten sind. Vgl. SIKORA (1994), S. 198.

13) Das Handlungsziel und die Handlungssituation lassen sich auch als subjektive bzw. "objektive" Handlungsbedingungen betrachten.

14) Vgl. BUNGE (1974), S. 29ff.; PROBST (1981), S. 4 u. 33ff.; SIKORA (1994), S. 191.

Die originäre Technologieauffassung zeichnet sich also dadurch aus, daß gegenüber Theorien mindestens eine gravierende Abweichung postuliert wird: Man glaubt, ohne unmittelbare Berücksichtigung von nomischen Hypothesen auszukommen und statt dessen eigenständige technologische Handlungsregeln zu benötigen. Daher verwundert es nicht, daß die Ansicht vertreten wird, Technologien ließen sich im Regelfall nicht aus Theorien ableiten. Das praktische Erkenntnisziel der Betriebswirtschaftslehre erfordere deshalb einen Denkansatz, der von ihrem theoretischen Erkenntnisziel unabhängig sei und infolgedessen eigene Wege beschreiten müsse. Darüber hinaus wird mitunter die Ansicht verteidigt, daß formallogische Schlußfolgerungen<sup>15)</sup> zur Ableitung glaubwürdiger Empfehlungen im allgemeinen nicht ausreichen<sup>16)</sup>. Vielmehr seien auch Spielarten des inhaltlichen Schlußfolgerns erforderlich, die z.B. kraft "praktischer" Rationalität in die Erzeugung von "plausiblen" Argumentationsketten eingehen.

Das *derivative Technologieverständnis*<sup>17)</sup> bezieht dagegen in allen voranstehenden Aspekten eine Gegenposition: Seine Anhänger sind überzeugt, daß Entscheidungsempfehlungen niemals ohne die direkte Kenntnis mindestens einer gesetzesartigen Aussage glaubwürdig gerechtfertigt werden können. Zwar stimmen sie durchaus zu, daß technologische Handlungsregeln bei der Formulierung von Technologien eine große Rolle spielen. Aber sie bestreiten die grundsätzliche Verschiedenartigkeit von technologischen Handlungsregeln einerseits und gesetzesartigen Aussagen andererseits. Statt dessen behaupten sie, die technologischen Handlungsregeln könnten mittels geeigneter Transformationen aus den nomischen Hypothesen einer zugrundeliegenden Theorie abgeleitet werden. Schließlich wäre es auch nicht notwendig, auf nicht-deduktive Arten des inhaltlichen Schlußfolgerns zurückzugreifen. Vielmehr reiche die inferentielle Abgeschlossenheit des Aussagenzusammenhangs einer Technologie gegenüber deduktiven Schlußfolgerungen vollkommen aus, um glaubwürdige Entscheidungsempfehlungen zu gewinnen.

Hinsichtlich der beiden alternativen Technologieauffassungen konnte bis heute in der Wissenschaftlergemeinschaft kein Konsens erzielt werden. Einigkeit besteht nur darüber, daß technologische Handlungsregeln unabhängig von ihrem originären oder derivativen Charakter zu den herausragenden Aspekten betriebswirtschaftlicher Forschung und Praxis gehören. Das gilt auch dann, wenn der Regelcharakter ihrer Entscheidungsempfehlungen nicht unmittelbar in Erscheinung tritt. Beispielsweise lassen sich Gestaltungs- oder Entscheidungsmodelle als implizite Repräsentationen von technologischen Handlungsregeln interpretieren. Denn die Entscheidungsempfehlungen dieser Regeln können expliziert werden, indem Lösungen für die Entscheidungsmodelle ermittelt werden. Dies wird später anhand einer kleinen produktionswirtschaftlichen Fallstudie demonstriert.

---

15) Zumeist werden formallogische Schlußfolgerungen mit Deduktionen gleichgesetzt. Das ist zwar nicht notwendig, weil es auch andere formallogische Schlußfolgerungsarten - wie die später erwähnte Abduktion - gibt. Von dieser Komplizierung wird hier aber abgesehen. Daher wird der Einfachheit halber zwischen formallogischen Schlußfolgerungen und Deduktionen nicht näher differenziert.

16) Vgl. SIKORA (1994), S. 189.

17) Vgl. POPPER (1949), S. 53ff.; POPPER (1957), S. 58ff.; ALBERT (1964), S. 66ff.; ALBERT (1965a), S. 191ff.; FISCHER-WINKELMANN (1971), S. 128ff.; POPPER (1972), S. 51f.; POPPER (1974), S. 47ff.; EICHNER (1974), S. 45ff., 89ff. u. 323ff.; BUNGE (1974), S. 21ff. (aber nur hinsichtlich der dort diskutierten "substanziellen" Variante "technologischer Theorien"); AGASSI (1974), S. 52 (distanziert); KUBICEK (1975), S. 26f.; ALBERT (1976), S. 176ff.; BRAUN (1977), S. 127ff.; ALISCH (1978), S. 20ff.; ALBERT (1978), S. 20f.; POPPER (1984), S. 366f.; ALBERT (1987), S. 70 u. 72ff.; SCHANZ (1988), S. 77ff.; WENKEL (1988), S. 102, 108, 111 u. 115; NIENHÜSER (1989), S. 55ff.; SCHNEEWEIS (1992), S. 252f. (distanziert); SIKORA (1994), S. 182ff. (distanziert).

## 2.2 Das originäre Technologieverständnis

Die originäre Technologieauffassung wird von jenen Fachvertretern bevorzugt, die der Überzeugung anhängen, Gestaltungsempfehlungen auf der Basis von gesetzesartigen Aussagen seien im betriebswirtschaftlichen Erkenntnisbereich unmöglich. Diese Unmöglichkeitsthese stützt sich im wesentlichen<sup>18)</sup> auf drei Argumente, die teils unabhängig voneinander, teils aber auch im Zusammenhang angeführt werden<sup>19)</sup>.

Erstens stellen sie fest, daß gesetzesartige Aussagen eine unbeschränkte raumzeitliche Geltung besitzen müssen (Universalitätsargument)<sup>20)</sup>. Dies sei aber im gesamten wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Bereich ausgeschlossen<sup>21)</sup>. Zweitens wenden sie ein, daß es wegen des deterministischen Charakters von gesetzesartigen Aussagen prinzipiell ausgeschlossen sei, das wirtschaftliche Handeln von Menschen mit ihrer charakteristischen Willensfreiheit zu erklären (Determinismusargument). Drittens behaupten sie, bis heute sei es überhaupt noch nicht gelungen, gesetzesartige Aussagen mit betriebswirtschaftlicher Relevanz aufzustellen (Relevanzargument)<sup>22)</sup>.

Es steht hier nicht der Raum zur Verfügung, die vorgenannten Argumente detailliert zu erörtern. Lediglich einige grobe Hinweise mögen ausreichen, um die Möglichkeit ihrer Entkräftung zu skizzieren<sup>23)</sup>.

Das Universalitätsargument beruht auf einem fehlerhaften Verständnis derjenigen Rolle, die der Allquantifizierung in gesetzesartigen Aussagen zukommt. Die Allquantoren erstrecken sich zwar zunächst auf alle denkmöglichen Objekte, die sich für die Variablen einer "Wenn ..., dann ..." -Aussage einsetzen lassen. Aber jede vollständig formulierte gesetzesartige Aussage enthält in ihrer Antezedenzkomponente Randbedingungen. Sie schränken den Anwendungsbereich der nomischen Hypothese auf jene raumzeitlichen Realitätsausschnitte ein, in denen die Randbedin-

---

18) Ein weiteres, besonders radikales Argument trägt WENKEL (1988), S. 119, vor: Er betrachtet in apodiktischer Weise die (betriebswirtschaftliche) "Praxis ... als autonomes System in der Lebenswelt ..., das keine internen Gesetze kennt".

19) Vgl. auch die ausführlichere Darstellung von Einwänden gegen das derivative Technologieverständnis bei NIENHÜSER (1989), S. 59ff.

20) Vgl. RAFFEE (1974), S. 32 u. 38.

21) Vgl. SCHNEEWEIS (1992), S. 254 (andeutungsweise).

22) Vgl. RAFFEE (1974), S. 38f.; CHMIELEWICZ (1979), S. 85f.; PROBST (1981), S. 4 u. 35; SCHNEEWEIS (1992), S. 232; SIKORA (1994), S. 185f. Das Relevanzargument kann als eine Implikation sowohl des Universalitäts- als auch des Determinismusarguments angesehen werden. Denn aus den Thesen der beiden letztgenannten Argumente, gesetzesartige Aussagen seien in der Betriebswirtschaftslehre unmöglich, folgt unmittelbar, daß sie sich auch nicht feststellen lassen. Hier wird das Relevanzargument aber als eigenständige Argumentation betrachtet. Sie greift auch dann noch, wenn es "prinzipiell" möglich sein sollte, gesetzesartige Aussagen im betriebswirtschaftlichen Bereich zu formulieren. Das Relevanzargument kann also aufrechterhalten werden, ohne dem Universalitäts- und dem Determinismusargument zustimmen zu müssen.

23) Vgl. dazu auch die ausführlichere Argumentation hinsichtlich des Universalitäts- und Determinismusarguments bei ZELEWSKI (1993a), S. 62ff.

gungen tatsächlich zutreffen<sup>24</sup>). Daher besitzt eine gesetzesartige Aussage zwar einen universellen Geltungs-, aber nur einen erheblich eingeschränkten Anwendungsbereich<sup>25</sup>). Anstatt über die angeblich unerfüllbare universelle Geltung von gesetzesartigen Aussagen zu lamentieren, wäre es daher fruchtbarer, ihre mutmaßlichen Anwendungsbereiche durch eine möglichst weitreichende Offenlegung von Randbedingungen sorgfältig zu eruieren und kritisch zu überprüfen.

Das Determinismusargument unterliegt wiederum einem Mißverständnis. Seine Anhänger, die sich gegen einen unberechtigten "Szientismus" in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wehren, pflegen das Vorurteil, alle gesetzesartigen Aussagen müßten so formuliert sein, wie sie es aus der klassischen Mechanik her gewohnt sind: als deterministische Kausalgesetze. Damit verkennen sie aber die Fülle von stochastischen Gesetzmäßigkeiten, die seitens der Naturwissenschaften erforscht werden. Gesetzesartige Aussagen im Bereich der Quantentheorie oder auch der Statistischen Mechanik gehören zu den bekanntesten Beispielen. Es spricht nichts dagegen, gesetzesartige Aussagen über den stochastischen Zusammenhang zwischen betriebswirtschaftlichen Sachverhalten aufzustellen<sup>26</sup>). Solche stochastischen Gesetzhypothesen widersprechen nicht der Willensfreiheit des Individuums, weil sie nur Wahrscheinlichkeitsaussagen über Individuenaggregate treffen.

Das Relevanzargument läßt sich ohne große Mühen entkräften, indem lediglich auf einige wesentliche gesetzesartige Aussagen mit betriebswirtschaftlichem Charakter aufmerksam gemacht wird<sup>27</sup>): GUTENBERG's Ausgleichsgesetz der Planung<sup>28</sup>), eine Sammlung kybernetischer

24) Wegen der Einschränkung des *Anwendungsbereichs* ist es überhaupt nicht notwendig, den universellen *Geltungsbereich* einer gesetzesartigen Aussage auf einen bestimmten, raumzeitlich beschränkten Geltungsbereich zu begrenzen. Dennoch wird gerade im sozialwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Schrifttum die Ansicht vertreten, nur durch solche raumzeitlichen Geltungseinschränkungen sei es möglich, "sinnvolle" gesetzesartige Aussagen zu gewinnen. Wegen ihrer Universalitätseinbuße handle es sich aber nicht mehr um "echte" nomische Hypothesen, sondern nur noch um (hypothetische) "Quasigesetze". Entsprechend könne auch nur noch von sozialwissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen "Quasitheorien" oder Theorien "mittlerer Reichweite" die Rede sein. Vgl. zur weit verbreiteten Vorliebe für solche Quasigesetze, Quasitheorien und Theorien mittlerer Reichweite Albert (1965b), S. 131ff.; ALBERT (1967), S. 484ff.; TOPITSCH (1968), S. 147; FISCHER-WINKELMANN (1971), S. 42ff. (distanziert); WATRIN (1972), S. 370f.; TOPITSCH (1972), S. 329f.; RAFFEE (1974), S. 39 u. 74; HUPPERTSBERG (1975), S. 147ff.; PETRI (1976), S. 219ff.; ALBERT (1976), S. 179f.; BRAUN (1977), S. 29f.; CHMIELEWICZ (1979), S. 86; KURRAS (1984), S. 59f.; STACHOWIAK (1987), S. 169ff.; KRETSCHMANN (1990), S. 26f., 39, 104, 107 u. 156; OPP (1990), S. 7f.; SCHNEEWEIB (1992), S. 232 u. 254 (auf S. 254 dort verklausuliert als "situative" Aussagen, die den "All-Aussagen" von nomischen Hypothesen gegenübergestellt werden); SIKORA (1994), S. 191. Vgl. aber auch die ausführlichere Kritik an diesen Vorstellungen in ZELEWSKI (1993a), S. 62ff.

25) Die Anhänger von Quasigesetzen, Quasitheorien und Theorien mittlerer Reichweite, die in der voranstehenden Anmerkung genannt wurden, unterlassen es, zwischen dem universellen Geltungsbereich einer gesetzesartigen Aussage und ihrem - mit der Hilfe von Randbedingungen - eingeschränkten Anwendungsbereich zu differenzieren. So werden sie zu Mißverständnissen hinsichtlich des "universellen Wesens" von gesetzesartigen Aussagen verleitet. Besonders deutlich wird dies bei SCHNEEWEIB (1992), S. 254: "Man braucht nicht mehr eine 'All-Aussage', sondern lediglich eine für ganz konkrete Randbedingungen gültige (d.h. situative) Aussage" (Fettdruck im Original hier unterlassen). SCHNEEWEIB scheint hier der Ansicht zu sein, daß konkrete Randbedingungen in gesetzesartigen "All-Aussagen" nicht vorkämen. Dies widerspricht aber der typischen Formulierung gesetzesartiger Aussagen, die in ihren Antezedenzkomponenten nahezu immer Randbedingungen anführen. Auf S. 236 erwähnt SCHNEEWEIB sogar selbst Randbedingungen als Bestandteile von gesetzesartigen Aussagen, scheint dies aber in seinem Diktum von S. 254 nicht mehr zu berücksichtigen. RAFFEE (1974), S. 40, erkennt sogar ausdrücklich an, daß der Anwendungsbereich ("Geltungsbereich") gesetzesartiger Aussagen eingeschränkt werden kann, indem zusätzliche Randbedingungen ("Anwendungsbedingungen") in ihre Antezedenzkomponenten aufgenommen werden. Dennoch schließt er sich auf S. 39 der herrschenden Meinung an, in der Betriebswirtschaftslehre ständen Quasitheorien mit raumzeitlich eingeschränkten Quasigesetzen im Vordergrund.

26) Vgl. RAFFEE (1974), S. 39 (allerdings sehr skeptisch); KÖHLER (1976), S. 37f.

27) Vgl. daneben den Überblick über betriebswirtschaftliche Gesetze in dem Sammelband SCHANZ (1979a), auf S. 3 bis S. 56. Vgl. auch die Anführung weiterer betriebswirtschaftlicher Gesetze bei RAFFEE (1974), S. 68.

28) Vgl. HETTICH (1979), S. 54ff.; GUTENBERG (1983), S. 164f.; SABEL (1989), Sp. 62ff.

Gesetzhypothesen, die von PROBST zusammengetragen wurden<sup>29)</sup>, sowie verhaltenswissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten, die vor allem von SCHANZ diskutiert werden<sup>30)</sup>. Darüber hinaus stellen auch alle Verbrauchs- und Produktionsfunktionen, die im Rahmen der Produktionstheorie erforscht werden, eine spezielle mathematische Darstellungsform betriebswirtschaftlicher Gesetze dar<sup>31)</sup>. Gleiches gilt für Preisabsatz- und Reaktionsfunktionen. Sie repräsentieren in absatzwirtschaftlichen Analysen nomische Hypothesen über das Verhalten von Kunden bzw. Konkurrenten. Schließlich sind auch das Gesetz der Massenproduktion<sup>32)</sup> und das Lerngesetz der (industriellen) Produktion<sup>33)</sup> zu nennen.

Ungeachtet der zuvor skizzierten Gegenargumente wird fortan im Sinne der Unmöglichkeitsthese davon ausgegangen, daß es der Betriebswirtschaftslehre zumindest im Bereich praxisrelevanter Gestaltungsaufgaben nicht gelinge, empirisch gültige gesetzesartige Aussagen aufzustellen. Diese Voraussetzung ist erforderlich, um das originäre Technologieverständnis glaubwürdig vertreten zu können. Denn nur so können seine Anhänger darauf verweisen, die Transformationen gesetzesartiger Aussagen, auf die sich die konkurrierende derivative Technologieauffassung stützt, ließen sich überhaupt nicht anwenden. Also müssen die Befürworter des originären Technologieverständnisses - sofern sie Empfehlungen für die Auswahl zwischen betriebswirtschaftlichen Gestaltungsalternativen aussprechen wollen - darauf pochen, technologische Handlungsregeln vollkommen unabhängig von gesetzesartigen Aussagen anwenden zu können<sup>34)</sup>.

Allerdings reicht es nicht aus, mit sprachlicher Eloquenz immer wieder die qualitative Unterschiedlichkeit von technologischen Handlungsregeln und gesetzesartigen Aussagen hervorzuheben. Vielmehr müßte ihre Verschiedenartigkeit schlüssig nachgewiesen werden. Dies ist bis heute jedoch nicht gelungen.

Zwar wird von Anhängern des originären Technologieverständnisses betont, technologische Handlungsregeln besäßen niemals den raumzeitlich unbeschränkten Geltungsanspruch von nomischen Hypothesen. Statt dessen seien die technologischen Handlungsregeln immer auf diejenigen Bereiche beschränkt, in denen die spezifischen Randbedingungen der vorgegebenen Handlungssituationen erfüllt sind. Letztes trifft ohne Zweifel zu. Aber es wurde schon kurz zuvor aufgezeigt, daß der Rekurs auf einen raumzeitlich unbeschränkten Geltungsanspruch nomischer Hypothesen in die Irre führt. Ausschlaggebend ist statt dessen, daß der Anwendungsbereich einer gesetzesartigen Aussage durch die Randbedingungen in ihrer Antezedenzkomponente in der Regel erheblich eingeschränkt ist. Daher besteht kein grundsätzlicher Unterschied zwischen technologischen Regeln, deren Anwendbarkeit durch Randbedingungen begrenzt wird, und gesetzesartigen Aussagen, deren Anwendungsbereich von analogen Randbedingungen limitiert wird.

---

29) Vgl. PROBST (1981) S. 340f. in Verbindung mit S. 32f., 40f., 75ff., 127 u. 338f. (über den Gesetzescharakter der Exemplare, die auf S. 340ff. angeführt werden, läßt sich allerdings streiten).

30) Vgl. SCHANZ (1977) S. 9, 77, 80, 85, 87f., 94, 117, 119, 174ff., 179 u. 239f.

31) Vgl. zum nomischen Charakter von Produktionsfunktionen SCHANZ (1979b), S. 3; KÖTTER (1983), S. 335; FANDEL (1991a), S. 234; FANDEL (1991b), S. 173; ZELEWSKI (1993a), S. 25 u. 34ff.

32) Vgl. BÜCHER (1920), S. 87ff., insbesondere S. 103; BEA (1992), S. 402; KERN (1992), insbesondere S. 59f., daneben auch S. 43, 54, 119 u. 133.

33) Vgl. KERN (1992), S. 60f. u. 182ff.

34) An dieser Stelle ließe sich bereits ein kritischer Einwand erheben: Es drängt sich der Verdacht auf, die originäre Technologieauffassung sei gar nicht so "ursprünglich", wie sie erscheinen möchte. Vielmehr ergebe sie sich als *Konsequenz* aus den beiden Grundüberzeugungen, einerseits gesetzesartige Aussagen im Bereich der Betriebswirtschaftslehre abzulehnen und andererseits dennoch nicht auf Empfehlungen für praktische Gestaltungsentscheidungen verzichten zu wollen. Solche Vermutungen über Motive im wissenschaftlichen Basisbereich lassen sich aber kaum jemals erhärten oder gar beweisen. Daher wird von Spekulationen dieser Art Abstand genommen.

Darüber hinaus läßt sich zeigen, daß die technologischen Handlungsregeln, sobald sie formalsprachlich präzisiert werden, stets die gleiche Form wie gesetzesartige Aussagen aufweisen: Jede technologische Handlungsregel läßt sich in der Gestalt eines allquantifizierten Subjugats wiedergeben, das dem Antezedenz aus Handlungsziel und Randbedingungen die Konklusion der empfohlenen Gestaltungsentscheidung zuweist<sup>35</sup>). Auch diese Einsicht spricht gegen die Behauptung, technologische Handlungsregeln und gesetzesartige Aussagen seien grundverschieden.

Schließlich konnte in subtilen handlungstheoretischen Analysen<sup>36</sup>) aufgezeigt werden, daß sich Handlungen mittels eines Argumentationsschemas erklären lassen, das auf mindestens einer gesetzesartigen Aussage beruht, aber ohne eine technologische Handlungsregel *sui generis* auskommt<sup>37</sup>). Es bereitet keine Schwierigkeiten, in diesem Argumentationsschema die Erklärung einer tatsächlichen Handlung durch die Erklärung zu ersetzen, warum eine fiktive Entscheidungshandlung empfohlen werden sollte. Das geringfügig modifizierte Schema gestattet daher, Entscheidungsempfehlungen stets so zu rekonstruieren, daß sie ebenso auf mindestens einer gesetzesartigen Aussage fußen, aber keine eigenständigen technologischen Regeln benötigen. Zugleich zeichnet sich das Argumentationsschema dadurch aus, daß zur Ableitung einer konkreten Entscheidungsempfehlung logische Schlußfolgerungen deduktiver Art vollkommen ausreichen<sup>38</sup>). Damit widerlegt es die Behauptung, zur Gewinnung technologischer Empfehlungen

---

35) Eine technologische Handlungsregel kann in ihrem Antezedenz auch die Konjunktion aus mehreren Handlungszielen umfassen. Ebenso ist es möglich, daß ihr Antezedenz nur eine oder überhaupt keine Randbedingung enthält. Schließlich darf in ihrer Konklusion auch die Konjunktion aus mehreren empfohlenen Entscheidungen vorkommen, solange sich die Entscheidungen nicht inhaltlich gegenseitig ausschließen. Auf Komplizierungen der vorgenannten Arten wird hier aber nicht weiter eingegangen, weil sie an der typischen Form allquantifizierter Subjugate für technologische Handlungsregeln nichts ändern.

36) Vgl. SCHMID (1979a), S. 68ff.; SCHMID (1979b), S. 506ff.

37) Die mindestens eine gesetzesartige Aussage hat SCHMID etwas verborgen. Sie ist aber in seinem Argumentationsschema tatsächlich enthalten, und zwar in der Antezedenzbedingung "(2)" (vgl. SCHMID (1979a), S. 68f.; SCHMID (1979b), S. 507f. u. 510f.). Dort wird gefordert, eine handelnde Person P müsse daran glauben, "daß unter den gegebenen Umständen H ein Mittel (unter anderen möglichen) ist, [das Ziel] Z direkt oder indirekt zu erreichen" (SCHMID (1979a), S. 69; Ergänzung [...] durch den Verfasser). Das Mittel H ist also hinreichend, aber keineswegs notwendig für die Erreichung des Ziels Z. Allerdings erweist sich das Mittel H nur dann als hinreichend, wenn zusätzlich bestimmte Umstände "gegebenen" sind. Werden jene Umstände durch den Ausdruck R für die Randbedingungen der Anwendbarkeit des Mittels H ausgezeichnet, so liegt ein Subjugat der Form " $(R \wedge H) \rightarrow Z$ " vor. Wie für alle gesetzesartigen Aussagen gilt auch hier, daß das Mittel H und die Randbedingungen R für die Erreichung des Ziels Z nur hinreichend, aber nicht notwendig sind, weil auch andere Mittel H' unter denselben oder unter modifizierten Randbedingungen zur Erreichung des Ziels Z möglich sein können. SCHMID weist ausdrücklich darauf hin. Das entspricht genau dem Abduktionszusammenhang, der vom Ziel Z zu einem Mittel H zurückverweist. Darauf wird in Kürze näher eingegangen. Dagegen hätte eine typische technologische Handlungsregel die Form: " $(Z \wedge R) \rightarrow H$ ". Sie würde aus der Verfolgung des Ziels H und den gegebenen Umständen R als Randbedingungen die Empfehlung ableiten, sich zugunsten des Mittels H zu entscheiden. Eben diese alternative Subjugatformulierung, die zu einer technologischen Handlungsregel gehören würde, findet sich im Argumentationsschema von SCHMID aber nicht. Es ist an dieser Stelle unbeachtlich, daß SCHMID seine gesetzesartigen Aussagen nur als aussagen-, nicht aber als prädikatenlogische Formeln formuliert. Dadurch geht zwar die typische Allquantifizierung gesetzesartiger Aussagen verloren. Aber ein später präsentiertes Beispiel wird zeigen, daß es keine Probleme bereitet, als gesetzesartige Aussagen tatsächlich prädikatenlogische allquantifizierte Subjugatformeln anzugeben.

38) Vgl. SCHMID (1979a), S. 93 u. 115; SCHMID (1979b), S. 491, 506 u. 514.

sei eine besondere "praktische" Rationalität erforderlich, um "inhaltliche" Schlußfolgerungen jenseits der formallogischen Deduzierbarkeit auszuführen<sup>39)</sup>.

Aufgrund des Vorhergesagten kämpft die originäre Technologieauffassung mit schwerwiegenden Unzulänglichkeiten. Daher könnte angenommen werden, das derivative Technologieverständnis habe bereits obsiegt. Das muß aber keineswegs der Fall sein<sup>40)</sup>. Daher erscheint es angeraten, auch die Argumentationsweise der letztgenannten Technologieauffassung kritisch zu beleuchten. Dabei wird sich zeigen, daß selbst dann, wenn der derivativen Technologieauffassung weitgehend zugestimmt wird, das originäre Technologieverständnis dennoch nicht vollkommen von der Hand gewiesen werden kann.

## 2.3 Das derivative Technologieverständnis

### 2.3.1 Einführung in das Transformationsproblem

Die derivative Technologieauffassung beruht zunächst auf der Präsupposition, daß betriebswirtschaftliche Theorien mit gesetzesartigen Aussagen aufgestellt und empirisch bestätigt werden können. Die früheren Andeutungen zur Entkräftung des Relevanzarguments, das oftmals von Vertretern des originären Technologieverständnisses zur Stützung ihrer Unmöglichkeitsthese vorgetragen wird, lassen diese Präsupposition als unproblematisch erscheinen. Schwierigkeiten entstehen aber hinsichtlich der Behauptung, technologische Handlungsregeln könnten aus gesetzesartigen Aussagen mittels "geeigneter" Transformationen gewonnen werden.

Um diese Probleme zu verdeutlichen, wird von einer beliebigen gesetzesartigen Aussage ausgegangen, die als Bestandteil einer Theorie vorliegt. Zur Vereinfachung der Argumentation wird die gesetzesartige Aussage in einer simplifizierten aussagenlogischen Form als reines Subjugat " $A \rightarrow K$ " mit der Antezedenzkomponente A und der Konklusionskomponente K dargestellt. Auf die prädikatenlogische Allquantifizierung wird der Anschaulichkeit halber verzichtet<sup>41)</sup>.

---

39) Daneben stehen die Anhänger der "praktischen" Rationalität vor dem gravierenden Problem zu rechtfertigen, aus welchem Grund ihre "inhaltlichen" Schlußfolgerungen trotz fehlenden Deduktionszusammenhangs hinreichend glaubwürdig sein sollten, um Handlungs- oder Entscheidungsempfehlungen zu stützen. In Einzelfällen mag dies gelingen, so z.B. bei induktiven Schlußfolgerungen. Sie führen zu einer inhaltlichen Generalisierung von endlich vielen Einzelbeobachtungen auf eine gesetzesartige Aussage mit allgemeinem Geltungsanspruch. Aber in zahlreichen anderen Fällen bleiben ähnlich überzeugende Rechtfertigungen der Glaubwürdigkeitspostulate aus. Der Verfasser hat dies an anderer Stelle in exemplarischer Auseinandersetzung mit einem Beitrag zur "praktischen" Rationalität ausführlicher diskutiert. Vgl. ZELEWSKI (1991), S. 61ff.

40) Dieser Fall träte nur dann ein, wenn es sich bei den beiden Alternativen der originären und der derivativen Technologieauffassung um eine vollständige Disjunktion handeln würde. Das trifft aber nicht zu. Denn es wird alsbald skizziert, daß sich technologische Aussagenszusammenhänge einerseits sehr wohl aus (intentional und situativ angereicherten) Theorien ableiten lassen. Das läuft dem originären Technologieverständnis zuwider. Andererseits wird aber auch deutlich werden, daß es im allgemeinen nicht möglich ist, technologische Handlungsregeln lediglich durch tautologische Transformationen aus gesetzesartigen Aussagen zu gewinnen. Das widerspricht der derivativen Technologieauffassung. Also muß es eine dritte Variante des Technologieverständnisses geben, die weder mit ihrer originären noch mit ihrer derivativen Alternative zusammenfällt. Sie wird abschließend anhand eines kleinen Beispiels kurz skizziert.

41) Im verdeutlichenden Beispiel der späteren Fallstudie wird die prädikatenlogische Allquantifizierung gesetzesartiger Aussagen nachgeholt.

Die Antezedenzkomponente A wird in zwei Subkomponenten aufgespalten. Die Handlungskomponente H bezeichnet die Ausführung einer bestimmten Handlung<sup>42)</sup>. Die Randbedingungskomponente R faßt alle Bedingungen zusammen, die erfüllt sein müssen, damit sich die gesetzesartige Aussage auf die Ausführung der Handlung H anwenden läßt. Die Randbedingungskomponente legt also den Anwendungsbereich der modifizierten gesetzesartigen Aussage " $(H \wedge R) \rightarrow K$ " fest. Die Konklusionskomponente K gibt jene Konsequenzen wieder, die sich mit gesetzeshafter Zwangsläufigkeit einstellen, wenn die Handlung H ausgeführt wird und dabei alle Randbedingungen aus der Komponente R für den Anwendungsbereich der gesetzesartigen Aussage zutreffen.

Eine technologische Handlungsregel besitzt dagegen im allgemeinen die Gestalt " $(Z \wedge R) \rightarrow H$ ". Sie drückt aus, daß bei Verfolgen des Ziels Z und Zutreffen der Randbedingungen R empfohlen wird, sich zugunsten der Handlung H zu entscheiden. Das technologische Transformationsproblem besteht deshalb in der Aufgabe, aus einer gesetzesartigen Aussage der Form " $(H \wedge R) \rightarrow K$ " eine technologische Handlungsregel der Gestalt " $(Z \wedge R) \rightarrow H$ " zu gewinnen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe wurden im wesentlichen zwei unterschiedliche Transformationsansätze entwickelt: eine tautologische und eine invertierende Vorgehensweise<sup>43)</sup>.

## 2.3.2 Lösungsansätze für das Transformationsproblem

### 2.3.2.1 Der tautologische Transformationsansatz

Der tautologische Ansatz geht im wesentlichen auf Überlegungen von POPPER und ALBERT zurück<sup>44)</sup>. Er beruht auf einer "tautologischen" Transformation der gesetzesartigen Aussage " $(H \wedge R) \rightarrow K$ " in die ebenso gesetzesartige Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ ". Dabei erfolgt lediglich eine metasprachliche Uminterpretation der Handlungs- und Konklusionskomponente aus der erstgenannten gesetzesartigen Aussage: Die Handlung H wird jetzt als ein Mittel  $M_H$  aufgefaßt, das - unter den unveränderten Randbedingungen R - ausreicht, um die Erreichung des Ziels Z zu bewirken<sup>45)</sup>. Das Ziel Z tritt an die Stelle der Handlungskonsequenzen K. Die Konklusionskomponente K gibt also lediglich die Handlungskonsequenzen wieder, die im Interesse der Verwirklichung des Ziels Z intendiert werden.

---

42) Strenggenommen müßte zwischen einer Handlung und ihrer Ausführung unterschieden werden. Um die daraus folgenden sprachlichen und formalen Komplizierungen zu vermeiden, werden aber hier die Handlungsausführung in der Komponente H und die betroffene Handlung miteinander gleichgesetzt. Unter dieser vereinfachenden Annahme wird im folgenden auch kurz von der Handlung H geredet.

43) Des öfteren werden auch beide Transformationsansätze unzulässig vermengt. Besonders deutlich wird dies bei RAFFEE (1974), S. 68. Er wendet inhaltlich den invertierenden Transformationsansatz an, bezeichnet ihn aber ausdrücklich als tautologische Transformation. Dies ist fehlerhaft, weil der invertierende Ansatz den logischen Gehalt einer gesetzesartigen Aussage keineswegs tautologisch transformiert, sondern wesentlich verzerrt. Darauf wird in Kürze näher eingegangen.

44) Vgl. ALBERT (1964), S. 67f.; ALBERT (1965a), S. 192ff.; FISCHER-WINKELMANN (1971), S. 129ff.; POPPER (1972), S. 52; EICHNER (1974), S. 45ff.; BRAUN (1977), S. 127ff. (BRAUN arbeitet auf S. 133f. einen Unterschied zwischen POPPER's und ALBERT's Transformationsweise heraus, der sich auf unterschiedliche Anwendungen des Schemas deduktiver Erklärungen bezieht); ALISCH (1978), S. 21f.; SCHANZ (1988), S. 77ff.; WENKEL (1988), S. 108 (ablehnend); SCHNEEWEIß (1992), S. 252; SIKORA (1994), S. 183ff. (distanziert).

45) Der Übersichtlichkeit halber wird darauf verzichtet, zwischen der Erreichung des Ziels Z und dem Ziel selbst zu differenzieren.

Bei der tautologischen Transformation geschieht daher nicht mehr, als das frühere Paar aus Handlungsausführung und -konsequenzen auf der metasprachlichen Ebene durch ein Mittel/Ziel-Paar<sup>46)</sup> zu ersetzen. Dadurch wird die objektsprachliche Struktur der gesetzesartigen Aussage " $(H \wedge R) \rightarrow K$ " überhaupt nicht verändert<sup>47)</sup>. Die transformierte gesetzesartige Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " wird nun so ausgelegt, daß sie einen Ausschnitt aus dem Möglichkeitsraum zur Erreichung des Ziels Z anzeigt. Dabei lassen sich eine engere und eine umfassendere Auslegungsvariante unterscheiden.

Im engeren Sinn gilt: Falls das Ziel Z verfolgt wird, so ist die Handlung H dafür ein taugliches Mittel ( $M_H$ ), sofern auch die Randbedingungen R erfüllt sind. Mittels der Handlung H kann also das Ziel Z erreicht werden. Es wird aber nicht ausgeschlossen, daß sich dasselbe Ziel auch durch alternative Handlungen H' erreichen läßt. Daher wird keineswegs ausgesagt, daß die Handlung H als Mittel eingesetzt werden muß, um das Ziel Z zu erreichen.

Wenn die Randbedingungen in der aktuellen Handlungssituation noch nicht vollständig zutreffen, so wird im umfassenderen Sinn die Einsicht vermittelt: Um das Ziel Z zu erreichen, reicht es aus, zunächst die Randbedingungen R vollständig zu realisieren und alsdann die Handlung H auszuführen.

Sowohl im engeren als auch im umfassenderen Sinn behält die Möglichkeitsaussage über das Erreichen des Ziels Z ihren ursprünglichen gesetzesartigen Charakter unverändert aufrecht, der in der Form " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " expliziert wurde. Darin manifestiert sich nochmals der tautologische Charakter des hier behandelten Transformationsansatzes. Er zeichnet sich im wesentlichen<sup>48)</sup> durch eine besondere Stärke und eine charakteristische Schwäche aus.

46) In der Regel wird in dieser Hinsicht von Mitteln und Zwecken gesprochen. Da aber hier stets von betriebswirtschaftlichen (Sach- und Formal-)Zielen die Rede ist, wird der einheitlichen Diktion zuliebe auch weiterhin auf Ziele Bezug genommen. Dafür spricht, daß zumindest in der betriebswirtschaftlichen Literatur Zwecke und Ziele zumeist als Synonyme verwendet werden.

47) Deshalb kann von einer tautologischen Transformationsweise gesprochen werden. Allerdings lassen sich demgegenüber Bedenken anmelden. Denn tautologische Transformationen sind im Rahmen der formalen Logik wohldefinierte, rein syntaktische Transformationen: Sie formen eine logische Formel ("Aussage") derart um, daß das Subjugat aus jener Formel und ihrem Transformationsergebnis allgemeingültig ist. Vgl. ESSER (1977), S. 36. Diese Allgemeingültigkeit ist der inhaltliche Kern der Bezeichnung "Tautologie". Aus einer anderen Perspektive kann auch davon gesprochen werden, daß tautologische Transformationen die Wahrheitswerte von (geschlossenen) Formeln unverändert lassen. Da es sich bei tautologischen Formeltransformationen um *rein syntaktische* Operationen handelt, erscheint es unglücklich, POPPER's und ALBERT's Transformationsansatz als einen tautologischen zu bezeichnen. Denn er leistet gerade keine syntaktische Formeltransformation. Vielmehr stellt seine metasprachliche Uminterpretation von Formelkomponenten eine semantische Operationsweise dar.

Allerdings wird die Bezeichnung "tautologische Transformation" häufig in einem anderen Sinn verwendet. Gemeint ist dann die deduktive, rein syntaktisch definierte Ableitung von Entscheidungsempfehlungen aus vorgegebenen nomischen und faktischen Prämissen. Solche Ableitungen werden auch im Rahmen des derivativen Technologieverständnisses vollzogen. Jedoch handelt es sich dann nicht mehr um eine tautologische Ableitung von Handlungsregeln - um die es hier geht -, sondern um eine tautologische Ableitung von Entscheidungsempfehlungen, aus denen die Konklusionskomponente von Handlungsregeln besteht.

48) Daneben wird auch diskutiert, ob der tautologische Ansatz eine *wertfreie* Vorgehensweise darstellt. ALBERT nimmt die Wertfreiheit seines Transformationsansatzes dezidiert in Anspruch. Vgl. z.B. ALBERT (1964), S. 67, insbesondere Fußnote 57. Dagegen wird mitunter eingewandt, auch die "Mittelauswahl" zur Erreichung eines Ziels Z setze einen Bewertungsakt voraus. Vgl. BRAUN (1977), S. 134f. Der Verfasser vermag BRAUN's Argumentation allerdings nicht zu folgen. Denn der tautologische Transformationsansatz schlägt bei genauerem Hinsehen überhaupt keine *Mittelauswahl* vor. Statt dessen zeigt er nur *Möglichkeiten* der Zielerreichung durch Ausführen von Handlungen und - gegebenenfalls - auch durch Herbeiführen von Randbedingungen auf. Ein solcher Möglichkeitsnachweis stellt aber noch keine Mittelauswahl dar, falls mehrere alternative Möglichkeiten der Zielerreichung angezeigt werden. Jene Mittelauswahl würde tatsächlich auf einer normativen Entscheidung beruhen. Aber genau darüber redet ALBERT nicht, wenn er lediglich den Möglichkeitsraum der Zielerreichung mittels technologisch transformierter gesetzesartiger Aussagen entfaltet. Auf BRAUN's Vorbehalt wird später - dann allerdings aus einer anderen Perspektive - noch einmal zurückgekommen.

Die Stärke des tautologischen Transformationsansatzes liegt in seiner logischen Stringenz. Da die Formeltransformation nur die metasprachliche Formelinterpretation, nicht aber die objektsprachliche Formelstruktur verändert, bleibt der logische Gehalt der gesetzesartigen Aussage unberührt. Hinzu kommt, daß die technologische Bezugnahme auf einen *Möglichkeitsraum* für die Erreichung eines vorgegebenen Ziels genau das wiedergibt, was die zugrundeliegende gesetzesartige Aussage auszudrücken vermag. Wegen der einseitigen Gerichtetheit ihres Subjugs kann nämlich niemals ausgeschlossen werden, daß sich zur Erreichung desselben Ziels unter Umständen nicht nur die eine Handlung H eignet, sondern auch andere Handlungen H' als Mittel in Betracht kommen<sup>49)</sup>. Deswegen ist die eine Handlung H, die in der technologisch transformierten gesetzesartigen Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " als Mittel  $M_H$  ausgewiesen wird, zur Verwirklichung des Ziels Z keineswegs notwendig, sondern unter den Randbedingungen R lediglich hinreichend. Exakt diesen Sachverhalt bringt der tautologische Transformationsansatz zum Ausdruck.

In seiner logischen Stringenz gründet aber auch zugleich die Schwäche des tautologischen Transformationsansatzes. Denn er leistet nicht das, was als technologische Transformation ursprünglich intendiert wurde: Es galt, eine technologische Handlungsregel in der Form " $(Z \wedge R) \rightarrow H$ " zu gewinnen. Diese Regelform wird aber mittels tautologischer Transformation *nicht* gewonnen. Denn die technologische Handlungsregel beschränkt sich nicht darauf, eine Handlung H als *mögliches* Mittel der Zielerreichung aufzuzeigen. Vielmehr geht es ihr darum, die Handlung H (oder eine Entscheidung zugunsten der Handlung H<sup>50)</sup>) zur Erreichung des Ziels Z bei vorgegebenen Randbedingungen R zu *empfehlen*. Eine solche Empfehlung ist logisch stärker als ein bloßer Möglichkeitsnachweis. Denn die empfohlene Handlung H wird gegenüber allen anderen Handlungsalternativen H' *bevorzugt*, die zur Zielerreichung ebenso möglich wären. Diese bevorzugende Handlungsempfehlung vermag der tautologische Transformationsansatz aber nicht auszusprechen<sup>51)</sup>.

---

Noch weiter reicht die Kritik von SCHNEEWEIß (1992), S. 253. Er hält Technologien grundsätzlich für ungeeignet, um mit ihrer Hilfe die Erfüllung praktischer Gestaltungsaufgaben zu planen. Dabei insistiert er keineswegs darauf, technologische Handlungsregeln enthielten implizite Wertungen. Im Gegenteil vertritt er die Ansicht, technologische Handlungsregeln seien überhaupt nicht in der Lage, die vielfältigen Werturteile angemessen zu berücksichtigen, denen in praktischen Planungsprozessen eine erhebliche Bedeutung zukomme. Auf S. 254ff. konkretisiert SCHNEEWEIß seine Vorstellungen über die Rolle von Werturteilen für Planungsprozesse. Es geht ihm vor allem um die pragmatische Strukturierung von Planungsprozessen, die durch normative Strukturierungskonzepte geprägt wird. Auf diesen Aspekt wird später in einem erweiterten Argumentationskontext noch einmal zurückgekommen, wenn die Grenzen des derivativen Technologieverständnisses angesprochen werden.

49) Vgl. WÖHE (1959), S. 109. Die alternativen Handlungen H' können sowohl unter denselben Randbedingungen R zur Erreichung des vorgegebenen Ziels tauglich sein als auch das Herbeiführen alternativer Randbedingungen R' erfordern.

50) Die Konklusionskomponente einer technologischen Handlungsregel unterbreitet in der Regel eine Empfehlung, sich für oder wider eine bestimmte Handlungsalternative zu entscheiden. Es werden also Entscheidungsempfehlungen ausgesprochen. Zwecks sprachlicher Vereinfachung ist in diesem Beitrag aber des öfteren auch kurz von empfohlenen Handlungen oder Handlungsempfehlungen die Rede.

51) Das unterstreicht nochmals, daß der tautologische Transformationsansatz - wie von ALBERT zu Recht festgestellt - keine normative Komponente enthält. Vgl. dazu die Erläuterungen in der vorletzten Anmerkung.

### 2.3.2.2 Der invertierende Transformationsansatz

Der invertierende Ansatz<sup>52)</sup> empfiehlt abermals, die gesetzesartige Aussage " $(H \wedge R) \rightarrow K$ " in der Variante einer Mittel/Ziel-Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " zu interpretieren. Darüber hinaus wird aber die Richtung dieser subjugatförmigen gesetzesartigen Aussage umgekehrt, und die Randbedingungen werden ebenso umgestellt<sup>53)</sup>. Aus dieser Invertierung resultiert die neue technologische Aussage " $(Z \wedge R) \rightarrow M_H$ ". Sie entspricht nahezu vollkommen der gesuchten technologischen Handlungsregel " $(Z \wedge R) \rightarrow H$ "<sup>54)</sup>.

In den beiden Formeln " $(Z \wedge R) \rightarrow M_H$ " und " $(Z \wedge R) \rightarrow H$ " wird jeweils eine bedingte Empfehlung ausgesprochen: Wenn das Ziel  $Z$  verfolgt wird und in der aktuellen Handlungssituation die Randbedingungen  $R$  zutreffen, dann wird empfohlen, sich zugunsten der Handlung  $H$  als Mittel zur Zielerreichung zu entscheiden. Insofern wird der invertierende Transformationsansatz dem Anspruch gerecht, technologische Handlungsregeln aus den gesetzesartigen Aussagen einer zugrundeliegenden Theorie abzuleiten.

Allerdings erweist sich der invertierende Transformationsansatz wegen seiner Umkehrung der Subjugatrichtung als logisch unzulässig. Denn es existiert keine logische Formeltransformation, die in der Lage wäre, ein beliebiges Subjugat " $A \rightarrow K$ " ohne Veränderung seines logischen Gehalts in das komplementäre Subjugat " $K \rightarrow A$ " zu überführen<sup>55)</sup>. Daher stellt die Richtungs- umkehr des invertierenden Ansatzes keine tautologische, sondern eine *gehaltsverändernde*

52) Vgl. RAFFEE (1974), S. 68 u. 71f.

53) Die Umkehrung der Subjugatrichtung und die Umstellung der Randbedingungen werden besonders deutlich bei RAFFEE (1974), S. 68: «Wenn in einem Markt mit nur wenigen Anbietern ... 'Nicht-Preis-Wettbewerb' ... betrieben wird, erzielt man einen höheren Gewinn als durch Preiswettbewerb.» Aus diesem Gesetz läßt sich folgende *Handlungsempfehlung* ableiten: «Wenn Unternehmer als Oligopolisten einen möglichst hohen Gewinn erzielen wollen, dann müssen sie ... sich der Instrumente des Nicht-Preiswettbewerbs bedienen.» (kursive Hervorhebung wie im Original; ähnliche Ausführungen auch auf S. 71f.). Dabei wird das Ziel verfolgt, einen "höheren" oder "möglichst hohen" Gewinn zu erzielen. (Die Zweideutigkeit, ob ein Meliorierungs- bzw. Extremierungsziel gemeint ist, wird hier nicht weiter thematisiert.). Die Randbedingung erstreckt sich darauf, daß ein Angebotsoligopol herrscht. Die betrachtete Handlung ist ein Bündel aus Wettbewerbsinstrumenten, die den Absatzpreis als Handlungsparameter ausdrücklich ausschließen.

Die Umkehrung der Subjugatrichtung könnte prima facie auch auf eine Äußerung von POPPER (1972), S. 52, zurückgeführt werden. Allerdings spricht POPPER nicht davon, die Richtung des allquantifizierten Subjugats einer gesetzesartigen Aussage umzukehren. Vielmehr faßt er die "technische Anwendung" einer Theorie - also deren technologische Transformation - als "eine Art Umkehrung des fundamentalen [deduktiven] Erklärungsschemas" auf (Zusatz [...] durch den Verfasser). Innerhalb dieses Erklärungsschemas wendet aber auch POPPER eine gesetzesartige Aussage in ihrer ursprünglichen, nicht-invertierten Subjugatrichtung an. Aus seinen Ausführungen auf S. 52 wird klar ersichtlich, daß er ebenso wie ALBERT die tautologische Transformation von Theorien verfißt. Lediglich hinsichtlich der Art, in der POPPER und ALBERT das deduktive Erklärungsschema zur Ableitung technologischer Handlungsregeln gebrauchen, läßt sich ein Unterschied feststellen. Vgl. BRAUN (1977), S. 133f. Daher kann POPPER nicht als Stütze für den invertierenden Ansatz herangezogen werden. Gleiches gilt für WÖHE (1959), S. 109 u. 148, sowie FISCHER-WINKELMANN (1971), S. 129. Beide beziehen sich wiederum auf die "Umkehrung(en) von Kausalsätzen". Aber sie argumentieren inhaltlich wie POPPER und ALBERT. So weist FISCHER-WINKELMANN ausdrücklich auf POPPER's Umkehrung des deduktiven Erklärungsschemas hin (S. 129). WÖHE stellt ähnlich wie ALBERT heraus, daß mittels der "Umkehrung" keine Handlungsnotwendigkeiten, sondern nur *Handlungsmöglichkeiten* aufgezeigt werden (S. 109: "Diese Aussagen, daß ein gegebener Zweck durch dieses oder jenes Mittel realisiert werden kann, sind nichts anderes als Umkehrungen von Kausalsätzen"; kursive Hervorhebung durch den Verfasser).

54) Die marginale Abweichung zwischen der Handlung  $H$  als Mittel  $M_H$  zur Zielerreichung und der Handlung  $H$  selbst in der Konklusionskomponente beider Formeln spielt keine Rolle, weil sie lediglich eine konsequenzlose metasprachliche Nuancierung ausdrückt.

55) Vgl. ALBERT (1987), S. 30. Darüber hinaus ist es auch logisch unzulässig, die Randbedingungen  $R$ , die zuvor mit der Handlung  $H$  konjunktiv verknüpft waren, aus dieser Konjunktion herauszubrechen und statt dessen dem Ziel  $Z$  konjunktiv hinzuzufügen.

Transformation dar. Die inhaltliche Verzerrung der ursprünglich vorgegebenen gesetzesartigen Aussage " $(H \wedge R) \rightarrow K$ " und ihres tautologisch transformierten Äquivalents " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " erstreckt sich auf zwei miteinander verwobene Aspekte:

- Neben der Handlung H kann es beliebig viele alternative Handlungen H' geben, die zur Erreichung des Ziels Z ebenso tauglich, aber in der gesetzesartigen Aussage nicht erfaßt sind. Der Möglichkeitsraum jener Handlungsalternativen geht in der technologischen Handlungsregel " $(Z \wedge R) \rightarrow M_H$ " verloren. Denn ihre Subjugatformulierung drückt aus, daß die Handlung H nicht mehr nur ein hinreichendes, sondern sogar ein logisch *notwendiges* Mittel zur Erreichung des Ziels Z unter den Randbedingungen R ist<sup>56</sup>). Eine solche Mittelnotwendigkeit ist aber in der zugrundeliegenden gesetzesartigen Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " überhaupt nicht enthalten. Daher führt die Invertierung der Subjugatrichtung zu einer logisch unzulässigen, modalen Gehaltserweiterung.
- Das Aussprechen einer Entscheidungsempfehlung zugunsten der Handlung H kann aus der zugrundeliegenden gesetzesartigen Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " ebensowenig hergeleitet werden. Die Handlungsempfehlung resultiert lediglich aus der fehlerhaften Umkehrung der Subjugatrichtung<sup>57</sup>). Sie stellt ein "Artefakt" dar, das erst aus der logisch unzulässigen Transformationsweise hervorgeht, aber noch nicht in der transformierten gesetzesartigen Aussage enthalten war.

---

56) Die logische Notwendigkeit tritt klar hervor in dem Zitat aus RAFFEE (1974), S. 68, das schon kurz zuvor in einer Anmerkung wiedergegeben wurde. Dort lautet die technologische Handlungsempfehlung, die nach der Umkehrung der Subjugatrichtung aus der zugrundeliegenden gesetzesartigen Aussage resultiert: "Wenn Unternehmer als Oligopolisten einen möglichst hohen Gewinn erzielen wollen, dann *müssen* sie ... sich der Instrumente des Nicht-Preiswettbewerbs bedienen." (kursive Hervorhebung durch den Verfasser). Zwar rechtfertigt RAFFEE auf S. 71f. sein Insistieren auf einer "Muß-Aussage" dadurch, daß er die zugrundeliegende gesetzesartige Aussage als eine "Genau dann, wenn ..." - Aussage reformuliert. Doch handelt es sich dabei um einen Argumentationstrick, der bei näherem Hinsehen in sich zusammenfällt. Zwar trifft es zu, daß sich aus einer gesetzesartigen "Genau dann, wenn ..." - Aussage eine technologische Handlungsregel ableiten ließe, in der eine Handlung mit logischer Notwendigkeit empfohlen würde. Aber die Präsupposition, daß sich gesetzesartige Aussagen als "Genau dann, wenn ..." - Aussage formulieren lassen, ist im allgemeinen nicht erfüllt. Statt dessen besitzen alle gesetzesartigen Aussagen, die dem Verfasser bis heute bekannt geworden sind, die typische allquantifizierte Subjugatform. (Für eine "Genau dann, wenn ..." - Aussage wäre aber eine allquantifizierte Bijugatform erforderlich.)

Daher verwundert es nicht, daß RAFFEE seine gesetzesartige Aussage, die er auf S. 68 noch korrekt als "Wenn ..., dann ..." - Aussage eingeführt hat, auf S. 71 klammheimlich - ohne irgendein Wort der Rechtfertigung - in eine "Genau dann, wenn ..." - Aussage abändert. So gelingt es ihm zwar, das "Müssen" in seiner technologischen Handlungsregel zu begründen. Aber sein "Grund" stellt nicht mehr eine typische gesetzesartige Aussage dar. Hier scheint der Zweck, die behauptete logische Notwendigkeit einer Handlungsempfehlung begründen zu wollen, über das Wissen hinsichtlich der charakteristischen Eigenschaften gesetzesartiger Aussagen gesiegt zu haben. Die Unzulässigkeit dieser Vorgehensweise läßt sich auch inhaltlich aufzeigen. RAFFEE's "Genau dann, wenn ..." - Reformulierung der gesetzesartigen Aussage von S. 68 lautet auf S. 71: "Genau dann, wenn in einem Markt mit wenigen Anbietern ein Nicht-Preiswettbewerb ... betrieben wird, erzielt man einen höheren Gewinn als durch Preiswettbewerb." Diese angeblich gesetzesartige Aussage kann aber nicht ernsthaft aufrechterhalten werden. Denn sie impliziert u.a. die deduktiv ableitbare gesetzesartige Aussage: "Wenn man [durch Nicht-Preiswettbewerb] einen höheren Gewinn als durch Preiswettbewerb erzielt, dann agiert man in einem Markt mit wenigen Anbietern und betreibt einen Nicht-Preiswettbewerb." Diese Implikation ist aber offensichtlich falsch. Denn ein Nicht-Preiswettbewerb anstelle eines Preiswettbewerbs kann zu höherem Gewinn als ein Preiswettbewerb führen, obwohl man in einer anderen Marktform als der eines Angebotsoligopols agiert, wie z.B. in der eines Angebotsduopols. Da die deduktive Implikation der "Wenn ..., dann ..." - Aussage kein Gesetz darstellt, kann auch die "Genau dann, wenn ..." - Aussage kein Gesetz ausdrücken. In diesem Fall erfolgt eine Rückübertragung der Ungültigkeit in logischen Deduktionen von den Konklusionen auf ihre Antezedenzen.

57) Diese Einsicht ist nicht verwunderlich. Denn es wurde zuvor gezeigt, daß die Umkehrung der Subjugatrichtung aus der Handlung H, die zuvor nur ein hinreichendes Mittel zur Zielerreichung war, plötzlich ein notwendiges Mittel für die Zielverwirklichung macht. Ein notwendiges Mittel zu empfehlen, läßt sich aber ohnehin nicht vermeiden. Denn aus der Mittelnotwendigkeit folgt zwingend, daß beim Verzicht auf den Einsatz dieses Mittels das Erreichen des Ziels Z logisch unmöglich wäre.

Aus logischer Perspektive handelt es sich bei der Empfehlung der Handlung  $H$  als Mittel  $M_H$  zur Erreichung des Ziels  $Z$  um eine typische *Abduktion*. Denn aus der Konklusion  $Z$  der zugrundeliegenden gesetzesartigen Aussage " $(M_H \wedge R) \rightarrow Z$ " wird auf das Handlungsmittel  $M_H$  im Antezedenz zurückgeschlossen<sup>58)</sup>. Es ist allgemein bekannt, daß ein solcher abduktiver Rückschluß eine gehaltserweiternde Schlußfolgerungsweise darstellt. Diese Gehaltserweiterung mag in Einzelfällen plausibel erscheinen. So wird sie im Rahmen technischer und auch betriebswirtschaftlicher Diagnoseaufgaben oftmals und mit beträchtlichem praktischen Erfolg angewendet. Sie läßt sich aber niemals als logisch zwingende Transformation rechtfertigen.

### 2.3.2.3 Ein dritter Transformationsansatz

Aufgrund des Vorhergesagten scheint die derivative Technologieauffassung vor einem Dilemma zu stehen: Entweder befolgt sie den tautologischen Transformationsansatz. Dann wird zwar logisch korrekt gefolgert. Aber die intendierten technologischen Handlungsregeln, die bedingte Entscheidungsempfehlungen aussprechen, werden nicht gewonnen. Oder es wird der invertierende Transformationsansatz gewählt. In diesem Fall resultieren die erwünschten technologischen Handlungsregeln mit ihrem Empfehlungscharakter. Jedoch wird dabei auf logisch unzulässige Weise vorgegangen.

Aus diesem scheinbaren Dilemma besteht jedoch ein Ausweg, der das derivative Technologieverständnis grundsätzlich rechtfertigt: Denn es läßt sich zeigen, daß aus den gesetzesartigen Aussagen einer Theorie in der Tat technologische Handlungsregeln gewonnen werden können, ohne dabei einen logischen Transformationsfehler zu begehen. Diese Aufgabe bewältigt ein dritter Transformationsansatz, der nachfolgend skizziert wird.

Im allgemeinen reicht eine einzelne gesetzesartige Aussage nicht aus, um daraus unmittelbar eine entsprechende technologische Handlungsregel zu gewinnen<sup>59)</sup>. Statt dessen ist zumeist eine Theorie als Ganzheit erforderlich, um technologische Handlungsregeln abzuleiten. Dies schließt auch die Randbedingungen, die den intendierten Anwendungsbereich einer Theorie spezifizieren, und die terminologischen Vereinbarungen einer Theorie ein. Diese holistische Voraus-

---

58) Strenggenommen kann nicht auf das Handlungsmittel  $M_H$  allein zurückgeschlossen werden, sondern nur auf den Verbund aus dem Ausführen der Handlung  $H$  und dem - gegebenenfalls erforderlichen - Herbeiführen der Randbedingungen  $R$ . Dieser Aspekt braucht jedoch nicht weiter berücksichtigt zu werden, weil bei der invertierenden Transformation von vornherein vorausgesetzt wird, daß nicht nur das Ziel  $Z$  verfolgt wird, sondern auch die Randbedingungen  $R$  bereits erfüllt sind. Dies schlägt sich im Antezedenz der transformierten Aussage " $(Z \wedge R) \rightarrow M_H$ " unmittelbar nieder.

59) Zuweilen kann es in besonders einfach gelagerten Fällen aber auch möglich sein, eine technologische Handlungsregel direkt aus einer gesetzesartigen Aussage abzuleiten. Ein Beispiel dafür wurde bereits in einer der voranstehenden Anmerkungen anhand eines Zitats aus RAFFEE (1974), S. 68, vorgestellt. Im Prinzip lassen sich solche "einfachen" Fälle sogar immer herbeiführen: Zu diesem Zweck werden alle Randbedingungen, die in einer Theorie enthalten sind *und* auf mindestens eines der Objekte aus der Formulierung einer gesetzesartigen Aussage Bezug nehmen, in die Antezedenzkomponente eben jener gesetzesartigen Aussage aufgenommen. Aus einer derart erweiterten gesetzesartigen Aussage läßt sich immer eine technologische Handlungsregel gewinnen. Allerdings fällt die eine erweiterte gesetzesartige Aussage mit der gesamten Theorie zusammen, falls eine Theorie nur genau eine gesetzesartige Aussage umfaßt. Insofern widerspricht die Möglichkeit, eine technologische Handlungsregel aus einer - unter Umständen erweiterten - gesetzesartigen Aussage zu gewinnen, keineswegs der o.a. Feststellung, daß zur Ableitung einer technologischen Handlungsregel im allgemeinen auf eine Theorie als Ganzes zurückgegriffen werden muß. Darüber hinaus unterstreichen die voranstehenden Hinweise zur Erweiterung der Antezedenzkomponente einer gesetzesartigen Aussage, daß es in der Betriebswirtschaftslehre nicht darum gehen sollte, die angebliche Nichtverfügbarkeit gesetzesartiger Aussagen zu beklagen. Statt dessen erweist es sich als fruchtbarer, die Antezedenzkomponenten von gesetzesartigen Aussagen sorgfältig zu analysieren.

setzung für Ableitbarkeit technologischer Handlungsregeln stellt aber kein ernsthaftes Problem dar.

Die Ableitung einer Handlungsregel aus einer Theorie erfolgt im dritten Transformationsansatz zunächst auf streng deduktivem Weg durch *tautologische* Formeltransformationen. Sie führen stets zu mindestens einer optimalen Handlungsalternative oder weisen nach, daß wegen inkonsistenter Spezifikation von Handlungsziel und Randbedingungen überhaupt keine optimale Handlungsalternative existieren kann. Insofern wird dem tautologischen Transformationsansatz gefolgt. Der invertierende Transformationsansatz spielt dagegen wegen seiner logischen Unzulässigkeit hier keine Rolle mehr.

In der Regel wird ein zusätzlicher Transformationsschritt erforderlich, um eine Entscheidung zugunsten von genau einer der abgeleiteten optimalen Handlungsalternativen zu empfehlen. Denn es muß im allgemeinen damit gerechnet werden - oder es ist aufgrund der Formeltransformationen sogar konkret bekannt -, daß mehrere optimale Handlungsalternativen existieren<sup>60</sup>). Die Reduktion der potentiellen oder aktuellen Mehrzahl optimaler Handlungsalternativen auf genau eine empfohlene Handlungsalternative stellt einen *willkürlichen* Auswahlakt dar<sup>61</sup>). Er läßt sich mittels deduktiv-tautologischer Transformationen nicht mehr begründen. Statt dessen führt er kraft seiner selektiven Wirkung ein normatives Element in die Gewinnung technologischer Handlungsregeln ein<sup>62</sup>).

Nach dieser eindeutigkeitsstiftenden Auswahl läßt sich die gesuchte technologische Handlungsregel unmittelbar angeben. Dies wird in der Fallstudie des nächsten Kapitels veranschaulicht. Damit ist das Problem der technologischen Theorietransformation mit Hilfe des dritten Transformationsansatzes im Prinzip gelöst.

---

60) Der zusätzliche Transformationsschritt entfällt nur dann, wenn aufgrund der tautologischen Formeltransformationen bekannt ist, daß entweder nur genau eine (bei konsistenter Handlungsspezifikation) oder aber überhaupt keine (bei inkonsistenter Handlungsspezifikation) optimale Handlungsalternative existiert.

61) Dieser Auswahlakt könnte analog zur invertierenden Transformationsweise als eine abduktive Schlußfolgerung qualifiziert werden. Doch liegen die Verhältnisse hier ein wenig anders: Es wird nicht die Subjugatrichtung einer gesetzesartigen Aussage umgekehrt, um von ihrer Konklusions- auf ihre Antezedenzkomponente zurückzuschließen. Statt dessen werden gesetzesartige Aussagen in ihrer ursprünglichen Subjugatrichtung belassen und - unter Einbeziehung von Randbedingungen - zunächst streng *deduktiv* ausgewertet. Erst am Schluß wird aus der Menge aller optimalen Handlungsalternativen genau eine ausgewählt. Dabei handelt es sich nicht mehr um einen logischen Rückschluß anhand einer subjugatförmigen Aussage, sondern um die Reduzierung der Extension einer Menge (sofern die Menge mehrere Elemente umfaßt). Wegen dieser Verschiedenartigkeit wird hier nicht von einer abduktiven Schlußfolgerungsweise geredet.

62) An diesem Punkt trifft es zu, daß sich technologische Handlungsregeln im allgemeinen nicht allein aus einer Theorie mit ihren gesetzesartigen Aussagen und den vorgegebenen Handlungszielen mittels tautologischer Transformationen ableiten lassen. Vielmehr muß die normative Auswahl genau einer empfohlenen Handlungsalternative aus dem Kreis aller optimalen Handlungsalternativen hinzukommen. Insofern stimmt es, daß die Gewinnung technologischer Handlungsregeln - im Gegensatz zu ALBERT's Diktum - doch einen normativen Restcharakter aufweist. Vgl. dazu die knappe Erläuterung in einer der voranstehenden Anmerkungen.

*Falls* BRAUN (1977), S. 134f., diesen normativen Aspekt gemeint haben sollte, ist seiner Kritik an ALBERT's Wertfreiheitspostulat durchaus zuzustimmen. Allerdings wird aus BRAUN's Ausführungen nicht recht klar, ob er den normativen Akt der eindeutigkeitsstiftenden Auswahl aus mehreren optimalen Handlungsalternativen tatsächlich ansprechen wollte. Seine Argumentationsführung vermittelt im allgemeinen nicht diesen Eindruck. Immerhin weist ein spezieller Satz auf S. 134, in dem BRAUN das "Festlegen eines konkreten Mittelwertes aus einer unendlichen Menge von möglichen Handlungsalternativen" erwähnt, auf eine eindeutigkeitserzwingende Selektion hin.

Darüber hinaus ist festzuhalten, daß der normative Einfluß der eindeutigkeitsstiftenden Alternativenauswahl in jenen Fällen unterbleibt, die in der vorletzten Anmerkung erwähnt wurden. Denn dort läßt sich ausschließlich mit Hilfe deduktiv-tautologischer Formeltransformationen nachweisen, daß entweder nur die genau eine existierende optimale Handlungsalternative empfohlen werden kann oder daß sich überhaupt keine optimale Handlungsalternative empfehlen läßt.

Allerdings zeigt sich bei konkreter Anwendung des zuvor skizzierten dritten Transformationsansatzes, daß eine Theorie zur Gewinnung technologischer Handlungsregeln im allgemeinen nicht ausreicht. Das gilt zumindest für produktionswirtschaftliche Theorien, wie z.B. die Theorie der Aktivitätsanalyse oder die Theorie GUTENBERG's über Produktionsfunktionen vom Typ B. Zwar werden diese Theorien in der Regel nicht so formuliert, wie es oben aus wissenschaftstheoretischer Perspektive für theoretisches Wissen postuliert wurde. Denn produktionswirtschaftliche Theorien werden zumeist als Systeme aus Ungleichungen und Gleichungen ausgedrückt, in denen allquantifizierte Subjugatformeln für gesetzesartige Aussagen überhaupt nicht vorkommen<sup>63</sup>). Doch wird von diesem Umstand der einfachen Argumentation zuliebe abgesehen, weil sich produktionswirtschaftliche Theorien stets so reformulieren lassen, daß sie gesetzesartige Aussagen in allquantifizierter Subjugatform enthalten<sup>64</sup>).

Solche produktionswirtschaftlichen Theorien gestatten wider Erwarten gewöhnlich nicht, konkrete Handlungsregeln aus ihnen abzuleiten. Denn sie sind so allgemein formuliert, daß sie keine Informationen über die konkreten Handlungsziele und die konkreten Handlungssituationen umfassen, für die Handlungsregeln abgeleitet werden sollen. Zwar mag noch darüber gestritten werden, ob konkrete Handlungssituationen für die Ableitung von Handlungsregeln unbedingt spezifiziert werden müssen. Denn es wäre sicherlich nichts dagegen einzuwenden, Handlungsregeln so allgemein zu formulieren, daß sie sich in jeder denkmöglichen Handlungssituation anwenden lassen. Es müßte "lediglich" gewährleistet sein, daß die Handlungsregeln hinreichend konkret bleiben, um mit ihrer Hilfe Entscheidungsempfehlungen für praktische Gestaltungsaufgaben aussprechen zu können<sup>65</sup>). Aber selbst dann, wenn dies gelänge, bleibt immer noch der Zieldefekt bestehen: Technologische Handlungsregeln lassen sich als bedingte Entscheidungsempfehlungen auf keinen Fall angeben, solange die jeweils verfolgten Handlungsziele unbekannt sind. Da solche Handlungsziele in konventionell formulierten produktionswirtschaftlichen Theorien fehlen, ist es unmöglich, aus ihnen technologische Handlungsregeln mittels Theorietransformation abzuleiten.

Daher reicht der Informationsgehalt einer Theorie für die Ableitung technologischer Handlungsregeln erst dann aus<sup>66</sup>), wenn die Theorie u.a. auch Randbedingungen über die jeweils verfolgten Handlungsziele enthält. Es handelt sich dann um eine intentional angereicherte Theorie. Oftmals werden noch weitere Randbedingungen für die Spezifizierung der jeweils betrachteten Handlungssituationen hinzukommen. In diesem Fall liegt eine intentional und situativ angereicherte Theorie vor.

Zumeist werden aber subjektive Zielvorstellungen nicht zu den Komponenten einer Theorie gerechnet. Statt dessen soll eine Theorie darauf beschränkt bleiben, Erkenntnisse über die "objektive" Struktur eines Realitätsausschnitts in zusammenhängender, nomischer Form wiederzugeben. Wenn dieser engeren, konventionellen Theorieauffassung gefolgt wird, müssen zwecks Ableitung technologischer Regeln zu einer Theorie jeweils diejenigen Ziele als intentionale Erweiterungen hinzugefügt werden, für deren Erreichung technologische Handlungsregeln gesucht werden.

---

63) Vgl. ZELEWSKI (1993a), S. 25 u. 34.

64) ZELEWSKI (1993a), S. 25ff., 34ff., 231ff. u. 245ff., zeigt dies in exemplarischer Weise für die Theorie der Aktivitätsanalyse und für die Theorie der Produktionsfunktionen vom Typ B.

65) Diese Einschränkung dürfte aber oftmals nicht erfüllt sein: Entweder abstrahieren Handlungsregeln vollkommen von Handlungssituationen, lassen sich dann aber infolge ihrer Abstraktheit für konkrete Entscheidungsempfehlungen nicht mehr nutzen. Oder die Handlungsregeln beziehen alle denkmöglichen Handlungssituationen ein, fallen dann aber so komplex und intransparent aus, daß sie für praktische Gestaltungsaufgaben ebensowenig taugen.

66) Der zusätzliche normative Auswahlakt von genau einer empfohlenen Handlungsalternative, der aufgrund des Vorhergesagten im Regelfall erforderlich ist, wird hier nicht noch einmal ausdrücklich angeführt. Er gilt aber stets als implizit mitgedacht.

Einen naheliegenden Kandidaten für intentional (und situativ) angereicherte Theorien stellen die betriebswirtschaftlichen Entscheidungs- oder Gestaltungsmodelle dar. Dazu gehören auch die Produktionsmodelle, die aus der hier eingenommenen produktionswirtschaftlichen Perspektive besonders interessieren. Sie erweisen sich aus handlungsorientierter Sicht als so gehaltreich, daß sie die Ableitung von technologischen Handlungsregeln ermöglichen. Denn sie enthalten nicht nur Angaben über die konkrete Handlungssituation, sondern ebenso auch Informationen über die jeweils verfolgten Handlungsziele. In der anschließenden Fallstudie wird aufgezeigt, wie sich aus solchen Produktionsmodellen technologische Handlungsregeln gewinnen lassen.

Allerdings stellen Produktionsmodelle in ihrer konventionellen Formulierung kein theoretisches Wissen dar. Denn sie umfassen keine einzige gesetzesartige Aussage in der Gestalt einer allquantifizierten Subjugatformel. Statt dessen handelt es sich um "theorielose" Funktions- und Variablenkomplexe, die sich zumeist auf eine gemeinsame Grundstruktur zurückführen lassen: Für eine Zielfunktion<sup>67)</sup> soll ein minimaler oder maximaler Zielfunktionswert ermittelt werden unter der Nebenbedingung, daß eine beliebig große, aber endliche Anzahl von Restriktionen erfüllt wird. Im Gegensatz zu produktionswirtschaftlichen Theorien, deren Einschluß gesetzesartiger Aussagen gemeinhin unbestritten ist, läßt sich für solche Produktionsmodelle auf den ersten Blick nicht erkennen, wie sie in der Gestalt einer Theorie mit mindestens einer gesetzesartigen Aussage in allquantifizierter Subjugatform reformuliert werden könnten.

Folglich besteht im produktionswirtschaftlichen Erkenntnisbereich aus der Perspektive technologischer Theorietransformationen prima facie ein beklagenswertes Dilemma:

- Entweder man geht von konventionellen produktionswirtschaftlichen Theorien aus. Wendet man darauf das Konzept technologischer *Theorietransformation* an, so stellt sich das Konzept als *ineffektiv* heraus. Denn wegen der fehlenden Spezifizierung von Handlungszielen ist es unmöglich, aus den Theorien technologische Handlungsregeln abzuleiten.
- Oder man wählt Produktionsmodelle als Ausgangspunkte. In diesem Fall erweist sich das Konzept technologischer *Theorietransformation* als *unanwendbar*, weil Produktionsmodelle überhaupt keine Theorien mit gesetzesartigen Aussagen darstellen.

Aus diesem scheinbaren Dilemma führt jedoch im Rahmen des dritten Transformationsansatzes ein Ausweg. Er beruht auf einem weiteren Transformationsschritt. Mit seiner Hilfe werden konventionell formulierte Produktionsmodelle zunächst so rekonstruiert, daß sie die Gestalt einer Miniaturtheorie annehmen<sup>68)</sup>. Sie umfassen dann mindestens eine gesetzesartige Aussage in allquantifizierter Subjugatform. Dazu ist allerdings eine unkonventionelle Modellformulierung mit Hilfe der Prädikatenlogik (1. Stufe) erforderlich. Denn nur sie gestattet es, die erforderlichen allquantifizierten Subjugatformeln formalsprachlich korrekt wiederzugeben.

Auf die Miniaturtheorie eines prädikatenlogisch rekonstruierten Produktionsmodells können dann die deduktiv-tautologischen, unter Umständen auch willkürlich-selektiven Transformationsschritte des dritten Transformationsansatzes angewendet werden, die zu Beginn dieses Kapitels skizziert wurden. Am Ende des Transformationsprozesses liegen die erwünschten technologischen Handlungsregeln vor. Sie stellen theoretisch fundiertes Handlungswissen dar, weil sie mittels technologischer Theorietransformationen aus der vorgegebenen Miniaturtheorie eines

67) Anspruchsvollere Modelle können auch mehrere Zielfunktionen umfassen.

68) Es handelt sich bei diesen rekonstruierten Produktionsmodellen nicht um vollwertige produktionswirtschaftliche Theorien, weil sie wegen ihrer Spezifizierung von konkreten Handlungszielen und -situationen nur einen sehr stark eingeschränkten intendierten Anwendungsbereich besitzen. Wegen dieser Anwendungseinschränkung werden sie hier als Miniaturtheorien bezeichnet. Trotzdem liegen aus wissenschaftstheoretischer Perspektive echte Theorien - und nicht etwa nur "Quasitheorien" o.ä. - vor, weil die Eigenschaft eines Aussagenszusammenhangs, eine Theorie darzustellen, grundsätzlich nicht von der intendierten Anwendungsbreite dieser Theorie abhängt. Vielmehr wurde schon eingangs darauf hingewiesen, daß als konstitutive Komponente des Theoriebegriffs im allgemeinen (aus der Perspektive des "statement view") nur der Einschluß von mindestens einer gesetzesartigen Aussage angesehen wird.

Produktionsmodells abgeleitet wurden. Dies entspricht der zweiten von den beiden eingangs skizzierten Richtungen, in denen Produktionsmanagement und Produktionstheorie miteinander integriert werden können.

Es ist also grundsätzlich möglich, theoretisch fundiertes Handlungswissen für praktische Gestaltungszwecke des Produktionsmanagements auf dem Wege der technologischen Theorie-  
transformation abzuleiten. Dies bestätigt das derivative Technologieverständnis - und widerlegt zugleich die konkurrierende originäre Technologieauffassung.

### 3 Fallstudie zur technologischen Theorietransformation

#### 3.1 Konventionell formuliertes Produktionsmodell

Es würde hier zu weit führen, die allgemeine Durchführbarkeit des dritten Transformationsansatzes, der zuvor skizziert wurde, konkret nachzuweisen. Daher muß ein exemplarisches Produktionsmodell für eine Aufgabe aus dem Bereich der Planung optimaler Produktionsprogramme ausreichen, um die prinzipielle Vorgehensweise zu verdeutlichen<sup>69)</sup>. Zugleich läßt die kleine Fallstudie erkennen, wie sich übliche betriebswirtschaftliche Modellierungen so aufbereiten lassen, daß sie dem nomischen Charakter einer Miniaturtheorie gerecht werden. Allerdings wurde das Produktionsmodell seiner Übersichtlichkeit zuliebe bewußt einfach gehalten.

##### Fallstudie:

In einem Betrieb wird ein Ausbringungsgut (Produkt) aus zwei Einsatzgütern (Produktionsfaktoren) hergestellt. Die Einsatzmengen der beiden Produktionsfaktoren "Gut\_1" und "Gut\_2" werden mit den Termen  $x_1$  bzw.  $x_2$  bezeichnet. Sie lassen sich höchstens in den Mengen  $x_{1,max}=140$  bzw.  $x_{2,max}=180$  beschaffen. Jede beschaffte Produktionsfaktoreinheit bereitet Beschaffungstückkosten in der Höhe von  $q_1=50$  bzw.  $q_2=15$  Geldeinheiten. Die Ausbringungsmenge des Produkts "Gut\_3" gibt der Term  $y_3$  wieder. Je abgesetzter Produkteinheit fällt ein Stückerlös in der Höhe von  $p_3=90$  Geldeinheiten an. Absatzrestriktionen bestehen nicht.

Eine Produktionsfunktion "prod" drückt den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen den Einsatzmengen  $x_1$  und  $x_2$  der beiden Produktionsfaktoren sowie der Ausbringungsmenge  $y_3$  des Produkts aus:  $y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$ . Zur Herstellung des Produkts werden zwei Betriebsmittel "Maschine\_1" und "Maschine\_2" als zusätzliche Produktionsfaktoren benötigt. Ihre Bearbeitungskapazitäten sind in der betrachteten Periode auf die Abgaben von  $b_{1,max}=200$  bzw.  $b_{2,max}=1200$  Bearbeitungseinheiten beschränkt. Für die Bereitstellung und Betriebsbereitschaft der beiden Maschinen entstehen Fixkosten in der Höhe von insgesamt  $k_F=5000$  Geldeinheiten.

Das erste Betriebsmittel dient lediglich dazu, mittels optischer Werkstückvermessung jede eingesetzte Produktionsfaktoreinheit auf Fehlerfreiheit zu untersuchen. Pro Produktionsfaktoreinheit ist eine Bearbeitungseinheit "Werkstückvermessung" erforderlich. Diesen gesetzmäßigen

---

69) Ein wesentlich anspruchsvolleres Exempel findet sich bei DYCKE (1988). Zunächst stellt er ein komplexes kontrolltheoretisches Unternehmungsmodell vor (S. 49ff. u. 166f.). Daraus leitet er mit Hilfe des kontrolltheoretischen Maximumprinzips optimale Handlungsstrategien ab (S. 76ff. in Verbindung mit S. 167ff.). Allerdings sind diese Strategien noch nicht operational, weil sie in ihrer üblichen kontrolltheoretischen Darstellungsweise unbeobachtbare Größen enthalten (S. 79). Doch gelingt es DYCKE, die optimalen Handlungsstrategien durch sukzessives Einbeziehen von Randbedingungen so weit zu transformieren (S. 76ff. u. 84ff.), daß schließlich zwei Gruppen aus konkreten technologischen Handlungsregeln resultieren (S. 82ff. u. 98ff.). Diese Handlungsregeln geben genau so, wie es von einer Technologie gefordert wird, Empfehlungen darüber ab, welche optimalen Ausschüttungs- und Finanzierungspolitiken die modellierte Unternehmung in konkret bestimmten Handlungssituationen ergreifen sollte. Auf S. 99 wird der technologische Handlungscharakter der "Managementregeln" (S. 98) besonders deutlich. Zwar argumentiert DYCKE nicht in einem (prädikaten)logischen Kontext, so daß es sich bei seinen Ableitungen strenggenommen um keine deduktiven Formeltransformationen handelt. Aber das kontrolltheoretische Instrumentarium, auf das er intensiv zurückgreift, beruht auf gehaltsbewahrenden ("tautologischen") Formeltransformationen. Darüber hinaus läßt sich sein Unternehmungsmodell auch als eine Miniaturtheorie auffassen. Ihre gesetzesartigen Aussagen sind in der kontrolltheoretischen Formulierungsweise verklausuliert enthalten. Daher kann in einem weit gefaßten Verständnis durchaus davon gesprochen werden, daß DYCKE technologische Handlungsregeln aus einer vorgegebenen "Theorie" auf "deduktive" Weise abgeleitet hat. Sein besonderes Verdienst liegt im Gegensatz zur oben betrachteten Produktionsprogrammplanung darin, aus einem anspruchsvollen Unternehmungsmodell etliche nicht-triviale technologische Handlungsregeln abgeleitet zu haben. Dadurch unterstreicht DYCKE eindrucksvoll die prinzipielle Berechtigung des derivativen Technologieverständnisses.

Zusammenhang beschreibt die erste Verbrauchsfunktion "verb<sub>1</sub>":  $b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$ . Jeder werkstückvermessende Arbeitsgang verursacht variable Bearbeitungskosten in der Höhe von  $k_1=5$  Geldeinheiten.

Das zweite Betriebsmittel wird benötigt, um das Produkt aus den beiden Produktionsfaktoren herzustellen. Die zweite Verbrauchsfunktion "verb<sub>2</sub>" spiegelt den gesetzmäßigen Zusammenhang wider, der zwischen der Ausbringungsmenge  $y_3$  des Produkts und den hierfür erforderlichen Bearbeitungseinheiten  $b_2$  der zweiten Maschine herrscht:  $b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$ . Je Bearbeitungseinheit des zweiten Betriebsmittels fallen variable Bearbeitungskosten in der Höhe von  $k_2=10$  Geldeinheiten an.

Es wird das Ziel verfolgt, ein Produktionsprogramm aufzustellen, das den Deckungsbeitrag der hergestellten und abgesetzten Produktmenge maximiert. Dabei wird unterstellt, daß weder Produkt- noch Produktionsfaktormengen gelagert werden oder daß ihre Lagermengen der Höhe nach unverändert bleiben. Hergestellte und abgesetzte Produktmengen stimmen daher ebenso überein wie beschaffte und eingesetzte Produktionsfaktormengen.

### Bearbeitung der Fallstudie:

Die exemplarische Aufgabe aus dem Bereich der Planung optimaler Produktionsprogramme läßt sich ohne Schwierigkeiten durch ein Produktionsmodell vom Typ der Linearen Programmierung erfüllen. Da die Formulierung solcher Programmierungsaufgaben keine Schwierigkeiten bereitet, wird hier nur kurz das Resultat präsentiert:

- a) Zielfunktion der Deckungsbeitragsmaximierung

$$db(x_1, x_2, y_3, b_1, b_2) = 90 \cdot y_3 - (50 \cdot x_1 + 15 \cdot x_2) - (5 \cdot b_1 + 10 \cdot b_2) \rightarrow \max!$$

- b) Beschaffungsrestriktionen

$$x_1 \leq 140$$

$$x_2 \leq 180$$

- c) Bearbeitungsrestriktionen

$$b_1 \leq 200$$

$$b_2 \leq 1200$$

- d) Produktionsfunktion

$$2x_1 + x_2 \leq y_3 \wedge y_3 \leq 2x_1 + x_2$$

- e) Verbrauchsfunktionen

$$x_1 + x_2 \leq b_1 \wedge b_1 \leq x_1 + x_2$$

$$4y_3 \leq b_2 \wedge b_2 \leq 4y_3$$

f) Nichtnegativitätsbedingungen

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

$$y_3 \geq 0$$

$$b_1 \geq 0$$

$$b_2 \geq 0$$

Aus dem voranstehenden Produktionsmodell in der Gestalt eines Linearen Programms läßt sich zwar ohne Schwierigkeiten eine Entscheidungsempfehlung zugunsten eines optimalen Produktionsprogramms mit maximalem Deckungsbeitrag ableiten. Aber aus der Programmformulierung wird unmittelbar deutlich, daß es *keine Theorie* darstellt. Denn es enthält nicht eine einzige allquantifizierte Subjugatformel, die sich als eine gesetzesartige Aussage auffassen ließe. Daher kann das Konzept technologischer *Theorietransformation* auf dieses konventionell formulierte Produktionsmodell überhaupt nicht angewendet werden.

### 3.2 Produktionsmodell als Miniaturtheorie

Zuvor wurde gezeigt, daß sich das Konzept technologischer Theorietransformation auf das konventionell formulierte Produktionsmodell nicht anwenden läßt, weil diesem Modell die Form einer Theorie fehlt. Also muß das Produktionsmodell so rekonstruiert werden, daß es eine Miniaturtheorie mit mindestens einer gesetzesartigen Aussage darstellt. Zu diesem Zweck wird die Aufgabe der Produktionsprogrammplanung in prädikatenlogischer Notation<sup>70)</sup> neu formuliert. Sie läßt die gesetzesartigen Aussagen der intentional und situativ angereicherten<sup>71)</sup> Miniaturtheorie "Planung eines optimalen Produktionsprogramms" klar erkennen<sup>72)</sup>.

---

70) Die Notation beruht auf einem prädikatenlogischen Kalkül (1. Stufe). Allerdings wird die prädikatenlogische Darstellungsweise nur so weit entfaltet, wie es zum intuitiven Formelverständnis erforderlich erscheint. Auf eine vollständige Darstellung des prädikatenlogischen Formelsystems wird der Übersicht halber verzichtet.

71) Da das Ziel der Deckungsbeitragsmaximierung von vornherein als Bestandteil der Miniaturtheorie behandelt wird, gehört sie zum Typ der intentional und situativ angereicherten Theorien. Zugleich liegt eine situativ angereicherte Theorie vor, weil die Handlungssituation durch konkrete Angaben wie z.B. über Beschaffungs- oder Bearbeitungskosten und Absatzerlöse spezifiziert wird.

72) Nebenbei zeigt sich, daß allquantifizierte Subjugatformeln nicht nur zur Formulierung von gesetzesartigen Aussagen dienen. Vielmehr werden sie ebenso benötigt, um einige der Randbedingungen einzuführen. Das trifft z.B. sowohl auf die Formulierung der Beschaffungs- und Bearbeitungsrestriktionen als auch auf die definitorische Vereinbarung der Vorschrift für die Deckungsbeitragsfunktion zu. Die allquantifizierte Subjugatform ist also nur notwendig, aber nicht hinreichend für die prädikatenlogische Darstellung einer gesetzesartigen Aussage. Eine gesetzesartige Aussage liegt vielmehr erst dann vor, wenn sie zusätzlich zu ihrer rein syntaktisch bestimmten allquantifizierten Subjugatform auch noch auf der semantischen Ebene als eine nomische Hypothese deklariert wird.

a) Randbedingung: Beschaffungshöchstmengen

$$b_{\max}(\text{Gut}_1) = 140$$

$$b_{\max}(\text{Gut}_2) = 180$$

b) Randbedingung: Beschaffungsrestriktionen

$$\forall x_1: \text{einsatz}(\text{Gut}_1, x_1) \rightarrow x_1 \leq b_{\max}(\text{Gut}_1)$$

$$\forall x_2: \text{einsatz}(\text{Gut}_2, x_2) \rightarrow x_2 \leq b_{\max}(\text{Gut}_2)$$

c) Randbedingung: Bearbeitungskapazitäten

$$b_{\text{kap}}(\text{Maschine}_1) = 200$$

$$b_{\text{kap}}(\text{Maschine}_2) = 1200$$

d) Randbedingung: Bearbeitungsrestriktionen

$$\forall b_1: \text{nutzung}(\text{Maschine}_1, b_1) \rightarrow b_1 \leq b_{\text{kap}}(\text{Maschine}_1)$$

$$\forall b_2: \text{nutzung}(\text{Maschine}_2, b_2) \rightarrow b_2 \leq b_{\text{kap}}(\text{Maschine}_2)$$

e) Randbedingung: Definition Maschinennutzung<sup>73)</sup>

$$\forall b_1 \forall b_2:$$

$$(\text{nutzung}(\text{Maschine}_1, b_1) \wedge \text{nutzung}(\text{Maschine}_2, b_2))$$

$$\rightarrow \text{nutz}(b_1, b_2) = (b_1, b_2)$$

f) Randbedingung: Definition Produktionsprogramm<sup>74)</sup>

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall y_3:$$

$$(\text{einsatz}(\text{Gut}_1, x_1) \wedge \text{einsatz}(\text{Gut}_2, x_2) \wedge \text{ausbringung}(\text{Gut}_3, y_3))$$

$$\rightarrow \text{prog}(x_1, x_2, y_3) = (x_1, x_2, y_3)$$

73) Das Konstrukt "Maschinennutzung" wird hier als identische Funktion eingeführt. Es dient lediglich dazu, das prädikatenlogische Formelsystem übersichtlich zu gestalten.

74) Das Konstrukt "Produktionsprogramm" wird hier als identische Funktion eingeführt. Es dient lediglich dazu, das prädikatenlogische Formelsystem übersichtlich zu gestalten.

g) gesetzesartige Aussage: Produktionsfunktion

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall y_3 :$$

$$(\text{einsatz}(\text{Gut}_1, x_1) \wedge \text{einsatz}(\text{Gut}_2, x_2) \wedge \text{ausbringung}(\text{Gut}_3, y_3))$$

$$\rightarrow y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$$

h) gesetzesartige Aussagen: Verbrauchsfunktionen

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall b_1 :$$

$$(\text{einsatz}(\text{Gut}_1, x_1) \wedge \text{einsatz}(\text{Gut}_2, x_2) \wedge \text{nutzung}(\text{Maschine}_1, b_1))$$

$$\rightarrow b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$$

$$\forall y_3 \forall b_2 :$$

$$(\text{ausbringung}(\text{Gut}_3, y_3) \wedge \text{nutzung}(\text{Maschine}_2, b_2))$$

$$\rightarrow b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$$

i) Randbedingung: Zulässigkeit des Produktionsprogramms

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall y_3 \forall b_1 \forall b_2 :$$

$$(\text{einsatz}(\text{Gut}_1, x_1) \wedge \text{einsatz}(\text{Gut}_2, x_2) \wedge \text{ausbringung}(\text{Gut}_3, y_3))$$

$$\wedge x_1 \leq \text{bmax}(\text{Gut}_1) \wedge x_2 \leq \text{bmax}(\text{Gut}_2)$$

$$\wedge \text{nutzung}(\text{Maschine}_1, b_1) \wedge \text{nutzung}(\text{Maschine}_2, b_2)$$

$$\wedge b_1 \leq \text{bkap}(\text{Maschine}_1) \wedge b_2 \leq \text{bkap}(\text{Maschine}_2)$$

$$\wedge x_1 \geq 0 \wedge x_2 \geq 0 \wedge y_3 \geq 0 \wedge b_1 \geq 0 \wedge b_2 \geq 0)$$

$$\rightarrow \text{technisch\_möglich}(\text{prog}(x_1, x_2, y_3), \text{nutz}(b_1, b_2))$$

j) Randbedingung: fixe Bearbeitungskosten

$$\text{fixk}() = 5000$$

k) Randbedingung: variable Bearbeitungskosten

$$\text{beak}(\text{Maschine}_1) = 5$$

$$\text{beak}(\text{Maschine}_2) = 10$$

l) Randbedingung: Beschaffungsstückkosten

$$\text{bstk}(\text{Gut}_1) = 50$$

$$\text{bstk}(\text{Gut}_2) = 15$$

m) Randbedingung: Stückerlös

$$\text{ster}(\text{Gut}_3) = 90$$

n) Randbedingung: Definition Deckungsbeitrag

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall y_3:$$

$$(\text{einsatz}(\text{Gut}_1, x_1) \wedge \text{einsatz}(\text{Gut}_2, x_2) \wedge \text{ausbringung}(\text{Gut}_3, y_3))$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{db}(\text{prog}(x_1, x_2, y_3)) &= \text{ster}(\text{Gut}_3) \cdot y_3 - (\text{bstk}(\text{Gut}_1) \cdot x_1 + \text{bstk}(\text{Gut}_2) \cdot x_2) \\ &\quad - (\text{beak}(\text{Maschine}_1) \cdot b_1 + \text{beak}(\text{Maschine}_2) \cdot b_2) \end{aligned}$$

o) Randbedingung der intentional (und situativ) angereicherten Miniaturtheorie:

Ziel Deckungsbeitragsmaximierung und zugleich Optimalität des Produktionsprogramms

$$\forall x_1^* \forall x_2^* \forall y_3^* \forall b_1^* \forall b_2^*:$$

$$(\text{technisch\_möglich}(\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*), \text{nutz}(b_1^*, b_2^*)))$$

$$\wedge (\forall x_1 \forall x_2 \forall y_3 \forall b_1 \forall b_2:$$

$$\text{technisch\_möglich}(\text{prog}(x_1, x_2, y_3), \text{nutz}(b_1, b_2))$$

$$\rightarrow \text{db}(\text{prog}(x_1, x_2, y_3), \text{nutz}(b_1, b_2)) \leq \text{db}(\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*), \text{nutz}(b_1^*, b_2^*)))$$

$$\rightarrow \text{optimal}(\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*), \text{nutz}(b_1^*, b_2^*))$$

Aus der voranstehenden Miniaturtheorie läßt sich durch deduktiv-tautologische Formeltransformationen ableiten, daß das Produktionsprogramm mit den Einsatzmengen  $x_1^* = x_2^* = 100$  der beiden Produktionsfaktoren "Gut\_1" und "Gut\_2" sowie der Ausbringungsmenge  $y_3^* = 300$  des Produkts "Gut\_3" ein optimales Produktionsprogramm darstellt. Abb. 2 verdeutlicht dieses Resultat, indem das Programmplanungsproblem und seine Lösung auf übersichtliche graphische Weise rekonstruiert werden<sup>75)</sup>.

75) Bei dieser graphischen Rekonstruktion wurden spezielle Eigenarten des Programmplanungsproblems ausgenutzt, um den ursprünglich vorgegebenen 3-Güter-Raum auf einen planar darstellbaren 2-Güter-Raum zu reduzieren. Zu diesem Zweck wurden die Informationen der Verbrauchs- und Produktionsfunktionen herangezogen, um alle Ausbringungsmengen von Gut\_3 in Abhängigkeit der Einsatzmengen von Gut\_1 und Gut\_2 auszudrücken. Abb. 2 gibt daher auf ihren beiden Güterachsen - im Gegensatz zu gewöhnlichen Programmplanungsaufgaben mit 2 Gütern - keine Produktmengen, sondern Produktionsfaktormengen an. Diese lösungstechnische Besonderheit ändert aber nichts an der Lösungsgültigkeit.

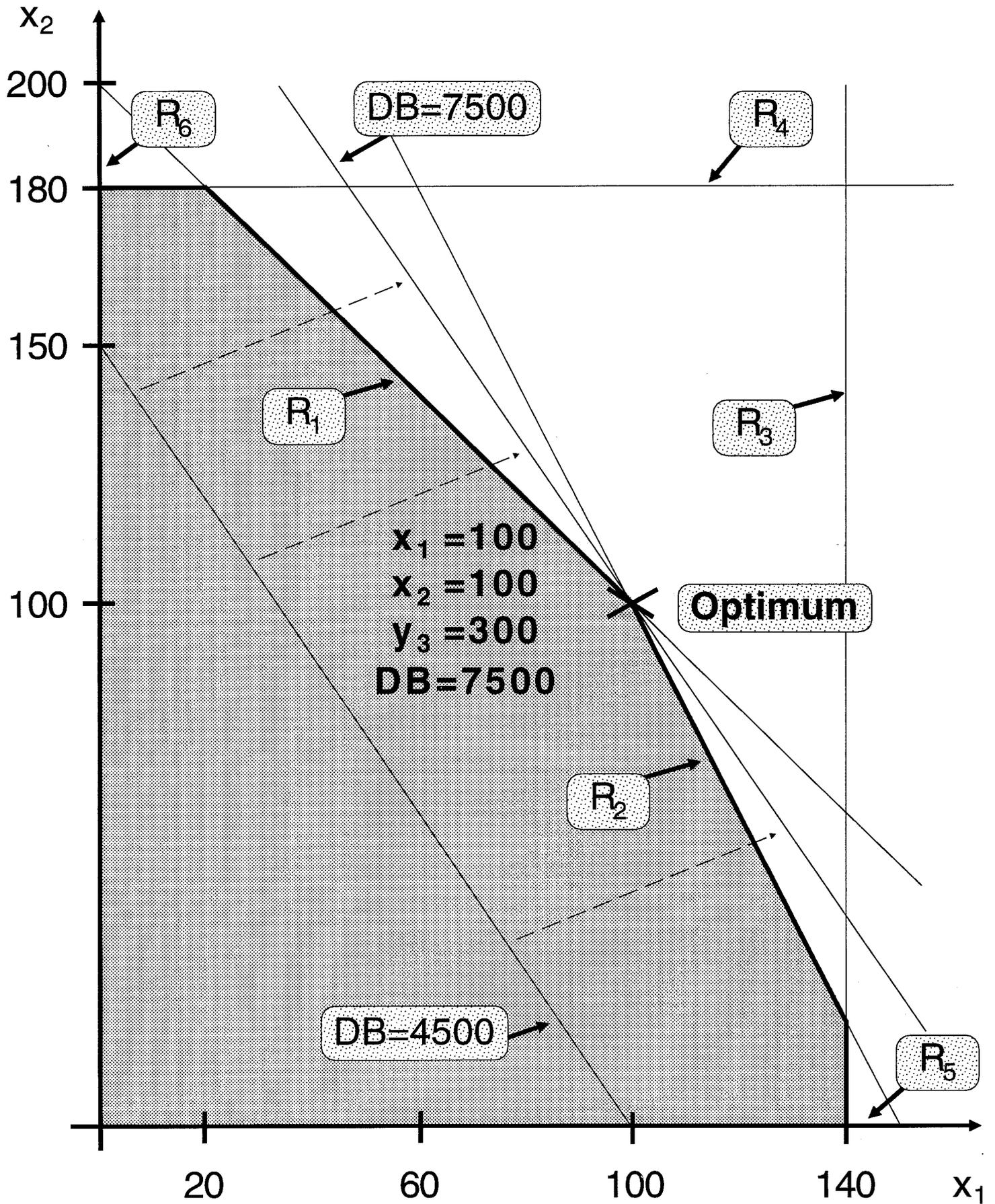


Abb. 2: Graphische Ermittlung des optimalen Produktionsprogramms

Das optimale Produktionsprogramm  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (100, 100, 300)$  kann z.B. mit Hilfe des Simplex-Algorithmus' ermittelt werden, der auf das Lineare Programm aus dem voranstehenden Kapitel angewendet wird. Ebenso läßt sich die Aufgabe wegen ihrer Einfachheit auf graphische Weise so lösen, wie es in der voranstehenden Abb. 2 angedeutet ist.

Allerdings mag der Einwand erhoben werden, daß die programmierte bzw. graphische Ermittlung eines optimalen Produktionsprogramms keine "echte" deduktive Ableitung darstellt. Dies trifft zu. Denn eine deduktive Ableitung liegt strenggenommen nur dann vor, wenn Inferenzregeln der deduktiven Logik auf ein (prädikaten)logisches Formelsystem angewandt werden. Solche Inferenzregeln stellen z.B. die Regeln des modus ponens und des modus tollens dar. Aber die vorgenannten Varianten zur Ermittlung eines optimalen Produktionsprogramms benutzen keine Inferenzregeln der deduktiven Logik. Statt dessen beruhen sie auf mathematischen Transformationsregeln im Falle der Linearen Programmierung und auf Plausibilitätserwägungen der unmittelbaren visuellen Anschauung im Falle der graphischen Vorgehensweise. Daher klafft zunächst eine Deduktionslücke.

Sie läßt sich aber für den Fall der Linearen Programmierung im Prinzip schließen. Zu diesem Zweck reicht es aus, eine zusätzliche gesetzesartige Aussage in allquantifizierter Subjugatform einzuführen. Sie drückt jetzt aber keine nomische Gesetzhypothese empirischer Art aus, sondern ein mathematisch-logisches Gesetz. Als mathematisch-logisches Gesetz handelt es sich von vornherein um eine tautologische Aussage. In einer semi-formalsprachlichen Annäherung drückt diese Tautologie folgenden Sachverhalt aus:

Wenn ein Produktionsprogramm  $\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*)$  mit dem Deckungsbeitrag  $\text{db}(\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*), \text{nutz}(b_1^*, b_2^*))$  die *hinreichenden* Bedingungen für ein *globales* Maximum der Deckungsbeitragsfunktion "db" erfüllt, *dann* gilt ebenso:

$$\forall x_1 \forall x_2 \forall y_3 \forall b_1 \forall b_2 :$$

$$\text{technisch\_möglich}(\text{prog}(x_1, x_2, y_3), \text{nutz}(b_1, b_2))$$

$$\rightarrow \text{db}(\text{prog}(x_1, x_2, y_3), \text{nutz}(b_1, b_2)) \leq \text{db}(\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*), \text{nutz}(b_1^*, b_2^*))$$

Durch Einsetzen der mathematischen Kriterien für die hinreichenden Bedingungen eines Deckungsbeitragsmaximums in die Antezedenzkomponente der voranstehenden semi-formalsprachlichen Aussage und durch Umformen ihrer natürlichsprachlichen "Wenn ..., dann..."-Diktion in ein Subjugat erhält man eine vollständig formalisierte, mathematisch-logische gesetzesartige Aussage. Mit ihrer Hilfe läßt sich ein optimales Produktionsprogramm als "echte" logische Deduktion ableiten. Dies überrascht allerdings auch nicht, weil in der Antezedenzkomponente bereits ein globales Maximum der Deckungsbeitragsfunktion vorausgesetzt wurde. Diese Prämisse, die schon die Optimalität des Produktionsprogramms inhaltlich einschließt, wird lediglich mittels *tautologischer* Deduktionen so lange umgeformt, bis die gesuchte prädikatenlogische Einsicht  $\text{optimal}(\text{prog}(x_1^*, x_2^*, y_3^*), \text{nutz}(b_1^*, b_2^*))$  resultiert.

An dieser Stelle ging es nicht darum, einen bemerkenswerten Erkenntniszuwachs zu demonstrieren. Vielmehr sollte lediglich gezeigt werden, daß sich ein optimales Produktionsprogramm tatsächlich mittels logischer Deduktionen streng ableiten läßt.

Allerdings wird dabei in der Antezedenzkomponente des oben angeführten mathematisch-logischen Gesetzes vorausgesetzt, daß ein Produktionsprogramm existiert und bekannt ist, welches die hinreichenden Bedingungen für ein Deckungsbeitragsmaximum erfüllt. Daher reicht die deduktive Ableitbarkeit eines optimalen Produktionsprogramms für die Gewinnung einer operationalen technologischen Handlungsregel so lange nicht aus, wie nicht eine der beiden folgenden Kenntnisse vorliegt:

- Entweder muß mindestens ein Produktionsprogramm bekannt sein, das die hinreichenden Bedingungen für ein globales Deckungsbeitragsmaximum erfüllt.
- Oder es muß bekannt sein, daß wegen Inkonsistenz der Produktionsprogrammplanung überhaupt kein solches Produktionsprogramm existiert.

Um eine dieser beiden Kenntnisse zu erlangen, ließe sich mit Hilfe der Logischen Programmierung ein Logisches Programm aufstellen. Durch deduktive Inferenzregeln, die auf einer Kombination aus Resolutions- und Unifizierungsmethoden beruhen, könnte entweder ein Produktionsprogramm abgeleitet werden, das die hinreichenden Bedingungen für ein globales Deckungsbeitragsmaximum erfüllt, oder aber die Nichtexistenz eines solchen Produktionsprogramms beweist. Auf diese Weise wäre die Deduktionslücke vollständig geschlossen.

Die Formulierung eines Logischen Programms, das den voranstehenden Anforderungen gerecht wird, wäre jedoch sehr mühsam. Denn die Logische Programmierung erweist sich für die Erfüllung von Extremierungsaufgaben als recht kompliziert. Statt dessen ist es wesentlich einfacher, die Erfüllung der hinreichenden Bedingungen für ein globales Deckungsbeitragsmaximum oder deren Nichterfüllbarkeit mittels der Linearen Programmierung zu überprüfen. Sie wurde bereits weiter oben angesprochen. Die Lineare Programmierung führt aber keine deduktiven Inferenzregeln aus. Daher könnten hinsichtlich einer vollständigen Schließung der Deduktionslücke Bedenken bestehen.

Der Verfasser hält sie jedoch nicht für gravierend. Denn die Operationen der Linearen Programmierung stellen Transformationsregeln dar, die den Gehalt der transformierten mathematischen Formeln bewahren. Solche gehaltsbewahrenden Formeltransformationen besitzen den gleichen tautologischen Charakter wie die deduktiv-logischen Formeltransformationen. Daher sieht der Verfasser keinen Hinderungsgrund, in einem recht weit gefaßten Verständnis auch den gehaltsbewahrenden mathematischen Formeltransformationen einen "deduktiven" Charakter zuzubilligen.

Aber selbst dann, wenn diese großzügige Auslegung des Deduktionsbegriffs abgelehnt werden sollte, so änderte dies nicht viel. Denn es würde zur Rechtfertigung des derivativen Technologieverständnisses ausreichen, den zugehörigen Ableitungsbegriff weiter zu fassen: In diesem Fall wird weiterhin der Anspruch erhoben, daß sich technologische Handlungsregeln aus einer Theorie mit der Hilfe von tautologischen Formeltransformationen ableiten lassen. Lediglich der Bereich tautologischer Formeltransformationen wird von deduktiv-logischen auf ebenso gehaltsbewahrende, jedoch mathematische Formeltransformationen erweitert.

Darüber hinaus kann ohne Schwierigkeiten gezeigt werden, daß nur genau das eine optimale Produktionsprogramm  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (100, 100, 300)$  existiert<sup>76)</sup>. Daher ist es in dieser einfachen Fallstudie nicht erforderlich, über die tautologischen Formeltransformationen hinaus in einem abschließenden normativen Akt genau eine optimale Lösung aus einer mehrelementigen Menge optimaler Lösungen als Entscheidungsempfehlung willkürlich auszuwählen.

---

76) Diese Einsicht vermitteln z.B. die Lösung des oben angeführten Linearen Programms oder eine graphische Vorgehensweise (vgl. Abb. 2). Ebenso kann sie mittels der Logischen Programmierung gewonnen werden, wenn das o.a. prädikatenlogische Formelsystem als Logisches Programm implementiert wird. Dann gestattet ein "find\_all"-Operator, der in Logischen Programmiersprachen vom PROLOG-Typ bereitgehalten wird, alle logisch möglichen Aufgabenlösungen - hier also: alle optimalen Produktionsprogramme - automatisch zu generieren. Vgl. zu diesem "find\_all"-Operator z.B. BRATKO (1987), S. 190f.

### 3.3 Ableitung von Handlungsregeln

Zuvor wurde eine intentional und situativ angereicherte Miniaturtheorie mit drei gesetzesartigen Aussagen für die Aufgabe, ein optimales Produktionsprogramm zu planen, präsentiert. Zugleich wurde skizziert, wie sich aus dieser Miniaturtheorie mittels rein deduktiv-tautologischer Formeltransformation ableiten läßt, daß nur das eine Produktionsprogramm  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (100, 100, 300)$  optimal ist. Diese Erkenntnis läßt sich unmittelbar in die Formulierung einer technologischen Handlungsregel umsetzen<sup>77)</sup>:

*Wenn* das Ziel der Deckungsbeitragsmaximierung verfolgt wird *und* als Randbedingungen vorgegeben sind: die Beschaffungshöchstmengen  $x_{1,\max}=140$  und  $x_{2,\max}=180$ , die Beschaffungstückkosten  $q_1=50$  und  $q_2=15$ , die variablen Bearbeitungskosten  $k_1=5$  und  $k_2=10$ , der Stückerlös  $p_3=90$ , die Bearbeitungskapazitäten  $b_{1,\max}=200$  und  $b_{2,\max}=1200$ , die Verbrauchsfunktionen  $b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$  und  $b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$  sowie die Produktionsfunktion  $y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$ , *dann* ist zu empfehlen, sich zugunsten des Produktionsprogramms  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (100, 100, 300)$  zu entscheiden.

Die technologische Handlungsregel wurde also nicht direkt aus der vorgegebenen Miniaturtheorie abgeleitet. Aber sie wurde gewonnen, indem die Erkenntnis über das optimale Produktionsprogramm, die aus der Miniaturtheorie mittels technologischer Theorietransformation abgeleitet wurde, mit den vorgegebenen Informationen über das Handlungsziel und über die Randbedingungen der Handlungssituation verknüpft wurden. Diese Verknüpfungsoperation stellt lediglich eine Reorganisation des bereits erschlossenen Wissens dar, ohne diesem Wissen noch neues Wissen hinzuzufügen.

Sofern von dieser materiell unerheblichen Wissensreorganisation abstrahiert wird, läßt sich leicht verkürzt, aber das Wesentliche treffend feststellen: Die technologische Handlungsregel wurde - zumindest indirekt - aus der Miniaturtheorie für die Planung des optimalen Produktionsprogramms abgeleitet. Genau dies war zu zeigen, um die *prinzipielle Durchführbarkeit technologischer Theorietransformationen* exemplarisch nachzuweisen.

Die technologische Handlungsregel, die kurz zuvor angeführt wurde, mag noch trivial und praxisfern erscheinen. Denn sie gilt nur für eine sehr spezielle Handlungssituation, die mittels der Randbedingungen spezifiziert wird. Dies ändert aber nichts hinsichtlich des prinzipiellen Nachweises, daß sich technologische Handlungsregeln tatsächlich aus (intentional und situativ angereicherten Miniatur-)Theorien ableiten lassen<sup>78)</sup>.

Darüber hinaus kann die voranstehende Handlungsregel auch inhaltlich erweitert und in mehrere "Tochterregeln" ausdifferenziert werden, indem zu anspruchsvolleren Programmplanungsaufgaben übergewechselt wird. Beispielsweise lassen sich einige der Randbedingungen

77) Die Fixkosten gehen in die Formulierung der technologischen Handlungsregel nicht als Randbedingung ein, weil sie für die Entscheidung zugunsten eines deckungsbeitragsmaximierenden Produktionsprogramms entscheidungsirrelevant sind. Sie dienen lediglich als "schmückendes" Beiwerk. Zugleich verdeutlichen sie, daß es zur Ableitung einer technologischen Handlungsregel nicht unbedingt erforderlich ist, auf alle Komponenten einer Theorie zurückzugreifen. Vielmehr spielen nur solche Theoriebestandteile eine Rolle, die sich auf Objekte aus den Formulierungen jener gesetzesartigen Aussagen beziehen, die zur Ableitung einer technologischen Handlungsregel herangezogen wurden. Die Randbedingung der Fixkosten nimmt aber auf kein einziges Objekt Bezug, das in den Formulierungen derjenigen gesetzesartigen Aussagen enthalten ist, aus denen die hier betrachtete technologische Handlungsregel abgeleitet wurde.

78) Im allgemeinen gilt natürlich der Vorbehalt, daß ein zusätzlicher normativer Auswahlakt zugunsten genau einer Handlungsalternative erforderlich ist. Er braucht aber hier nicht erhoben zu werden, weil zufällig nur genau eine optimale Handlungsalternative existiert.

parametrisieren<sup>79</sup>). Da nur das Prinzip der parametrischen Einflußgrößenvariation verdeutlicht werden soll, reicht es aus, als variable Einflußgrößen (Parameter) beispielsweise die Beschaffungsstückkosten  $q_1$  und  $q_2$  sowie den Stückerlös  $p_3$  auszuwählen. Sie dürfen beliebig große, aber stets positive und endliche Werte annehmen. Alle anderen Einflußgrößen des Planungsproblems, ein optimales Produktionsprogramm zu bestimmen, bleiben unverändert.

Unter diesen Voraussetzungen wird nach situationsspezifischen Handlungsregeln gesucht. Die Handlungssituationen, auf die sich diese Regeln beziehen, unterscheiden sich durch die unterschiedlichen Wertekombinationen der drei Parameter  $q_1$ ,  $q_2$  und  $p_3$ . Durch parametrische Variation der Einflußgrößen innerhalb ihres Definitionsbereichs zulässiger Werte können im Prinzip alle denkmöglichen Handlungssituationen und die jeweils zugehörigen situationsspezifischen Handlungsregeln ermittelt werden. Der Übersichtlichkeit halber werden hier aber nur vier exemplarisch ausgewählte Handlungssituationen mit ihren Handlungsregeln betrachtet. Die Ableitung dieser Handlungsregeln beruht auf einer parametrisch verallgemeinerten Deckungsbeitragsdefinition:

$$db_1(\text{prog}(x_1, x_2, y_3), \text{nutz}(b_1, b_2)) = p_3 \cdot y_3 - (q_1 \cdot x_1 + q_2 \cdot x_2) - (k_1 \cdot b_1 + k_2 \cdot b_2)$$

Wegen  $b_1 = x_1 + x_2$  und  $b_2 = 4y_3$  folgt daraus als modifizierte Deckungsbeitragsdefinition:

$$db_2(\text{prog}(x_1, x_2, y_3)) = p_3 \cdot y_3 - (q_1 \cdot x_1 + q_2 \cdot x_2) - k_1 \cdot (x_1 + x_2) - k_2 \cdot 4y_3$$

Wegen  $y_3 = 2x_1 + x_2$  folgt daraus als abermals modifizierte Deckungsbeitragsdefinition<sup>80</sup>):

$$\begin{aligned} db_3(\text{prog}(x_1, x_2, \_)) &= p_3 \cdot (2x_1 + x_2) - (q_1 \cdot x_1 + q_2 \cdot x_2) - k_1 \cdot (x_1 + x_2) - 4k_2 \cdot (2x_1 + x_2) \\ &= 2 \cdot p_3 \cdot x_1 + p_3 \cdot x_2 - q_1 \cdot x_1 - q_2 \cdot x_2 - k_1 \cdot x_1 - k_1 \cdot x_2 - 8 \cdot k_2 \cdot x_1 - 4 \cdot k_2 \cdot x_2 \\ &= (2p_3 - q_1 - k_1 - 8k_2) \cdot x_1 + (p_3 - q_2 - k_1 - 4k_2) \cdot x_2 \end{aligned}$$

Mit  $K_1 = 5$  und  $k_2 = 10$  folgt daraus:

$$db_3(\text{prog}(x_1, x_2, \_)) = (2p_3 - q_1 - 85) \cdot x_1 + (p_3 - q_2 - 45) \cdot x_2$$

Durch triviale Äquivalenzumformungen resultiert daraus für die Geradengleichung der Deckungsbeitragsfunktion:

$$x_2 = ( db_3(\text{prog}(x_1, x_2, \_)) : (p_3 - q_2 - 45) ) - ( (2p_3 - q_1 - 85) : (p_3 - q_2 - 45) ) \cdot x_1$$

Je nachdem, wie die Werte der drei Parameter  $q_1$ ,  $q_2$  und  $p_3$  im Quotienten miteinander kombiniert sind, kann jeweils eine andere Handlungsregel resultieren. Entscheidend ist dabei der Quotient  $(2p_3 - q_1 - 85) : (p_3 - q_2 - 45)$ , der den Betrag der Steigung der Deckungsbeitragsfunktion darstellt. Zur Veranschaulichung werden vier Handlungssituationen betrachtet. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß in ihnen die Werte der drei Parameter  $q_1$ ,  $q_2$  und  $p_3$  so zusammenwirken, daß in Abb. 2 die Steigung des Graphen der Deckungsbeitragsfunktion um die Steigung des Graphen

79) Die Lösung der Programmplanungsaufgabe kann dann mittels der parametrischen Linearen Programmierung durchgeführt werden (wenn die Aufgabe selbst zuvor in ein Lineares Programm transformiert wurde).

80) Die Notation "\_" wird als Irrelevanzanzeiger benutzt, der im Rahmen der Logischen Programmierung häufig benutzt wird. Er drückt aus, daß der Wert der Deckungsbeitragsfunktion vom Wert derjenigen Variable ( $y_3$ ), die vom Irrelevanzanzeiger "\_" vertreten wird, in keiner Weise beeinflusst wird.

für die Bearbeitungsrestriktion des ersten Betriebsmittels pendelt, aber nicht die Steigung des Graphen für die Bearbeitungsrestriktion des zweiten Betriebsmittels erreicht. Da die Graphen für das erste und das zweite Betriebsmittel dem Betrag nach die Steigungen 1 bzw. 2 besitzen, ergeben sich folgende situationspezifische Handlungsregeln für die vier betrachteten technologischen Handlungsregeln:

a) Wenn das Ziel der Deckungsbeitragsmaximierung verfolgt wird und als Randbedingungen vorgegeben sind: die Beschaffungshöchstmengen  $x_{1,\max}=140$  und  $x_{2,\max}=180$ , die Beschaffungsstückkosten  $q_1$  und  $q_2$ , der Stückerlös  $p_3$ , die beiden Beziehungen  $2p_3 - q_1 - 85 < 0$  und  $p_3 - q_2 - 45 < 0$  zwischen Beschaffungsstückkosten und Stückerlös, die variablen Bearbeitungskosten  $k_1=5$  und  $k_2=10$ , die Bearbeitungskapazitäten  $b_{1,\max}=200$  und  $b_{2,\max}=1200$ , die Verbrauchsfunktionen  $b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$  und  $b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$  sowie die Produktionsfunktion  $y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$ , dann ist zu empfehlen, sich zugunsten des Produktionsprogramms  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (0, 0, 0)$  zu entscheiden. Es wird also die Unterlassungsalternative empfohlen.

b) Wenn das Ziel der Deckungsbeitragsmaximierung verfolgt wird und als Randbedingungen vorgegeben sind: die Beschaffungshöchstmengen  $x_{1,\max}=140$  und  $x_{2,\max}=180$ , die Beschaffungsstückkosten  $q_1$  und  $q_2$ , der Stückerlös  $p_3$ , die drei Beziehungen  $0 < (2p_3 - q_1 - 85) : (p_3 - q_2 - 45) < 1$ ,  $2p_3 - q_1 - 85 > 0$  und  $p_3 - q_2 - 45 > 0$  zwischen Beschaffungsstückkosten und Stückerlös, die variablen Bearbeitungskosten  $k_1=5$  und  $k_2=10$ , die Bearbeitungskapazitäten  $b_{1,\max}=200$  und  $b_{2,\max}=1200$ , die Verbrauchsfunktionen  $b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$  und  $b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$  sowie die Produktionsfunktion  $y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$ , dann ist zu empfehlen, sich zugunsten des Produktionsprogramms  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (20, 180, 220)$  zu entscheiden.

c) Wenn das Ziel der Deckungsbeitragsmaximierung verfolgt wird und als Randbedingungen vorgegeben sind: die Beschaffungshöchstmengen  $x_{1,\max}=140$  und  $x_{2,\max}=180$ , die Beschaffungsstückkosten  $q_1$  und  $q_2$ , der Stückerlös  $p_3$ , die drei Beziehungen  $(2p_3 - q_1 - 85) : (p_3 - q_2 - 45) = 1$ ,  $2p_3 - q_1 - 85 > 0$  und  $p_3 - q_2 - 45 > 0$  zwischen Beschaffungsstückkosten und Stückerlös, die variablen Bearbeitungskosten  $k_1=5$  und  $k_2=10$ , die Bearbeitungskapazitäten  $b_{1,\max}=200$  und  $b_{2,\max}=1200$ , die Verbrauchsfunktionen  $b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$  und  $b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$  sowie die Produktionsfunktion  $y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$ , dann ist zu empfehlen, sich zugunsten des Produktionsprogramms  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (60, 140, 260)$  zu entscheiden.

d) Wenn das Ziel der Deckungsbeitragsmaximierung verfolgt wird und als Randbedingungen vorgegeben sind: die Beschaffungshöchstmengen  $x_{1,\max}=140$  und  $x_{2,\max}=180$ , die Beschaffungsstückkosten  $q_1$  und  $q_2$ , der Stückerlös  $p_3$ , die drei Beziehungen  $1 < (2p_3 - q_1 - 85) : (p_3 - q_2 - 45) < 2$ ,  $2p_3 - q_1 - 85 > 0$  und  $p_3 - q_2 - 45 > 0$  zwischen Beschaffungsstückkosten und Stückerlös, die variablen Bearbeitungskosten  $k_1=5$  und  $k_2=10$ , die Bearbeitungskapazitäten  $b_{1,\max}=200$  und  $b_{2,\max}=1200$ , die Verbrauchsfunktionen  $b_1 = \text{verb}_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2$  und  $b_2 = \text{verb}_2(y_3) = 4y_3$  sowie die Produktionsfunktion  $y_3 = \text{prod}(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2$ , dann ist zu empfehlen, sich zugunsten des Produktionsprogramms  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (100, 100, 300)$  zu entscheiden.

Die empfohlene Entscheidung zugunsten eines Produktionsprogramms richtet sich also jeweils danach, welche konkreten Werte der drei Parameter  $q_1$ ,  $q_2$  und  $p_3$  miteinander kombiniert werden.

Darüber hinaus mußte im Fall c) zur Gewinnung der dritten technologischen Handlungsregel ein normativer Auswahlakt erfolgen. Denn im Fall c) sind alle Produktionsprogramme  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*)$  optimal, die technisch möglich sind und zusätzlich die Anforderung  $x_1 + x_2 = 200$

erfüllen. Zwecks Eindeutigkeit der Entscheidungsempfehlung wurde daraus das optimale Produktionsprogramm  $(x_1^*, x_2^*, y_3^*) = (60, 140, 260)$  willkürlich herausgegriffen.

Technologische Handlungsregeln der voranstehenden Art können auch für die betriebliche Praxis von Interesse sein. Denn sie gestatten es, optimale Produktionsprogramme bei beliebig variierenden Beschaffungsstückkosten und Stückerlösen zu empfehlen, obgleich die Regeln selbst nur einmal ermittelt wurden. Dasselbe Prinzip für die logisch-deduktive, unter Umständen auch dezisiv ergänzte Gewinnung technologischer Handlungsregeln läßt sich auf die Parametrisierung beliebiger anderer Einflußgrößen der Planung optimaler Produktionsprogramme übertragen. Es ist unschwer nachzuvollziehen, daß eine Fülle von Handlungsregeln resultiert, und zwar insbesondere dann, wenn die parametrische Variation auf mehrere Einflußgrößen simultan angewendet wird.

## 4 Ausblick

### 4.1 Grenzen des derivativen Technologieverständnisses

Zuvor wurde gezeigt, daß sich in der Tat technologische Handlungsregeln aus Theorien gewinnen lassen. Das derivative Technologieverständnis wird also insofern bestätigt, als die theoriegestützte *Ableitbarkeit* technologischer Handlungsregeln im Prinzip - wenn auch exemplarisch vereinfacht - nachgewiesen wurde.

Allerdings sagt die grundsätzliche Ableitbarkeit technologischer Handlungsregeln noch nichts darüber aus, ob für die Erfüllung einer konkreten betriebswirtschaftlichen Aufgabe überhaupt Theorien vorliegen, aus deren Transformation sich technologische Handlungsregeln für die Aufgabenerfüllung gewinnen lassen. Für manche Aufgaben reichen die verfügbaren Theorien aus. Das wurde anhand der exemplarischen Miniaturtheorie im voranstehenden Kapitel mit Bezug auf eine Aufgabe zur Planung optimaler Produktionsprogramme demonstriert. Damit ist aber keineswegs garantiert, daß Theorien für alle betriebswirtschaftlich relevanten Aufgaben bereitstehen. Statt dessen ist schon mehrfach - nicht nur auf den Bereich der Betriebswirtschaftslehre beschränkt - herausgearbeitet worden, daß für zahlreiche praktische Aufgabenstellungen das verfügbare theoretische Wissen mit seinen gesetzesartigen Aussagen noch nicht ausreicht, um konkrete technologische Handlungsregeln für die Aufgabenerfüllung abzuleiten<sup>81)</sup>.

Daher bedarf es oftmals eines ergänzenden, nicht theoretisch fundierten, sondern praxisbezogenen Wissens, um die Lücke<sup>82)</sup> zwischen bekannten Theorien einerseits und benötigten technologischen Handlungsregeln andererseits zu schließen. Dieses Wissen wird unter vielfältigen Bezeichnungen thematisiert, so z.B. als "Heurismen" oder als "Praktikerregeln". Ihre eminente Bedeutung für die Bewältigung betriebswirtschaftlicher, volkswirtschaftlicher, soziologischer, politischer und auch technischer Gestaltungsaufgaben ist unbestritten. Daher wäre es vermessen zu behaupten, daß das betriebswirtschaftliche Gestaltungsziel *allein* durch Transformationen theoretischer Aussagenszusammenhänge in technologische Handlungsregeln erfüllt werden könne.

Technologien umfassen in dem Begriffsverständnis, das eingangs vorgestellt wurde, alles Wissen, das erforderlich ist, um daraus glaubwürdige Empfehlungen für Entscheidungen über betriebliche Gestaltungsalternativen abzuleiten. Deshalb schließen Technologien einerseits die Transformation theoretischer Aussagenszusammenhänge ein, *falls* daraus technologische Handlungsregeln gewonnen werden können. Andererseits umgreifen Technologien in der Regel aber auch zusätzliches Handlungswissen, das sich bislang zwar in technologischen Handlungsregeln kondensieren, aber noch nicht aus Theorien ableiten ließ. Technologien gehen also im allgemeinen über den Transformationsanspruch des derivativen Technologieverständnisses hinaus. Daher kann die originäre Technologieauffassung durchaus verteidigt werden, *sofern* sie nur auf jenes zusätzliche außertheoretische Handlungswissen bezogen wird, das sich (noch<sup>83)</sup>) nicht durch die Transformation von Theorien gewinnen ließ.

---

81) Vgl. AGASSI (1974), S. 52ff.; WENKEL (1988), S. 112ff. u. 119f.; SCHNEEWEIß (1992), S. 253ff. (speziell in bezug auf Planungsprozesse).

82) Vgl. AGASSI (1974), S. 52 ("gap"); WENKEL (1988), S. 120 ("konstruktive Lücke"); KLEIN (1989), S. 103 u. 120 ("Abstraktions-Lücke"); SIKORA (1994), S. 188f. u. 193 ("Anwendungslücke").

83) Allerdings argumentieren Anhänger des originären Theorieverständnisses des öfteren so, daß es grundsätzlich unmöglich sei, aus den gesetzesartigen Aussagen von Theorien mittels Transformationen technologische Handlungsregeln abzuleiten. Besonders deutlich wird dieses enge originäre Theorieverständnis bei WENKEL (1988), S. 119.

## 4.2 Perspektiven des derivativen Technologieverständnisses

### 4.2.1 Überblick

Zuvor wurde herausgestellt, daß sich an der originären Technologieauffassung sogar aus der Perspektive der derivativen Auffassungsvariante festhalten läßt, wenn dabei das originäre Technologieverständnis auf ein klar eingegrenztes Residuum beschränkt wird. Allerdings muß auf dieser Argumentationsstufe nicht verharrt werden. Statt dessen erscheint es plausibel, auch noch diesen letzten Rest originärer Technologieauffassung in das derivative Technologieverständnis einzubeziehen.

Denn für die Heurismen, Praktikerregeln und anderen Spielarten praktischen Wissens gilt: *Wenn* sie so präzise formuliert sind, daß sie formalsprachlich ausgedrückt werden können, dann lassen sie sich als allquantifizierte Subjugate wiedergeben. In diesem günstigen Fall liegen die heuristischen Aussagen in derselben *Form* wie die gesetzesartigen Aussagen von Theorien vor, ohne jedoch den gleichen nomischen Geltungsanspruch erheben zu müssen<sup>84</sup>).

Beispielsweise können die heuristischen Aussagen in eine Theorie als zusätzliche Randbedingungen aufgenommen werden. Sie legen dann nur den intendierten Anwendungsbereich der Theorie fest, beanspruchen aber nicht für sich selbst räumlich und zeitlich ubiquitäre Geltung. Statt dessen ist es ebenso möglich, heuristische Aussagen als gesetzesartige Aussagen in eine Theorie aufzunehmen. Es bedarf dann allerdings einer sehr sorgfältigen Spezifizierung der Anwendungsbedingungen jener Heurismen. In diesem Fall bleibt es der Theorieformulierung überlassen, ob die Anwendungsbedingungen entweder in die Antezedenzkomponenten der gesetzesartigen heuristischen Aussagen integriert oder aber als zusätzliche Randbedingungen in die Theorie aufgenommen werden<sup>85</sup>).

Auf diese Weise wird lediglich der Weg konsequent weiterverfolgt, der schon oben besprochen wurde, als Ziele in die Formulierung einer Theorie integriert wurden. Es liegt dann eine Theorie vor, die nicht nur intentional und situativ, sondern auch heuristisch angereichert ist. Mit diesem weit gefaßten Theorieverständnis verbindet sich eine fruchtbare Programmatik: Anstatt heuristisches und theoretisches Wissen als scheinbar antagonistische Wissensformen voneinander abzugrenzen, wird dazu aufgerufen, heuristisches Wissen so weit zu explizieren und zu präzisieren, daß es einschließlich seiner Anwendungsbedingungen in den Korpus einer Theorie eingebettet werden kann. Es geht also nicht mehr um Scheingefechte zwischen angeblich unveröhnlichen Gegensätzen. An ihre Stelle tritt eine "aufklärerische" Programmatik der fortschreitenden Wissensexplizierung und -präzisierung.

Liegt erst einmal eine intentional, situativ und heuristisch erweiterte Theorie vor, dann lassen sich daraus technologische Handlungsregeln ableiten, ohne auf zusätzliches, theorieexogenes

---

84) An dieser Stelle könnte noch schärfer argumentiert werden: Die heuristischen Aussagen weisen die Form gesetzesartiger Aussagen auf, *weil* ihnen letztlich doch gesetzesartige Sachverhaltszusammenhänge zugrundeliegen. Diese Sachverhaltszusammenhänge mögen in ihrer nomischen Struktur vielleicht aktuell noch weitgehend unbekannt sein, so daß Zurückhaltung geübt wird, die heuristischen Aussagen selbst mit einem nomischen Geltungsanspruch auszustatten. Aber es wird die optimistische Erwartung vertreten, daß sich bei hinreichend gründlicher Erforschung die zugrundeliegenden nomischen Strukturen letztlich doch erkennen und spätestens dann in entsprechenden gesetzesartigen Aussagen kondensieren lassen. Daher besitzen die heuristischen Aussagen kraft ihrer mutmaßlichen nomischen Fundierung zumindest eine indirekte gesetzesartige Qualität. Diese Argumentationsweise könnte z.B. aus den Ausführungen von ALBERT (1987), S. 73, herausgelesen werden.

85) Darüber hinaus können beide Vorgehensweisen auch miteinander kombiniert werden, indem einzelne Anwendungsbedingungen in die Antezedenzkomponenten aufgenommen und andere Anwendungsbedingungen als Randbedingungen der Theorie formuliert werden.

und angeblich genuin praktisches Wissen<sup>86)</sup> zurückgreifen zu müssen. Dies entspricht vollkommen dem derivativen Technologieverständnis. Daher ist es schlicht falsch zu behaupten, Theorien allein reichten nicht aus, um technologische Handlungsregeln mittels Theorietransformation zu gewinnen, weil in Theorien niemals heuristisches Wissen enthalten sein. Denn nichts hindert daran, in der zuvor angedeuteten Weise heuristisch erweiterte Theorien zu konstruieren.

Die voranstehende Gedankenskizze steht aber unter einem zweifachen Vorbehalt.

Erstens mag darüber gestritten werden, ob ein Aussagenzusammenhang, der neben mindestens einer nomischen Hypothese auch Ziele und heuristische Aussagen umfaßt, überhaupt noch eine "echte" Theorie darstellt. Der Verfasser möchte sich hier aber nicht auf eine solche Diskussion einlassen, weil es sich letztlich um ein rein definitorisches Problem handelt. Im Sinne des nominalistischen Definitionskonzepts kann schlicht festgesetzt werden, der Theoriebegriff sei im weit gefaßten, intentional, situativ und heuristisch bereicherten Sinn zu verstehen.

Zweitens setze die Gedankenskizze voraus, daß sich das zusätzliche praktische Wissen in der Gestalt allquantifizierter Subjugate formalisieren läßt. Dies stellt eine "heroische" Prämisse dar. Die meisten Heurismen, Praktikerregeln u.ä. sind auf natürlichsprachliche Weise derart vage formuliert, daß ihre formalsprachliche Rekonstruktion überaus fragwürdig erscheint. Daher kann die originäre Technologieauffassung weiterhin aufrechterhalten werden, solange es nicht gelingt, die erforderliche Formalisierung des zusätzlichen praktischen Wissens zu leisten.

Immerhin spricht zugunsten des derivativen Technologieverständnisses, daß es eine bemerkenswerte, für die Präzisierung der Praxis fruchtbare Programmatik nahelegt: Es ist danach zu streben, heuristisches Praxiswissen so zu konkretisieren und ausreifen zu lassen, daß es in formalsprachlicher Weise reformuliert werden kann.

## 4.2.2 Beiträge aus der Erforschung Künstlicher Intelligenz

Die Reformulierungsprogrammatik der derivativen Technologieauffassung mit ihrem intentional, situativ und heuristisch erweiterten Theorieverständnis stellt keineswegs eine "abstruse Utopie" dar. Vielmehr wird sie bereits seit vielen Jahren im Rahmen der Erforschung Künstlicher Intelligenz (KI) verwirklicht. Ihren deutlichsten Niederschlag hat sie im "regolorientierten Paradigma"<sup>87)</sup> der KI-Forschung gefunden. Es widmet sich vornehmlich der Frage, wie *heuristisches* Wissen menschlicher Experten mit der Hilfe von *formalen Regeln* so expliziert werden kann, daß informationsverarbeitende Automaten - die wissensbasierten Systeme oder Expertensysteme - praktische Probleme selbständig oder interaktiv zu bewältigen vermögen.

Bei den formalen Regeln, die zur Wissensexplizierung benutzt werden, handelt es sich aus logischer Sicht um allquantifizierte Subjugate. Daher stellt die Wissensbasis eines regelbasierten Expertensystems im Prinzip eine Miniaturtheorie dar, die u.a. auch heuristische Aussagen in der Form von gesetzesartigen Aussagen umfaßt. Expertensysteme demonstrieren also schon heute, wie sich theoretisches Wissen so formulieren und implementieren läßt, daß es u.a. auch heuristisches Wissen einschließt.

---

86) Vgl. dazu die These von SIKORA (1994), S. 188f. u. 193, es bestehe eine "Anwendungslücke" zwischen Theorien auf der einen Seite und der Bearbeitung praktischer Probleme auf der anderen Seite. Diese Anwendungslücke könne nicht logisch geschlossen, sondern müsse pragmatisch überbrückt werden.

87) Vgl. NEWELL (1972), S. 44ff. u. 191ff.; WATERMAN (1978), S. 3ff.; HAYES-ROTH (1978), S. 577ff.; BARR (1981), S. 157 u. 190ff.; DAVIS (1984), S. 20ff.; ZELEWSKI (1986), S. 199ff., 224ff. u. 261ff.; WINSTON (1987), S. 184ff., 194ff. u. 218ff.; RICHTER (1989), S. 70ff.; PUPPE (1991), S. 21ff.

Die bereits erwähnte These, bei theoretischem und heuristischem Wissens handele es sich um prinzipiell unvereinbare, kategorial verschiedene Wissensformen, wird also durch die reale Existenz von Expertensystemen empirisch widerlegt. Schon aus diesem Grund erachtet der Verfasser Expertensysteme oder wissensbasierte Systeme als eine kaum zu unterschätzende Befruchtung nicht nur für die produktionswirtschaftliche Forschung im besonderen, sondern ebenso für die betriebswirtschaftliche Forschung im allgemeinen. Dieser befruchtende Impuls wird auch dann fortwirken, wenn Expertensysteme nicht mehr als "wissenschaftliche Modewelle" anzusehen sind, sondern nur noch von jenen konstruiert und analysiert werden, die an den beachtlichen Fähigkeiten von Expertensystemen im Bereich der Wissensrepräsentation und -verarbeitung interessiert sind.

Hinzu kommt, daß ein Expertensystem neben seiner Wissensbasis auch eine Inferenzkomponente besitzt. Sie gestattet es, aus der Miniaturtheorie der Wissensbasis mittels logischer Schlußfolgerungen Lösungen für konkrete Probleme abzuleiten<sup>88</sup>). Solche Problemlösungen stellen nichts anderes als die bedingten Entscheidungsempfehlungen dar, die im Zusammenhang mit technologischen Handlungsregeln gesucht werden. Die Bedingungen, denen jene Empfehlungen unterworfen sind, bestehen einerseits aus allen Randbedingungen derjenigen Miniaturtheorie<sup>89</sup>), die in der Wissensbasis eines Expertensystems implementiert ist, sowie andererseits aus den Beschreibungen konkreter Probleme, die an ein Expertensystem von außen herangetragen werden.

Expertensysteme leisten also mit Hilfe ihrer Inferenzkomponenten genau das, was von einer technologischen Theorietransformation und den daraus hervorgehenden technologischen Handlungsregeln gefordert wird: Sie gestatten es, aus einer implementierten Miniaturtheorie bedingte Entscheidungsempfehlungen für konkrete Probleme abzuleiten.

Allerdings werden auf diese Weise nur die Entscheidungsempfehlungen selbst, nicht aber die - tatsächlich oder fiktiv - zugrundeliegenden Handlungsregeln gewonnen. Diese Einschränkung läßt sich aber überwinden.

Denn fortschrittlichere Expertensystem-Konzepte sehen eine Komponente zum Erlernen von Regeln vor<sup>90</sup>). Diese Lernkomponente gestattet es einem Expertensystem, die bedingten Entscheidungsempfehlungen mit den Bedingungen, unter denen jene Empfehlungen jeweils abgeleitet wurden, zu verknüpfen. Durch Techniken der Musterverarbeitung ist es alsdann möglich, in dem Beziehungsmuster zwischen Bedingungen und bedingten Empfehlungen Regularitäten herauszufiltern. Jene Regularitäten lassen sich schließlich in explizite Regeln umsetzen. Bei diesen erlernten Regeln handelt es sich exakt um jene technologischen Handlungsregeln, die als Ergebnis einer technologischen Theorietransformation intendiert werden.

Folglich setzen regelbasierte Expertensysteme, die mit einer Komponente zum selbständigen Erlernen von Regeln ausgestattet sind, schon heute die Programmatik des derivativen Technologieverständnisses, die kurz zuvor umrissen wurde, in die Tat um: Sie stellen nicht nur die informationstechnischen Instrumente ("Werkzeuge") zur Verfügung, mit deren Hilfe intentional,

---

88) Zwar behauptet SIKORA (1994), S. 189, die Verfechter tautologischer Theorietransformationen hätten selbst einräumen müssen, daß "die Auffindung bestimmter logischer ... Ableitungsmöglichkeiten ... nicht mechanisierbar ist." Er benutzt dabei ein Zitat von ALBERT (1976), S. 181f. Dies erscheint aber fragwürdig. Denn erstens hat sich ALBERT mit den informationstechnischen Möglichkeiten von Inferenzautomaten nicht näher befaßt. Zweitens traf er seine Feststellung im Jahr 1976! Angesichts der zwischenzeitlich eingetretenen Fortschritte der KI-Forschung kann heute - nahezu 2 Jahrzehnte später - die These, wichtige logische Ableitungsmöglichkeiten ließen sich nicht automatisch ausführen, nicht mehr ernsthaft vertreten werden.

89) Dazu gehören auch die Randbedingungen einzelner gesetzesartiger Aussagen aus der jeweils implementierten Miniaturtheorie.

90) Der Verfasser hat dies an anderer Stelle ausführlicher erläutert; vgl. ZELEWSKI (1986), S. 489ff., insbesondere S. 494ff. Vgl. auch die dort angegebene vertiefende Literatur.

situativ und heuristisch erweiterte Miniaturtheorien für nahezu beliebige betriebswirtschaftliche Problemfelder computergestützt realisiert werden können. Vielmehr gestatten sie ebenso, diese Miniaturtheorien mittels automatischer Inferenzen so zu transformieren, daß zunächst bedingte Entscheidungsempfehlungen für ein einzelnes Problem - und später technologische Handlungsregeln für den generalisierten Fall einer ganzen Problemklasse<sup>91)</sup> resultieren.

Die Skizze der Einsatzmöglichkeiten von Expertensystemen zur Befruchtung des Konzepts technologischer Theorietransformationen kann in der hier gebotenen Kürze leider nicht detailliert ausgeführt werden. Zumindest bedarf sie aber einiger weniger ergänzender Erläuterungen.

Zunächst mag der Einwand erhoben werden, regelbasierte Expertensysteme stellen im Rahmen der KI-Forschung ein veraltetes Konzept dar. Neuere Techniken für die Wissensrepräsentation und -verarbeitung, wie z.B. der objektorientierte oder der restriktionspropagierende Ansatz, hätten sich als wesentlich leistungsfähiger herausgestellt. Der Verfasser möchte dies keineswegs in Zweifel ziehen. Ihm geht es aber hier nicht um die Mächtigkeit von Techniken für die Wissensrepräsentation oder um die Effizienz von Techniken für das Erschließen impliziter Wissensinhalte. Vielmehr zielt er darauf ab anzudeuten, wie sich das Konzept technologischer Theorietransformationen durch Beiträge aus der Erforschung Künstlicher Intelligenz befruchten läßt. Zu diesem Zweck erscheint es vorteilhafter, eine einfach strukturierte, dem betriebswirtschaftlichen Denken nahestehende Technik für die Wissensrepräsentation und -erschließung zu wählen, die es gestattet, betriebswirtschaftliche Modellierungen und KI-Techniken unmittelbar aufeinander zu beziehen.

Diese Anforderung wird von der regelorientierten Wissensrepräsentation und den darauf basierenden Inferenztechniken erfüllt. Das gilt insbesondere im hier thematisierten Kontext des derivativen Technologieverständnisses. Denn die regelartige Form der Wissensrepräsentation gestattet es, sowohl technologische Handlungsregeln als auch gesetzesartige Aussagen in ihrer Subjunktatform unmittelbar wiederzugeben.

Darüber hinaus empfiehlt es sich, die Regelorientierung durch eine prädikatenlogische Form der Wissensrepräsentation zu ergänzen. Dafür spricht, daß gesetzesartige Aussagen in ihrer ursprünglichen, wissenschaftstheoretisch gemeinhin akzeptierten Darstellungsweise als allquantifizierte Subjunktatformeln notiert werden. Die Verwendung von Allquantoren erfordert zumindest den Ausdrucksreichtum der Prädikatenlogik (1. Stufe). Auch die exemplarische Fallstudie wurde von vornherein mit den Mitteln der Prädikatenlogik formuliert.

Aus den vorgenannten Gründen erscheinen dem Verfasser regelbasierte und prädikatenlogisch fundierte Expertensysteme als eine "natürliche" Schnittstelle, die zwischen betriebswirtschaftlicher Forschung einerseits und KI-Forschung andererseits vermittelt. Dies gilt zumindest in bezug auf die beiden produktionswirtschaftlichen Pendants, Produktionsmanagement und Produktionstheorie, weil sich ihre charakteristischen Wissensformen - Handlungswissen bzw. theoretisches Wissen - jeweils in prädikatenlogischer und regelorientierter Weise aufbereiten lassen. Diese Art der (primären) Wissensrepräsentation schließt aber keineswegs aus, daß regelbasierte und prädikatenlogisch fundierte Expertensysteme nachträglich mittels anderer Techniken für die (sekundäre) Wissensrepräsentation und -verarbeitung reimplementiert werden, um beispielsweise die Effizienz ihrer Inferenzprozesse zu steigern.

Schließlich könnte kritisiert werden, Expertensysteme oder wissensbasierte Systeme seien - unabhängig von den eingesetzten Repräsentations- und Inferenztechniken - nicht mehr "zeitgemäß". Sie gehörten mit ihrer Wissensdarstellung und -auswertung auf der symbolischen Ebene dem Zweig der "good old fashioned artificial intelligence" ("GOFAI") an, die nicht mehr den aktuellen Forschungsstand wiedergebe. Vielmehr liege die Zukunft auf der subsymbolischen

---

91) Die Problemklasse umfaßt die Spezifizierung von Handlungszielen und Handlungssituationen, angesichts derer eine technologische Handlungsregel jeweils gültig sein soll.

Ebene, auf der neuerdings vor allem Künstliche Neuronale Netzwerke die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler auf sich ziehen.

Es ist hier nicht der Ort, um über die tatsächliche oder angebliche Überlegenheit der subsymbolischen KI-Forschung zu diskutieren. Ebenso wenig möchte der Verfasser dem Gedanken nachgehen, ob hier nicht lediglich eine neue Modewelle - subsymbolische Künstliche Neuronale Netze - eine etwas ältere Modewelle - symbolische Expertensysteme - ablöst.

Statt dessen wird aus der Perspektive des Konzepts technologischer Theorietransformationen nur ein spezieller Aspekt gewürdigt: Expertensysteme bieten *aufgrund ihrer symbolischen Wissensexplizierung* einen Anreiz, allgemein betriebswirtschaftliche oder speziell produktionswirtschaftliche Erkenntnisinhalte so zu formulieren, daß sie sich in die Wissensbasis eines solchen regelbasierten und prädikatenlogisch fundierten Systems einbringen lassen. Mit Hilfe der ausgeklügelten Inferenztechniken, die für Systeme mit "künstlicher Intelligenz" typisch sind, kann alsdann systematisch untersucht werden, ob sich aus dem eingebrachten Fachwissen tatsächlich technologische Handlungsregeln für praktisch interessante Gestaltungsaufgaben ableiten lassen.

Aus diesem Blickwinkel stellen Expertensysteme eine bemerkenswerte Bereicherung des derivativen Technologieverständnisses dar. Künstliche Neuronale Netze mit ihrer subsymbolischen Repräsentations- und Inferenzweise würden dagegen kontraproduktiv wirken. Anstatt die (prädikaten)logisch gesicherte Ableitbarkeit technologischer Handlungsregeln aus theoretischem Wissen zu demonstrieren, stellen Künstliche Neuronale Netze theoretisches oder praktisches Wissen auf der subsymbolischen Ebene in "okkulten", d.h. vom menschlichen Fachexperten intellektuell nicht mehr nachvollziehbarer Weise dar.

Mit Hilfe solcher Netze können zwar - im Vergleich zu konventionellen Expertensystemen - Handlungsregeln mitunter relativ effizient gewonnen werden. Aber der Prozeß der Ableitung von technologischen Handlungsregeln aus dem jeweils zugrundegelegten Wissen bleibt dabei wegen der subsymbolischen Repräsentations- und Inferenztechniken für den menschlichen Intellekt weitgehend verborgen. Genau dieser Ableitungsprozeß interessiert jedoch im Streit zwischen den Geltungsansprüchen von originärem und derivativem Technologieverständnis. Er kann nur mit der Hilfe von symbolisch arbeitenden Expertensystemen nachvollzogen und - bei Bedarf - kritisiert werden. Daher stellen die Künstlichen Neuronalen Netze zumindest aus der Perspektive des Konzepts technologischer Theorietransformationen keinen Fort-, sondern einen Rückschritt dar.

## 5 Literaturverzeichnis

### **AGASSI (1974)**

AGASSI,J.: The Confusion between Science and Technology in the Standard Philosophies of Science; in: Rapp,F. (Hrsg.): Contributions to a Philosophy of Technology - Studies in the Structure of Thinking in the Technological Sciences, Dordrecht - Boston 1974, S. 40-59.

### **AGASSI (1985)**

AGASSI,J.: Technology - Philosophical and Social Aspects, Dordrecht - Boston - Lancaster ... 1985.

### **ALBERT (1964)**

ALBERT,H.: Probleme der Theoriebildung - Entwicklung, Struktur und Anwendung sozialwissenschaftlicher Theorien; in: Albert,H. (Hrsg.): Theorie und Realität - Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, 1. Aufl., Tübingen 1964, S. 3-70.

### **ALBERT (1965a)**

ALBERT,H.: Wertfreiheit als methodisches Prinzip - Zur Frage der Notwendigkeit einer normativen Sozialwissenschaft; in: Topitsch,E. (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, Köln - Berlin 1965, S. 181-210.

### **ALBERT (1965b)**

ALBERT,H.: Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften; in: Topitsch,E. (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, Köln - Berlin 1965, S. 126-143.

### **ALBERT (1967)**

ALBERT,H.: Marktsoziologie und Entscheidungslogik - Ökonomische Probleme in soziologischer Perspektive, Neuwied - Berlin 1967.

### **ALBERT (1972)**

ALBERT,H.: Konstruktion und Kritik - Aufsätze zur Philosophie des kritischen Rationalismus, Hamburg 1972.

### **ALBERT (1976)**

ALBERT,H.: Aufklärung und Steuerung, Hamburg 1976.

### **ALBERT (1978)**

ALBERT,H.: Traktat über rationale Praxis, Tübingen 1978.

### **ALBERT (1987)**

ALBERT,H.: Kritik der reinen Erkenntnislehre - Das Erkenntnisproblem in realistischer Perspektive, Tübingen 1987.

### **ALISCH (1978)**

ALISCH,L.-M.; RÖSSNER,L.: Erziehungswissenschaft als technologische Disziplin - Ein Beitrag zur Technologie-Diskussion in den Sozialwissenschaften, München - Basel 1979.

### **ALISCH (1983)**

ALISCH,L.-M.; RÖSSNER,L.: Operative Modelle als Technologische Theorien; in: Stachowiak,H. (Hrsg.): Modelle - Konstruktion der Wirklichkeit, München 1983, S. 147-170.

### **BARR (1981)**

BARR,A.; FEIGENBAUM,E.A. (Hrsg.): The Handbook of Artificial Intelligence, Vol. 1, Stanford - Los Altos 1981.

### **BEA (1992)**

BEA,F.X.: Entscheidungen des Unternehmens; in: Bea,F.X.; Dichtl,E.; Schweitzer,M. (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Band 1: Grundfragen, 6. Aufl., Stuttgart 1992, S. 309-424.

### **BECK (1989)**

BECK,U.; BONß,W.: Verwissenschaftlichung ohne Aufklärung? - Zum Strukturwandel von Sozialwissenschaft und Praxis; in: Beck,U.; Bonß,W. (Hrsg.): Weder Sozialtechnologie noch Aufklärung? - Analysen zur Verwendung sozialwissenschaftlichen Wissens, Frankfurt 1989, S. 7-45.

**BRATKO (1987)**

BRATKO, I.: PROLOG - Programmierung für künstliche Intelligenz, Bonn - Reading - Menlo Park ... 1987.

**BRAUN (1977)**

BRAUN, G.E.: Methodologie der Planung - Eine Studie zum abstrakten und konkreten Verständnis der Planung, Meisenheim 1977.

**BÜCHER (1920)**

BÜCHER, K.: Die Entstehung der Volkswirtschaft - Vorträge und Aufsätze, Zweite Sammlung, 3./4. Aufl., Tübingen 1920.

**BUNGE (1974)**

BUNGE, M.: Technology as Applied Science; in: Rapp, E. (Hrsg.): Contributions to a Philosophy of Technology - Studies in the Structure of Thinking in the Technological Sciences, Dordrecht - Boston 1974, S. 19-39.

**BUNGE (1985)**

BUNGE, M.: Treatise on Basic Philosophy, Volume 7, Epistemology & Methodology III: Philosophy of Science and Technology, Part II: Life Science, Social Science and Technology, Dordrecht - Boston - Lancaster 1985.

**CHMIELEWICZ (1979)**

CHMIELEWICZ, K.: Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft, 2. Aufl., Stuttgart 1979.

**DAVIS (1984)**

DAVIS, R.; KING, J.J.: The Origin of Rule-Based Systems in AI; in: Buchanan, B.G.; Shortliffe, E.H. (Hrsg.): Rule-Based Expert Systems - The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project, Reading - Menlo Park - London ... 1984, S. 20-52.

**DYCKE (1988)**

DYCKE, A.: Zur Ableitung von Managementregeln aus kontrolltheoretischen Unternehmensmodellen, Bergisch Gladbach - Köln 1988.

**DYCKHOFF (1990)**

DYCKHOFF, H.: Berücksichtigung des Umweltschutzes in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie, Arbeitsbericht Nr. 90/01 (in der überarbeiteten Version vom Juni 1990), Institut für Wirtschaftswissenschaften, Technische Hochschule Aachen, Aachen 1990 [auch erschienen in: Ordelt, D.; Rudolph, B.; Büsselmann, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre und Ökonomische Theorie, 52. Wissenschaftliche Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V., 05.-09.06.1990 in Frankfurt, Stuttgart 1991, S. 275-309].

**DYCKHOFF (1991)**

DYCKHOFF, H.: Organische Integration des Umweltschutzes in die Betriebswirtschaftstheorie, Arbeitsbericht Nr. 91/02, Lehrstuhl für Industriebetriebslehre, Universität Aachen, Aachen 1991.

**DYCKHOFF (1992)**

DYCKHOFF, H.: Aktivitätsanalytische Grundlagen einer umweltorientierten einzelwirtschaftlichen Produktions- und Erfolgstheorie, überarbeitete (unveröffentlichte) Langfassung eines Vortrags, gehalten am 26.04.1991 in Bendorf vor dem Ausschuß für Unternehmenstheorie und -politik des Vereins für Socialpolitik, Aachen o.J. (1992).

**DYCKHOFF (1994)**

DYCKHOFF, H.: Betriebliche Produktion - Theoretische Grundlagen einer umweltorientierten Produktionswirtschaft, 2. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York ... 1994.

**EICHNER (1974)**

EICHNER, K.: Logische Grundlagen der Sozialtechnologie, Dissertation Universität Hamburg, Hamburg 1974.

**ESSER (1977)**

ESSER, H.; KLENOVITS, K.; ZEHNPFENNIG, H.: Wissenschaftstheorie 1: Grundlagen und Analytische Wissenschaftstheorie, Stuttgart 1977.

**FANDEL (1991a)**

FANDEL, G.: Bedeutung der ökonomischen Theorie für das betriebswirtschaftliche Gebiet der Produktion; in: Ordelheide, D.; Rudolph, B.; Büsselmann, E. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre und Ökonomische Theorie, 52. Wissenschaftliche Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V., 05.-09.06.1990 in Frankfurt, Stuttgart 1991, S. 227-254.

**FANDEL (1991b)**

FANDEL, G.: Aktivitätsanalyse der Produktionsplanung und -steuerung; in: Kistner, K.-P.; Schmidt, R. (Hrsg.): Unternehmensdynamik, Horst Albach zum 60. Geburtstag, Wiesbaden 1991, S. 163-181.

**FISCHER-WINKELMANN (1971)**

FISCHER-WINKELMANN, W.F.: Methodologie der Betriebswirtschaftslehre, München 1971.

**GUTENBERG (1983)**

GUTENBERG, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Erster Band: Die Produktion, 24. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1983.

**HAYES-ROTH (1978)**

HAYES-ROTH, F.; WATERMAN, D.A.; LENAT, D.B.: Principles of Pattern-Directed Inference Systems; in: Waterman, D.A.; Hayes-Roth, F. (Hrsg.): Pattern-Directed Inference Systems, New York - San Francisco - London 1978, S. 577-601.

**HETTICH (1979)**

HETTICH, G.O.: Das Ausgleichsgesetz der Planung; in: Schanz, G. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Gesetze, Effekte und Prinzipien, München 1979, S. 54-60.

**HUPPERTSBERG (1975)**

HUPPERTSBERG, B.: Verhandlungsspiele im Investitionsgütermarketing - Methodologische Probleme-exploratorischer Simulation, Dissertation Universität Mannheim, Mannheim 1975.

**KERN (1992)**

KERN, W.: Industrielle Produktionswirtschaft, 5. Aufl., Stuttgart 1992.

**KLEIN (1989)**

KLEIN, S.: Theorie der Unternehmungsplanung - Struktur und Beitrag einer anwendungsorientierten Planungstheorie, Stuttgart 1989.

**KÖHLER (1976)**

KÖHLER, R.: "Inexakte Methoden" in der Betriebswirtschaftslehre - Praxisrelevanz und wissenschaftstheoretische Beurteilung des von Helmer und Rescher vorgeschlagenen Ansatzes; in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 46. Jg. (1976), S. 27-46.

**KÖTTER (1983)**

KÖTTER, R.: Was vermag das strukturalistische Theorienkonzept für die methodologischen Probleme der Ökonomie zu leisten?; in: Fischer-Winkelmann, W.F. (Hrsg.): Paradigmawechsel in der Betriebswirtschaftslehre, Spardorf 1983, S. 324-347.

**KRETSCHMANN (1990)**

KRETSCHMANN, J.: Die Diffusion des Kritischen Rationalismus in der Betriebswirtschaftslehre, Dissertation Universität Göttingen 1989 (unter dem Titel "Die Rezeption des Kritischen Rationalismus in der Betriebswirtschaftslehre"), Stuttgart 1990.

**KUBICEK (1975)**

KUBICEK, H.: Empirische Organisationsforschung - Konzeption und Methodik, Stuttgart 1975.

**KURRAS (1984)**

KURRAS, K.: Arbeitsorientierte Forschung in der Betriebswirtschaftslehre - Eine kritische Analyse methodologischer Grundlagen der neueren Betriebswirtschaftslehre mit einem heuristischen Bezugsrahmen für ein arbeitsorientiertes Forschungsprogramm, Frankfurt - Bern - New York 1984.

**NEWELL (1972)**

NEWELL, A.; SIMON, H.A.: Human Problem Solving, Englewood Cliffs 1972.

**NIENHÜSER (1989)**

NIENHÜSER, W.: Die praktische Nutzung theoretischer Erkenntnisse in der Betriebswirtschaftslehre - Probleme der Entwicklung und Prüfung technologischer Aussagen, Stuttgart 1989.

**OPP (1990)**

OPP,K.-D.; WIPPLER,R.: Theoretischer Pluralismus und empirische Forschung; in: Opp,K.-D.; Wippler,R. (Hrsg.): Empirischer Theorienvergleich - Erklärungen sozialen Verhaltens in Problemsituationen, Opladen 1990, S. 3-15.

**PETRI (1976)**

PETRI,K.: Kritische Betriebswirtschaftslehre - Eine Auseinandersetzung mit dem kritischen Rationalismus Karl R. Poppers vor dem Hintergrund der Probleme der betriebswirtschaftlichen Forschungspraxis, Zürich - Frankfurt - Thun 1976.

**POPPER (1949)**

POPPER,K.R.: Naturgesetze und Wirklichkeit; in: Moser,S. (Hrsg.): Gesetz und Wirklichkeit, Internationale Hochschulwochen des österreichischen College, 21.08.-09.09.1948 in Alpach, Innsbruck - Wien 1949, S. 43-60.

**POPPER (1957)**

POPPER,K.R.: The Poverty of Historicism, London 1957.

**POPPER (1972)**

POPPER,K.R.: Naturgesetze und theoretische Systeme; in: Albert,H. (Hrsg.): Theorie und Realität - Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, 2. Aufl., Tübingen 1972, S. 42-58.

**POPPER (1974)**

POPPER,K.R.: Das Elend des Historizismus, 4. Aufl., Tübingen 1974.

**POPPER (1984)**

POPPER,K.R.: Objektive Erkenntnis - Ein evolutionärer Entwurf, 4. Aufl., Hamburg 1984.

**PROBST (1981)**

PROBST,G.J.B.: Kybernetische Gesetzeshypothesen als Basis für Gestaltungs- und Lenkungsregeln im Management - Eine Methodologie zur Betrachtung von Management-Situationen aus kybernetischer Sicht, Dissertation Hochschule St. Gallen, Bern 1981.

**PUPPE (1991)**

PUPPE,F.: Einführung in Expertensysteme, 2. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York ... 1991.

**RAFFEE (1974)**

RAFFEE,H.: Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Göttingen 1974.

**RAPP (1974)**

RAPP,F.: Technology and Natural Science - A Methodological Investigation; in: Rapp,F. (Hrsg.): Contributions to a Philosophy of Technology - Studies in the Structure of Thinking in the Technological Sciences, Dordrecht - Boston 1974, S. 93-114.

**REIB (1982)**

REIB,M.: Betriebswirtschaftliche Gestaltungsempfehlungen: Technologische Modelle versus Entscheidungsmodelle; in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 11. Jg. (1982), S. 186-190.

**RICHTER (1989)**

RICHTER,M.M.: Prinzipien der Künstlichen Intelligenz, Stuttgart 1989.

**SABEL (1989)**

SABEL,H.: Ausgleichsgesetz der Planung; in: Szyperski,N.; Winand,U. (Hrsg.): Handwörterbuch der Planung, Stuttgart 1989, Sp. 61-68.

**SCHANZ (1977)**

SCHANZ,G.: Grundlagen der verhaltenstheoretischen Betriebswirtschaftslehre, Habilitationsschrift Universität Mannheim, Tübingen 1977.

**SCHANZ (1979a)**

SCHANZ,G. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Gesetze, Effekte und Prinzipien, München 1979.

**SCHANZ (1979b)**

SCHANZ,G.: Überblick; in: Schanz,G. (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche Gesetze, Effekte und Prinzipien, München 1979, S. 1-8.

**SCHANZ (1988)**

Schanz,G.: Methodologie für Betriebswirte, 2. Aufl., Stuttgart 1988.

**SCHMID (1979a)**

SCHMID, M.: Handlungsrationalität - Kritik einer dogmatischen Handlungswissenschaft, München 1979.

**SCHMID (1979b)**

SCHMID, M.: Rationalitätsprinzip und Handlungserklärung; in: Lenk, H. (Hrsg.): Handlungstheorien interdisziplinär II, Handlungserklärungen und philosophische Handlungsinterpretation, Zweiter Halbband, München 1979, S. 491-533.

**SCHNEEWEIß (1992)**

SCHNEEWEIß, C.: Planung, Band 2: Konzepte der Prozeß- und Modellgestaltung, Berlin - Heidelberg - New York ... 1992.

**SIKORA (1994)**

SIKORA, K.: Betriebswirtschaftslehre als ökonomische Sozialtechnologie im Sinne von MARIO BUNGE; in: Fischer-Winkelmann, W.F. (Hrsg.): Das Theorie-Praxis-Problem der Betriebswirtschaftslehre - Tagung der Kommission Wissenschaftstheorie, Wiesbaden 1994, S. 175-220.

**STACHOWIAK (1987)**

STACHOWIAK, H.: Gegenwärtige Theorieprobleme der Sozialwissenschaften aus pragmatologischer Sicht; in: Müller, N.; Stachowiak, H. (Hrsg.): Problemlösungsoperator Sozialwissenschaft - Anwendungsorientierte Modelle der Sozial- und Planungswissenschaften in ihrer Wirksamkeitsproblematik, Band I, Stuttgart 1987, S. 49-229.

**TOPITSCH (1968)**

TOPITSCH, E.: Der Gesetzesbegriff in den Sozialwissenschaften; in: Klibansky, R. (Hrsg.): Contemporary Philosophy - A Survey, Vol. II: Philosophy of Science, Firenze 1968, S. 141-150.

**TOPITSCH (1972)**

TOPITSCH, E.: -Zum Gesetzesbegriff in den Sozialwissenschaften; in: Albert, H. (Hrsg.): Theorie und Realität - Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, 2. Aufl., Tübingen 1972, S. 317-330.

**WATERMAN (1978)**

WATERMAN, D.A.; HAYES-ROTH, F.: An Overview of Pattern-Directed Inference Systems; in: Waterman, D.A.; Hayes-Roth, F. (Hrsg.): Pattern-Directed Inference Systems, New York - San Francisco - London 1978, S. 3-22.

**WATRIN (1972)**

WATRIN, C.: Ökonomische Theorien und wirtschaftspolitisches Handeln; in: Albert, H. (Hrsg.): Theorie und Realität - Ausgewählte Aufsätze zur Wissenschaftslehre der Sozialwissenschaften, 2. Aufl., Tübingen 1972, S. 359-391.

**WENKEL (1988)**

WENKEL, C.: Strategisches Management in zersplitterten Branchen - Eine Anwendung der wettbewerbsstrategischen Absatzmarkttheuristik von Michael E. Porter in metakritischer Absicht, Diplomarbeit, Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und betriebswirtschaftliche Planung, Universität Köln, Köln 1988.

**Westmeyer (1979)**

WESTMEYER, H.: Die rationale Rekonstruktion einiger Aspekte psychologischer Praxis; in: Albert, H.; Stapf, K.H. (Hrsg.): Theorie und Erfahrung - Beiträge zur Grundlagenproblematik der Sozialwissenschaften, Stuttgart 1979, S. 139-161.

**WINSTON (1987)**

WINSTON, P.H.: Künstliche Intelligenz, Bonn - Reading - Menlo Park ... 1987.

**WÖHE (1959)**

WÖHE, G.: Methodologische Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Meisenheim 1959.

**ZELEWSKI (1986)**

ZELEWSKI, S.: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz - Eine informationstechnisch-betriebswirtschaftliche Analyse, Bd. 1-3, Dissertation Universität Köln 1985 (unter dem Titel: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz - Bestandsaufnahme und Bewertungsansätze aus informationstechnisch-betriebswirtschaftlicher Perspektive unter besonderer Berücksichtigung produktionswirtschaftlicher Aspekte ), Witterschlick/Bonn 1986.

**ZELEWSKI (1991)**

ZELEWSKI,S.: Praktische Rationalität - eine forschungsprogrammatische Neuausrichtung der betriebswirtschaftlichen Planungslehre?; in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 43. Jg. (1991), S. 61-92.

**ZELEWSKI (1993a)**

ZELEWSKI,S.: Strukturalistische Produktionstheorie - Konstruktion und Analyse aus der Perspektive des "non statement view" (geringfügig überarbeitete Fassung der Habilitationsschrift, Universität Köln 1992), Wiesbaden 1993.

**ZELEWSKI (1993b)**

ZELEWSKI,S.: Umweltschutz als Herausforderung an die produktionswirtschaftliche Theoriebildung; in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 63. Jg. (1993), Heft 4, S. 25-52.

**ZELEWSKI (1994)**

ZELEWSKI,S.: Integration von Umweltschutzaspekten in aktivitätsanalytischen Produktionstheorien - Eine Studie zur Reaktion produktionswirtschaftlicher Theoriebildung auf neuartige praktische Herausforderungen; in: Fischer-Winkelmann,W.F. (Hrsg.): Das Theorie-Praxis-Problem der Betriebswirtschaftslehre - Tagung der Kommission Wissenschaftstheorie, Wiesbaden 1994, S. 241-271.

**Institut für Produktionswirtschaft und Industrielle Informationswirtschaft  
der Universität Leipzig**

Verzeichnis der Arbeitsberichte

---

- Nr. 1: ZELEWSKI, STEPHAN: Das Konzept technologischer Theorietransformationen - eine Analyse aus produktionswirtschaftlicher Perspektive, Leipzig 1994.
- Nr. 2: SIEDENTOPF, JUKKA: Anwendung und Beurteilung heuristischer Verbesserungsverfahren für die Maschinenbelegungsplanung - Ein exemplarischer Vergleich zwischen Neuronalen Netzen, Simulated Annealing und genetischen Algorithmen, Leipzig 1994.
- Nr. 3: ZELEWSKI, STEPHAN: Unternehmenskrisen und Konzepte zu ihrer Bewältigung, Leipzig 1994.
- Nr. 4: SIEDENTOPF, JUKKA: Ein effizienter Scheduling-Algorithmus auf Basis des Threshold Accepting, Leipzig 1995.
- Nr. 5: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 1: Exposition, Leipzig 1995.
- Nr. 6: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 2: Bezugsrahmen, Leipzig 1995.
- Nr. 7: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 3: Einführung in Stelle/Transition-Netze, Leipzig 1995.
- Nr. 8: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 4: Verfeinerungen von Stelle/Transition-Netzen, Leipzig 1995.
- Nr. 9: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 5: Einführung in Synthetische Netze, Teilband 5.1: Darstellung des Kernkonzepts, Leipzig 1995.
- Nr. 10: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 5: Einführung in Synthetische Netze, Teilband 5.2: Auswertungsmöglichkeiten, Leipzig 1995.
- Nr. 11: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 6: Erweiterungen von Synthetischen Netzen, Leipzig 1995.
- Nr. 12: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 7: Fallstudie, Leipzig 1995.
- Nr. 13: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 8: Charakterisierung des Petrinetz-Konzepts, Leipzig 1995.
- Nr. 14: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 9: Beurteilung des Petrinetz-Konzepts, Leipzig 1995.
- Nr. 15: ZELEWSKI, STEPHAN: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme (Projekt PEMOPS), Band 10: Petrinetz-Literatur, Leipzig 1995.

## Verzeichnis der Arbeitsberichte

---

- Nr. 16: SIEDENTOPF, JUKKA: An Efficient Scheduling Algorithm Based upon Threshold Accepting, Leipzig 1995.
- Nr. 17: SIEDENTOPF, JUKKA: The Threshold Waving Algorithm for Job Shop Scheduling, Leipzig 1995.
- Nr. 18: ZELEWSKI, STEPHAN: Diskussionspapier zum Text "Zur wirtschaftlichen und sozialen Lage in Deutschland" einer evangelisch-katholischen Arbeitsgruppe, Leipzig 1995.