

Integrierte Zielverpflichtungsplanung und optimierende Planung

Eckart Zwicker
Technische Universität Berlin
Fachgebiet Unternehmensrechnung und Controlling
Berlin 2000 (rev. 2008)

1 Einleitung

Die Integrierte Zielverpflichtungsplanung ist ein Verfahren der Planung durch Zielverpflichtung. Wie Abb. 1 zeigt, kann man zwischen zwei Arten einer Zielverpflichtungsplanung unterscheiden: der reinen Zielverpflichtungsplanung und der gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung. Neben diesen Planungsverfahren gibt es die seit alters her praktizierte „reine optimierende Planung“. Der Ausdruck „reine optimierende Planung“ ist nur gewählt, um sie von der „gemischte Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung zu unterscheiden. In der Literatur, wird diese „reine optimierende Planung“ ohne das Attribut „reine“ verwendet. Im Folgenden wird nicht die (reine) optimierende Planung behandelt, sondern es werden die Fälle erörtert, in welchen die Zielverpflichtungsplanung mit einer optimierenden Planung verbunden ist. Damit wird gezeigt, dass das etablierte Verfahren einer optimierenden Planung in konsistenter Weise mit einer Zielverpflichtungsplanung verknüpft werden kann.

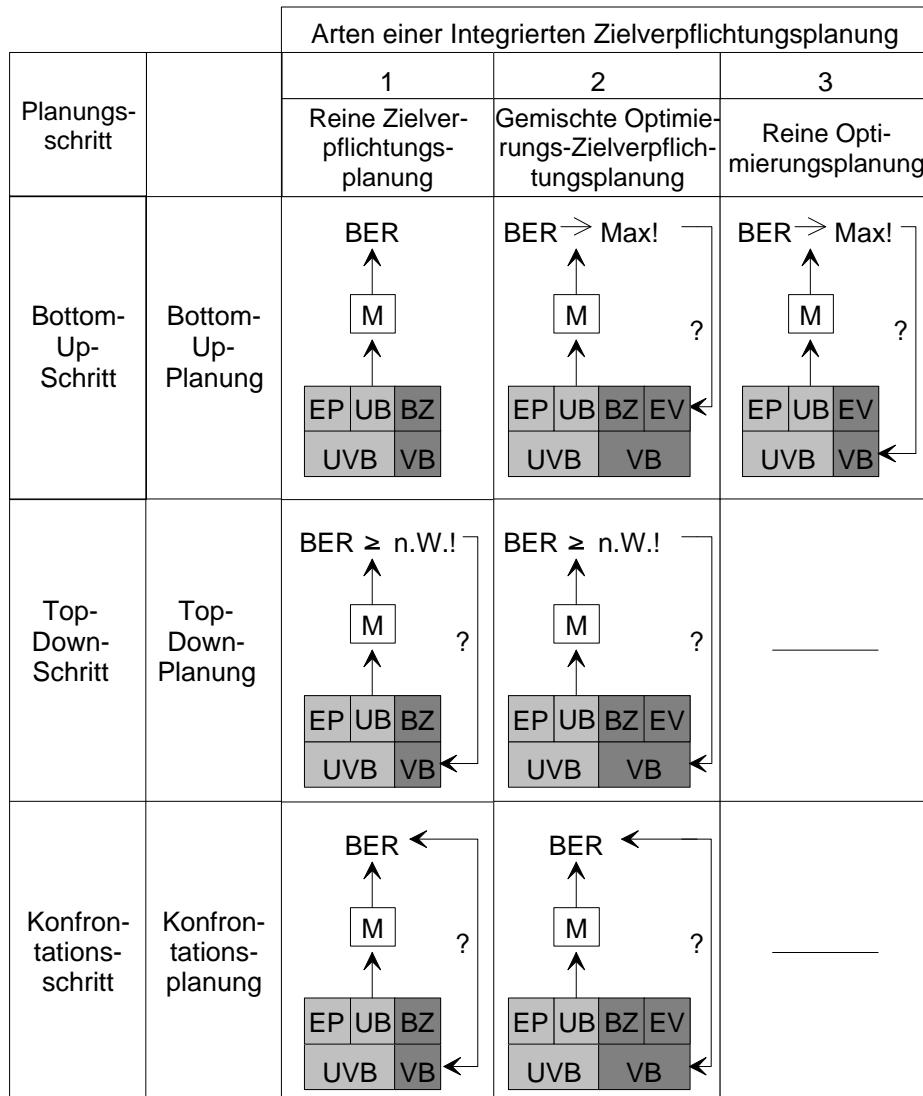
Das Studium der in der Praxis verwendeten operativen Planungsverfahren einer Einjahresplanung zur Planung des Betriebsergebnisses zeigt, dass keine reine optimierende Planung betrieben wird. Das erkennt man schon daran, dass das CO-System von SAP mit dem ca. 42.000 Unternehmen ihre Betriebsergebnisplanung durchführen, es nicht erlaubt, eine optimierende Planung des Betriebsergebnisses durchzuführen. Dies liegt daran, dass das Konfigurationssystem dieses Planungssystems nur potenzielle Modellstrukturen enthält, deren Modellparameter sich nicht als Entscheidungsvariable interpretieren lassen.

Die in der Praxis zu beobachtenden Planungen vollziehen sich immer in folgender Weise: Bestimmte Verantwortungsbereiche (und damit deren Verantwortungsträger) eines Unternehmens werden verpflichtet, bestimmte quantitative Ziele einzuhalten, deren Einhaltung am Ende der Planungsperiode überprüft wird. Die **reine Zielverpflichtungsplanung** erhebt den Anspruch, eine methodische Herausarbeitung dieser in der Praxis realisierten Verfahren einer Zielverpflichtungsplanung darzustellen.

Im Folgenden wird der Fall einer **gemischten-Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung** anhand von Beispielen behandelt. Auch dieser Fall einer Kombination der optimierenden Planung mit einer Zielverpflichtungsplanung ist in der Praxis äußerst selten zu beobachten. Das CO-System von SAP ist wie im Fall einer reinen optimierenden Planung nicht in der Lage, ein solches Planungsverfahren zu realisieren..

Zweck der folgenden Erörterung ist es daher, zu zeigen, wie diese beiden Planungsverfahren nahtlos miteinander verbunden werden können. Es dreht sich also mehr darum, die „logische Konsistenz“ zwischen beiden Planungsverfahren aufzuzeigen.¹⁾

¹⁾ Der Text stammt aus dem Jahre 2000. Er ist allerdings im Jahre 2009 insofern ergänzt worden, indem auf die nach dem Jahre 2000 revidierten Versionen anderer Texte der Integrierten Zielverpflichtungsplanung verwiesen wurde.



- BER - Betriebsergebnis
 BZ - Basisziele
 EP - Entscheidungsparameter
 EV - Entscheidungsvariablen
 M - Kosten-Leistungsmodell
 n.W. - numerischer Wert
 UB - nicht beeinflussbare Basisgrößen
 UVB - unveränderliche Basisgrößen
 VB - veränderliche Basisgrößen
 - Basisgrößenart, deren Wert in jedem Planungsschritt neu zu bestimmen ist
 - Basisgrößenart, deren Werte vor Beginn der Bottom-Up-Planung endgültig festzulegen sind (Bottom-Up-Spezifikation)

Abb. 1: Arten und Planungsschritte einer Basiszielplanung im System der Integrierten Zielverpflichtungsplanung und -kontrolle

2 Kennzeichen von Modellen einer gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung

Ein Modell, mit welchem eine gemischte Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung betrieben werden soll, muss mindestens eine Entscheidungsvariable besitzen. Entscheidungsvariablen zeichnen sich durch folgende Kennzeichen aus:

Erstens: Sie sind vollständig beeinflussbar und ohne Aufwand innerhalb eines Variationsintervalls realisierbar. Wäre ein „nicht unbeträchtlicher Aufwand“ für ihre Realisierung notwendig, dann wären sie Basisziele. Sie lassen sich daher auch treffend als „Stellgrößen“ bezeichnen, die ohne großen Aufwand „eingestellt“ und damit realisiert werden. Solche Stellgrößen sind beispielsweise der zu wählende Druck und die Temperatur eines Fertigungsprozesses.

Zweitens: Die Festlegung des Wertes der Entscheidungsvariablen innerhalb ihres Variationsintervalls erfolgt durch die zentrale Planung. Sie dienen in einem Kosten-Leistungsmodell der Maximierung des Betriebsergebnisses. Alle vollständig beeinflussbaren Basisgrößen eines Planungsmodells sollten als Entscheidungsvariablen fungieren, denn es ist das Ziel der zentralen Planung, ein möglichst großes Betriebsergebnis zu erreichen. Je mehr Entscheidungsvariable bei einer Optimierung dazu kommen, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ihre Maximierung zu einem größeren Betriebsergebnis führt.

Von dieser Sicht aus rechtfertigt sich das sogenannte **Postulat der maximalen Alternativenausschöpfung**. Es verlangt, dass sämtliche in einem Planungsmodell enthaltenen vollständig beeinflussbaren Basisgrößen als Entscheidungsvariable zur Maximierung des Betriebsergebnisses verwendet werden sollen, wenn sich nicht eine Rechtfertigung finden lässt, diese Basisgrößen nicht als Entscheidungsvariable zu verwenden.

Im Folgenden sollen zwei Fälle, angeführt werden, für die es im Lichte der Integrierten Zielverpflichtungsplanung gerechtfertigt ist, dieses Postulat nicht einzuhalten.

Im ersten Fall werden die Planwerte der vollständig beeinflussbaren Basisgrößen bereits vor Beginn der Optimierung festgelegt. Diese Festlegung kann als eine Art Vorplanung bezeichnet werden. Vollständig beeinflussbaren Basisgrößen, welche auf diese Art festgelegt werden, sollen als Entscheidungsparameter bezeichnet werden.

Als Entscheidungsparameter kommen eine Reihe von Größen in Frage. In einem Kosten-Leistungsmodell sind dies beispielsweise die kalkulatorischen Zinsen, die kalkulatorischen Abschreibungssätze oder der kalkulatorische Unternehmerlohn. Sie sind im Rahmen der anstehenden Planungsperiode im Prinzip von der Unternehmensleitung frei wählbar. Aber aus Gründen der Kontinuität wäre es nicht gerechtfertigt, sie zur Maximierung des Betriebsergebnisses verwenden. In UEFI-Modellen treten solche Beschlussbasisgrößen in noch viel stärkerem Umfang auf. Dort werden sie sogar als bilanzpolitischen Beschlussbasisgrößen zur Beeinflussung des Unternehmensergebnisses verwendet.² Eine solche politische Beeinflus-

² Zwicker, E., Integrierte Zielverpflichtungsplanung und -kontrolle – ein Verfahren der Gesamtunternehmens-

sung des Betriebsergebnisses durch eine geeignete Wahl solcher (vollständig beeinflussbarer) Beschlussbasisgrößen wird aber mit der Planung des Betriebsergebnisses nicht angestrebt.

Eine weitere Rechtfertigung, vollständig beeinflussbare Basisgrößen als Entscheidungsparameter zu verwenden, liegt vor, wenn sie als Geschäftsgrundlagegrößen einer Zielverpflichtungsplanung dienen. Dies gilt beispielsweise für den Absatzpreis im Rahmen eines Kosten-Leistungsmodells. Er bildet die Geschäftsgrundlage für die Festlegung der Preis-Absatzmengenverpflichtung im Rahmen der Bottom-Up-Planung. Daher darf er während der Planungstriade nicht mehr verändert werden. Auch der Betrag der vorgesehenen Kosten für Werbung kann als Geschäftsgrundlage zur Bottom-Up-Absatzmengen-Verpflichtung eines Absatzbereichsleiters dienen.

Der zweite Fall einer gerechtfertigten Verletzung des Postulats der maximalen Alternativenausschöpfung liegt vor, wenn vollständig beeinflussbarer Basisgrößen durch eine Entscheidungsvorschrift endogenisiert werden. Eine vollständig beeinflussbare Basisgröße steht nach ihrer Endogenisierung nicht mehr als eine das Betriebsergebnis maximierende Entscheidungsvariable zur Verfügung. Als Beispiel sei der Fall angeführt, dass die (vollständig beeinflussbare) Bestellmenge eines einzukaufenden Artikels durch eine Entscheidungsvorschrift festgelegt wird. Ein solches Vorgehen, welches eine Entscheidungsvariable durch Endogenisierung einer der Optimierung „entzieht“, bedarf in jedem Einzelfall einer Begründung.

Die Entscheidungsvorschrift zu Bestimmung der (vollständig beeinflussbaren) Bestellmenge eines Endprodukte-Lagers ist

$$\text{Bestellmenge} = \text{Absatzmenge} + \text{Soll-Lagerendbestand} - \text{Lageranfangsbestand}$$

Dabei ist der Soll-Lagerendbestand ein (vollständig beeinflussbarer) Entscheidungsparameter, dessen Wert vor Beginn der Bottom-Up-Planung festgelegt wird. Der Wert des Lageranfangsbestandes ist ein Istwert, der bekannt ist. Durch diese Entscheidungsvorschrift wird garantiert, dass (gemäß der Planung) sowohl die Absatzmenge aus dem Lager geliefert werden kann als auch der vorgesehene Soll-End-Lagerbestand am Jahresende vorliegt. Die Bestellmenge wird durch diese Entscheidungsvorschrift die zur Realisierung des Soll-Lagerendbestandes führt „verbraucht“.

Es gibt aber in Plan-Kosten-Leistungs-Modellen eine Reihe von Entscheidungsvorschriften, deren Verwendung sich nicht rechtfertigen lässt, die aber auch nicht als Entscheidungsvariable verwendet werden können.³

Ein Beispiel ist die Kosten-Plus-Preisbildung oder progressive Preiskalkulation. Bei dieser Art der Preisfestlegung wird der Absatzpreis eines Artikels nach der Vorschrift

$$\text{Absatzpreis} = \text{Selbstkostensatz} + \text{angemessene Gewinnmarge}$$

Diese Entscheidungsvorschrift lässt sich nicht rechtfertigen. Aber wenn man sie streicht, dann stellt sich die Frage, ob der Absatzpreis nunmehr als Entscheidungsvariable verwendet werden kann. Das ist aber auch nicht der Fall. Denn wenn zugleich auch eine Zielver-

planung und -kontrolle, Berlin 2010, S.76f., www.Inzpla.de/IN37-2008c.pdf

³Zwicker, E., Integrierte Zielverpflichtungsplanung und Absatzplanung, Berlin 2002, S. 30f., www.Inzpla.de/IN21-2002g.pdf

pflichtungsplanung durchgeführt wird, dann ist diese nicht zulässig, weil der Absatzpreis wie erwähnt als Geschäftsgrundlagevariable verwendet wird. Wenn es sich um eine reine Optimierung handelt, es also im Lichte einer Integrierten Zielverpflichtungsplanung keine Basisziele gibt, so muss ein „reiner Optimierer“ darüber nachdenken, ob er einen Absatzpreis, der als Basisgröße in seinem Optimierungsmodell enthalten ist „einfach“ als Entscheidungsvariable verwendet. Wenn das Modell auch noch die Absatzmenge dieses Artikels enthält, könnten ihm Argumente einfallen, diesen Weg nicht zu beschreiten.

Eine weitere Entscheidungsvorschrift ist die Umsatz-Prozent-Methode (percentage of sales method). Sie schreibt vor, dass die Werbeausgaben eines Unternehmens als prozentualer Anteil vom Umsatz festgelegt werden sollen. Auch diese Entscheidungsvorschrift, wenn sie in ein Kosten-Leistungsmodell eingebaut wird erlaubt es analog zur progressiven Preiskalkulation nicht, ihre Anwendung zu rechtfertigen.

Abb. 2 zeigt eine Gliederung der Entscheidungsvariablen eines Modells, die zu bestimmten Varianten einer optimierenden Planung führt. Wir wollen uns im Folgenden nur auf zwei der möglichen Varianten beschränken. Diese Beschränkung wird damit begründet, dass eine gemischte Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung (zur Maximierung des Betriebsergebnisses) wie erwähnt in der Praxis sehr selten zur Anwendung kommen dürfte. Es fällt schon schwer, geeignete Beispiele zu finden. Daher kommt es im Folgenden vor allem darauf an, die Beziehungen zwischen einer optimierenden und einer „zielverpflichtenden“ Planung deutlich zu machen.

Kosten-Leistungs-Modelle, welche Basisziele und Entscheidungsvariablen besitzen, sollen als NSKLOP-Modelle bezeichnet werden.⁴⁾ Sie können wie die Standard-Kosten-Leistungsmodelle in bestimmte Bereichsmodelle unterteilt werden. Denn Standard-Kosten-Leistungsmodelle, die sich (definitionsgemäß) durch das Modelltableausystem der Integrierten Zielverpflichtungsplanung beschreiben lassen, können - wie an anderer Stelle beschrieben - in Bereichsmodelle zerlegt werden, die (wie der Name sagt) bestimmten Verantwortungsbereichen zugeordnet werden können.⁵⁾ Das Zuordnungskriterium besteht darin, dass ein Bereichsmodell gerade die Basisziele (und nur diese) des Bereiches als Modellparameter enthält, dem es zugeordnet ist. Von dieser Möglichkeit, NSKLOP-Modelle in Bereichsmodelle aufteilen zu können, macht das erste Unterscheidungskriterium in Abb. 2 Gebrauch.

So wird in Abb. 2 unterschieden (1 vs. 2), ob sämtliche Entscheidungsvariablen eines NSKLOP-Modells in einem (einzigsten) Bereichsmodell enthalten sind oder nicht. Wir beschäftigen uns nur mit dem Fall, dass alle Entscheidungsvariablen in nur einem Bereichsmodell auftreten. Weiterhin können die Entscheidungsvariablen danach unterschieden werden, ob sie quantitative Größen oder sogenannte Schaltervariablen sind. Es werden nur Konstellationen betrachtet, in welchen entweder nur quantitative Größen (1.1) oder nur Schaltervariablen (1.2) als Entscheidungsvariablen fungieren.

Der Fall einer quantitativen Größe liegt vor, wenn sich die Entscheidungsvariablen durch eine Metrik kennzeichnen lassen. Der Absatzpreis, ein Druck oder eine Temperatur fallen in diese

⁴⁾ Nicht-Standard-Kosten-Leistungs-Modelle ohne Profitcenter.

⁵⁾ Siehe: Zwicker, E., Das Modelltableausystem von Kosten-Leistungsmodellen im System der Integrierten Zielverpflichtungsplanung, Berlin 2000.

Kategorie. Abb. 3 beschreibt den Fall (1.1), dass die quantitativen Entscheidungsvariablen ausschließlich in einem Bereichsmodell auftreten.

Schaltervariablen sind keine Größen, die (wie die quantitativen) ein in der Realität messbares Äquivalent besitzen. Sie dienen zum „Ein- und Ausschalten“ bestimmter alternativer Modellteile (oder alternativer Gleichungsblöcke), mit welchen alternative Systemrealisationen beschrieben werden.

Im Folgenden soll davon ausgegangen werden, dass ein solcher „alternativer Modellteil“ eines SKLOP-Modells immer ein Bereichsmodell ist. Ein „alternativer Modellteil“, welcher als zu realisierende Alternative infrage steht, umfasst daher immer die strukturellen Gleichungen eines Bereichsmodells.

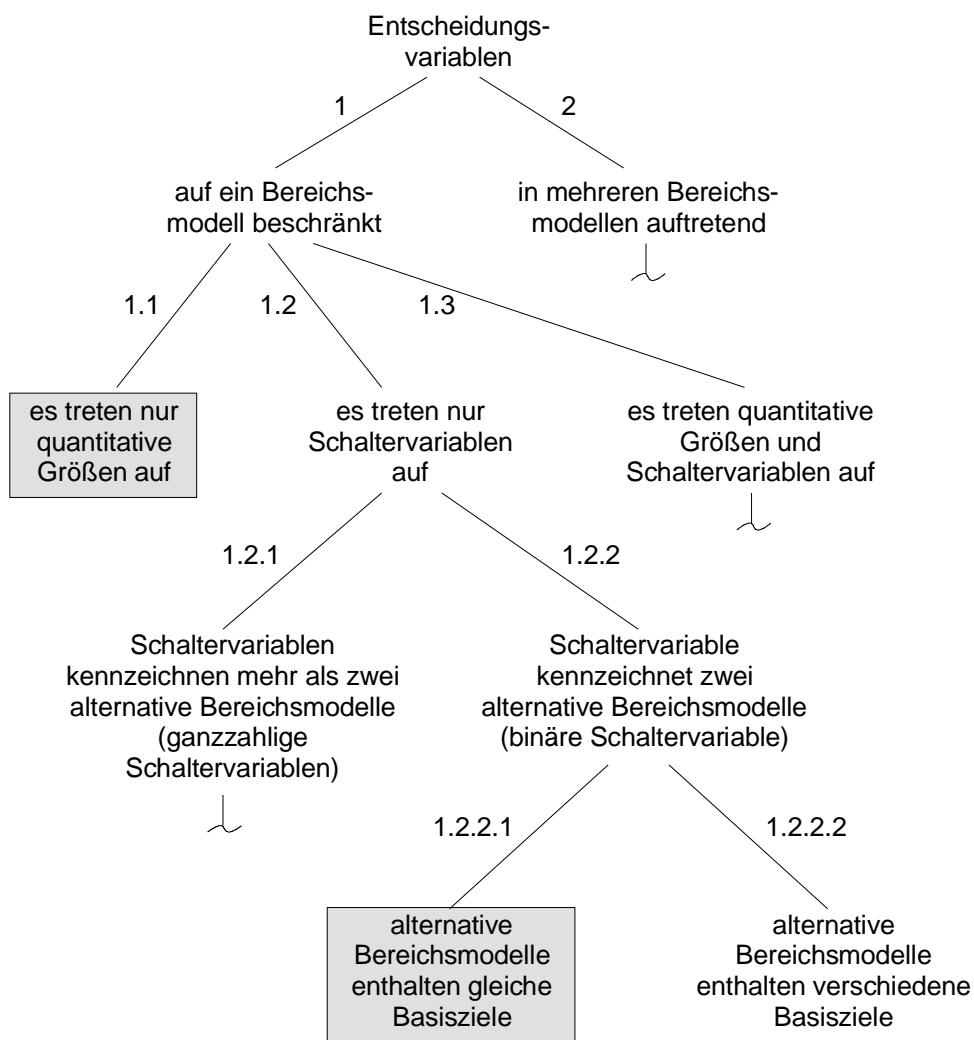


Abb. 2: Klassifizierung von Entscheidungsvariablen in Kosten-Leistungsmodellen

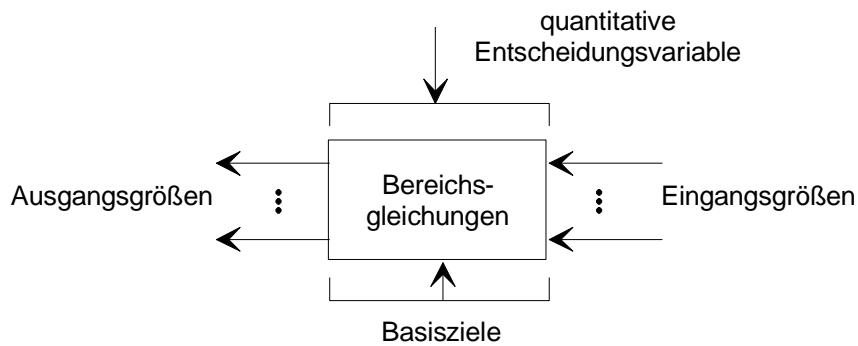


Abb. 3: Schematische Darstellung eines Bereichsmodells mit Basiszielen und quantitativen Entscheidungsvariablen

Wenn daher zwei „alternative Modellteile“ einander gegenübergestellt werden, werden immer die strukturellen Gleichungen von zwei Realisationsalternativen eines Bereiches einander gegenübergestellt. Die strukturellen Gleichungen dieser beiden Alternativmodelle sind dabei nie vollständig miteinander identisch, aber ein Teil der Gleichungen stimmt (in den meisten Fällen) miteinander überein.

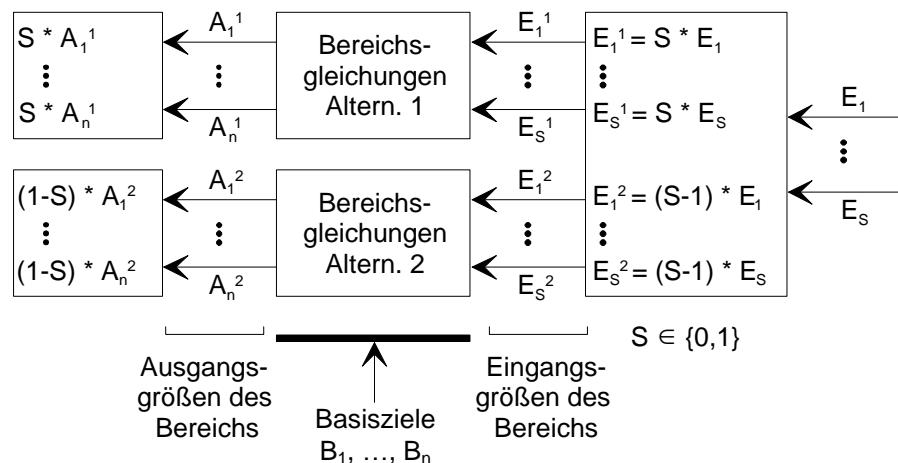


Abb. 4: Beispiel einer Optimierung mit einer binären Schaltervariablen (1.2.2 in Abb. 2)

In Abb. 4 ist der Fall beschrieben, dass zwei alternative Bereichsmodelle zur Wahl stehen (1.2.2 in Abb. 2). Mithilfe der (binären) Schaltervariablen ($S = 0$ oder $S = 1$) kann entweder das Bereichsmodell 1 oder das Bereichsmodell 2 alternativ in das Gesamtmodell eingefügt werden. Die Ein- und Ausgangsgrößen in den Alternativmodellen, die die Verbindung zu dem Restmodell herstellen, werden hierzu mithilfe der Schaltervariablen aktiviert oder deaktiviert. Dabei wird angenommen, dass in den beiden Bereichsmodellalternativen die gleichen Basisziele (B_1 bis B_n) auftreten (1.2.2.1 in Abb. 2).

Die Ausgangsgrößen des Bereiches A_1^1, \dots, A_n^1 und A_1^2, \dots, A_n^2 entsprechen in Abhängigkeit von dem 0-1-Wert der Schaltervariablen S einer Variablen V_1, \dots, V_n , welche als erklärende Variable bestimmter struktureller Gleichungen des Modells dient. Sie ist definiert durch

$$V_i = S * A_i^1 + (1 - S) * A_i^2 \quad (1)$$

Die in Abb. 2 eingerahmten und grau unterlegten Fälle einer Konstellation von Entscheidungsvariablen sollen im Folgenden anhand von Beispielen beschrieben werden.

Bevor auf die Beschreibung dieser Beispiele eingegangen wird, soll das Verfahren einer gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung in allgemeiner Form beschrieben werden. Die Art des Planungsverfahrens hängt davon ab, ob nur quantitative Basisgrößen auftreten (1.1 in Abb. 2) oder Schaltervariablen als Entscheidungsvariablen (1.2.2.1).

Wie Abb. 5 zeigt, findet im Fall 1 auf jeder Stufe der Planungstriade eine Optimierung statt. Wenn die Verantwortungsbereiche ihre Basiszielverpflichtungen festgelegt haben, dann bilden deren Werte zusammen mit den (unveränderten) nicht beeinflussbaren Basisgrößen und Entscheidungsparametern den Rahmen der Bottom-Up-Optimierung. Diese Werte bestimmen die numerischen Werte der zu maximierenden, reduzierten Gleichung des Betriebsergebnisses, in welcher nur die Entscheidungsvariablen symbolisch belassen sind.

Die Wahl der Entscheidungsvariablen vollzieht sich unter zwei Nebenbedingungen. Zum einen müssen die Variationsintervalle der Entscheidungsvariablen eingehalten werden. Zum anderen sind aber auch die Verpflichtungsintervalle der Planbeschäftigungen einzuhalten.

Nach der Festlegung der Top-Down-Basisziele haben sich durch die Veränderung der Bottom-Up-Basisziele die „Rahmenbedingungen“ der Bottom-Up-Optimierung verändert. Ermittelt man wieder die Zielfunktion des Betriebsergebnisses, so kann der Fall auftreten, dass sie wegen der geänderten Basiszielwerte andere numerische Werte aufweist.⁶⁾ In einem solchen Fall ist eine „Nachoptimierung“ erforderlich, die als **Top-Down-Optimierung** bezeichnet wird.⁷⁾ Entsprechend ergibt sich die Notwendigkeit einer **Konfrontationsoptimierung**.

Wenn nur Schaltervariablen vorliegen (Fall 2 in Abb. 5), dann bedeutet dies, dass alternative Gestaltungen eines Verantwortungsbereichs infrage stehen, die durch ein System unterschiedlicher struktureller Gleichungen beschrieben werden. In einem solchen Fall soll im Rahmen einer Bottom-Up-Planung die endgültige Entscheidung gefällt werden, welche Konstellation zu realisieren ist. Ihre Wahl steht (obgleich es prinzipiell möglich wäre) während der restlichen Planungsschritte nicht mehr zur Diskussion. Daher gibt es nur eine einmalige Optimierung in Form der Bottom-Up-Optimierung.

Diese Vorschrift könnte Anlass für eine Kritik darstellen, denn es ist der Fall möglich, dass eine Optimierung auf der Grundlage der Planend-Basisziele zu einem höheren Betriebsergebnis führt als die (hier geforderte) Entscheidung auf der Grundlage der Bottom-Up-Basiszielwerte. Eine solche Vorschrift ist daher nur dadurch zu rechtfertigen, dass es vernünftiger ist, grundsätzliche strukturelle Entscheidungen bereits zu Beginn einer Planungsprozedur zu fällen und nicht am Ende. Denn eine solche Planungsprozedur kann sich in einigen Unternehmen über Monate erstrecken. Die Vorschrift, eine endgültige „Strukturoptimierung“ im Rahmen der Bottom-up-Planung vorzunehmen, ist daher aber keine „Muss-Vorschrift“, sondern sollte nur in Erwägung gezogen werden.

⁶⁾ Diese Zielfunktionen können stets im Rahmen des INZPLA-Systems durch computeralgebraische Verfahren ermittelt werden.

⁷⁾ Das INZPLA-System ermittelt, ob dieser Fall vorliegt.

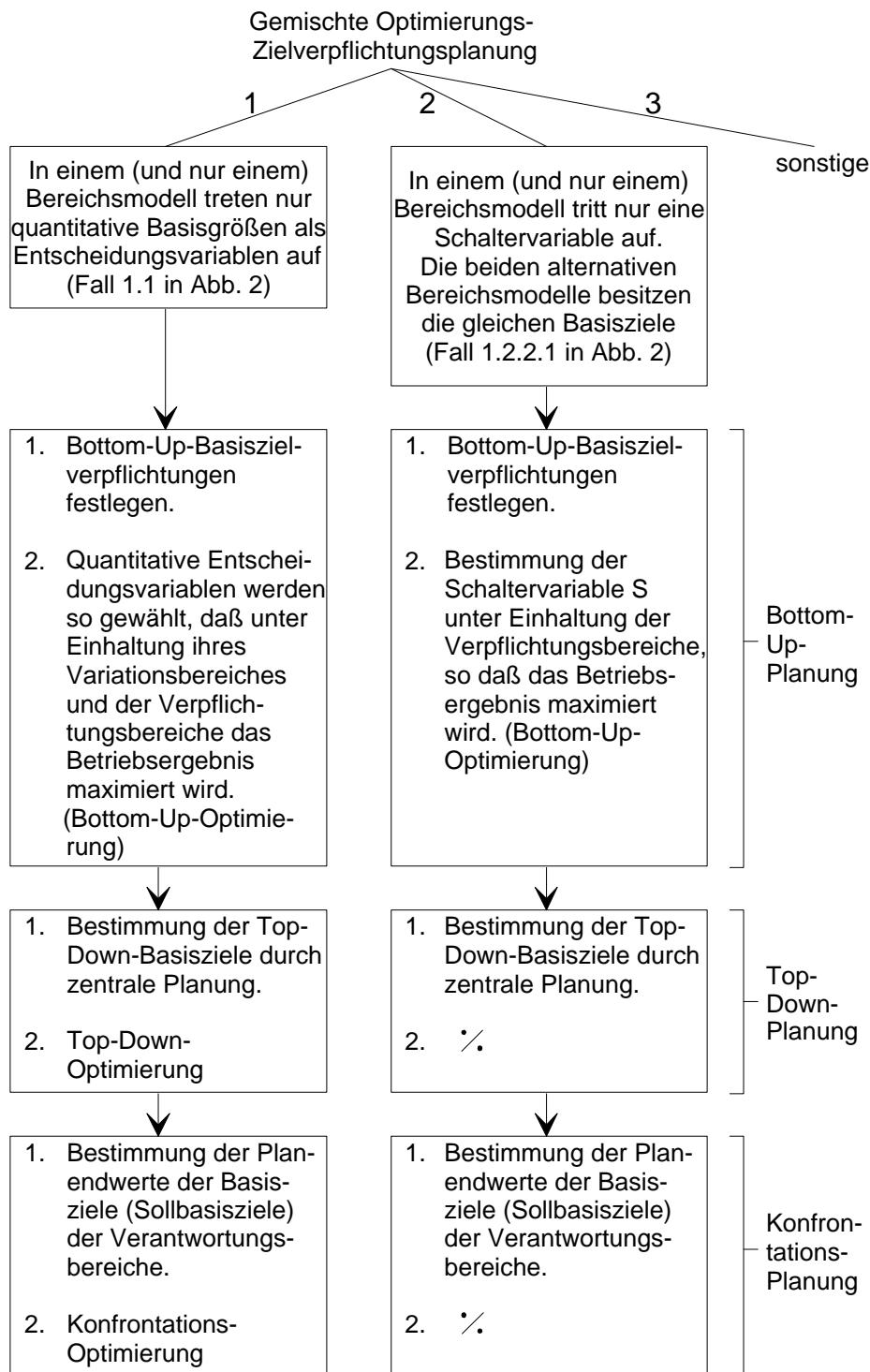


Abb. 5: Arten einer gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung

3 Arten von Modellen einer gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung

Im Folgenden sollen drei Beispiele des Auftretens von quantitativen Entscheidungsvariablen im Fertigungsbereich beschrieben werden. Weiterhin wird ein Beispiel angeführt, in welchem eine binäre Schaltervariable Anwendung findet.

Bevor aber auf diese Beispiele eingegangen wird, sollen noch einige grundsätzliche Bemerkungen zur Modellierung des Fertigungsbereichs mithilfe des beschriebenen Modelltableausystems vorgenommen werden. Es soll gezeigt werden, in welchem Umfang das bisher beschriebene System von Modelltableaus auch Elemente einer Fertigungsplanung umfasst. Denn bisher wurde dieses Modelltableausystem stets nur aus der Sicht der Planung von Kosten erörtert. Die mit dieser Planung der Kosten einhergehenden Arten einer Fertigungsplanung sind in Abb. 6 angeführt.

Die Festlegung sämtlicher Basisziele führt, wie beschrieben, zur Planung der Kosten. Die in eine Kostenstelle eingehenden Bestellungen führen unter Berücksichtigung der Produktionskoeffizienten, der Beschäftigung und der Verbrauchsmengensätze zur Bestimmung der

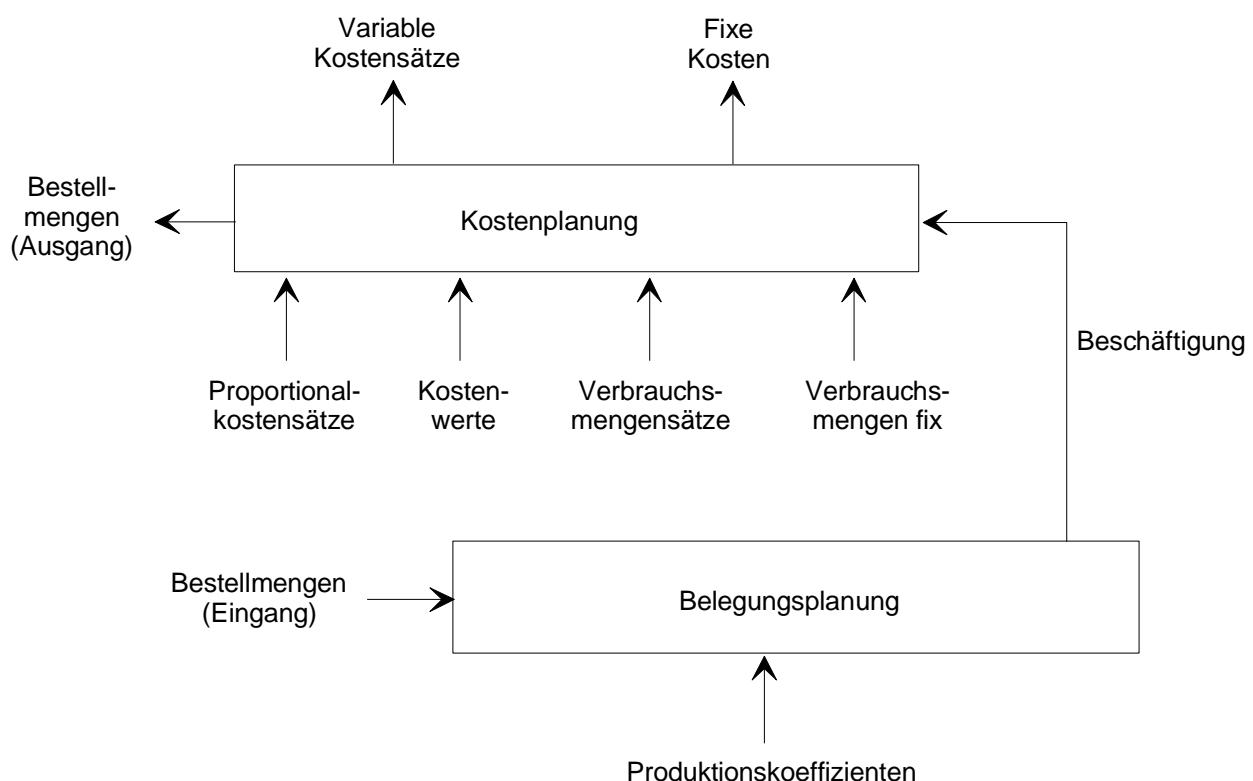


Abb. 6: Planbereiche, die in einem Bezugsgrößentableau ihren Niederschlag finden

Bestellungen, die gegenüber anderen Einheiten vorgenommen werden. Damit umfasst das Kostenartetableau auch die **Bestellmengenplanung** einer Kostenstelle. Im Rahmen dieser Bestellmengenplanung werden auch die **Materialbedarfs-** und **Arbeitskräfteplanung** betrieben. Sie dokumentiert sich in der Ermittlung bestimmter Bestellungen an Arbeitskräften und Material.

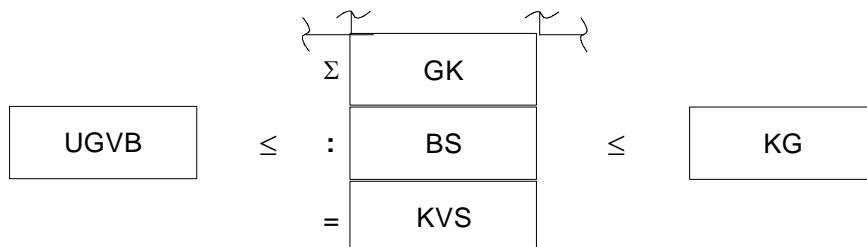
Mit der Vorgabe der Produktionskoeffizienten und der Bestellungen der anderen Bereiche wird im Bestellungssammeltableau die Beschäftigung errechnet. Da sie stets für eine bestimmte Kapazitätseinheit ermittelt wird, kann ihre Berechnung auch als **Belegungsplanung** bezeichnet werden.

Geht man davon aus, dass die Verpflichtungsintervalle der Beschäftigung in einer Kostenstelle nach oben zumindest durch die Kapazitätsgrenze der Fertigung beschränkt werden, dann kann eine solche kapazitative Beschränkung in das Kostenartentableau mit aufgenommen werden. Die Kennzeichnung der Kapazitätsgrenze (KG) kommt in dem Kostenartentableau auf folgende Weise zum Ausdruck:

Wenn unter Verwendung eines solchen Kostenartentableaus alternative Beschäftigungen daraufhin untersucht werden, ob sie die Kapazitätsgrenzen einhalten, dann liegt eine **Kapazitäts-einhaltungsplanung** vor. Sie ist eine besondere Form einer Einhaltungsplanung der Verpflichtungsintervalle.

Damit kommen wir auf die Optimierung mit quantitativen Entscheidungsvariablen (1 in Abb. 5) zurück. Es soll zwischen zwei Fällen unterschieden werden:

Im ersten Fall sind bestimmte Variablen des Kostenartentableaus selbst Entscheidungsvariablen oder sie werden von bestimmten Entscheidungsvariablen beeinflusst. Die Art der Beeinflussung wird dabei im Beziehungstableau spezifiziert. Hierzu sollen im folgenden zwei Beispiele angeführt werden.



UGVB – untere Grenze Verpflichtungsintervall

KG – Kapazitätsgrenze (obere Grenze Verpflichtungsintervall)

Abb. 7: Kennzeichnung der Kapazitätsgrenze in dem Kostenartentableau

Der zweite Fall liegt vor, wenn die von einer Kostenstelle vorzunehmenden Bestellungen, d. h. die Bestellmengen im Rahmen des Kostenartentableaus, ermittelt wurden, aber eine Entscheidung zu fällen ist, welche der Kostenstellen oder externen Stellen für welche Mengen als „Lieferanten“ infrage kommen. Hierzu wird ein Beispiel angeführt.

Wir wenden uns dem ersten Fall zu, d. h. dem Fall, dass Basisgrößen eines Kostenartentableaus Entscheidungsvariablen sind. Als Variablen des Kostenartentableaus, die zugleich auch Entscheidungsvariablen sind, kommen nur Verbrauchsmengen infrage. Kostenwerte und Proportionalkostensätze können keine Entscheidungsvariablen sein, da sie Produkte bzw. Quotienten anderer Größen sind und daher nicht direkt beeinflussbar sind. Sie sind daher nur indirekt über Entscheidungsvariablen beeinflussbar.

Bei den Verbrauchsmengensätzen und auch den Produktionskoeffizienten wäre es grundsätzlich möglich, dass sie direkt an einem Maschinenaggregat als „Stellgröße“ realisiert werden können. Die direkte Veränderung des Produktionskoeffizienten könnte hier in Form einer intensitätsmäßigen Anpassung vorgenommen werden, durch welche der Leistungsgrad einer Anlage verändert wird.

Eine mögliche Erhöhung der Produktionskoeffizienten anhand von Intensitätsanpassungen (z. B. Schnittgeschwindigkeit erhöhen) führt im Allgemeinen zu Kostensteigerungen, die aus der stärkeren Beanspruchung der Maschine resultieren. Solche Kosten treten als Abschreibungs- und Reparaturkosten auf. Es wäre möglich, diese Kosten in Abhängigkeit von Produktionskoeffizienten zu formulieren. Eine solche Funktion wäre in einem Beziehungstableau einzuführen. Sie würde beschreiben, wie bestimmte Kostenarten des Kostenartentableaus (Abschreibungen und Reparaturkosten) der Kostenstelle von dem Produktionskoeffizienten abhängen. Der Produktionskoeffizient wäre hierbei eine Entscheidungsvariable. Denn die Interessenlage der Kostenstelle wird nicht davon berührt, mit welchem Leistungsgrad die Anlage betrieben werden soll.⁸⁾

In der Literatur lassen sich aber keine Anwendungsfälle für Bestimmung der Produktionskoeffizienten durch eine solche Optimierung finden. Wenn die Produktionskoeffizienten in einem Modell von dem Modellentwickler als beeinflussbare Basisgrößen (Stellgrößen) deklariert werden, dann dürften sie wohl fast immer im Rahmen der Planungstriade als (vorher festgelegte) Entscheidungsparameter auftreten. Dabei wären sie dann von der Arbeitsvorbereitung oder anderen Stellen aufgrund kalkulatorischer Überlegungen festgelegt worden, auf deren Basis die Abschreibungen geschätzt und die Reparaturzeiten mit der Kostenstelle ausgehandelt werden.

Nach dem Kenntnisstand des Verfassers wird in der Literatur kein Fall beschrieben, bei welchem die Produktionskoeffizienten als direkte Stellgrößen eines Maschinenaggregates fungieren und im Rahmen eines Optimierungsmodells als Entscheidungsvariable verwendet werden. Dasselbe gilt auch für Verbrauchsmengensätze, denn diese könnten prinzipiell auch als Entscheidungsvariable dienen.

Damit kommen als Entscheidungsvariable einer Optimierung nur die Verbrauchsmengen in Frage. Die Verbrauchsmengen wurden bisher als Basisziele oder nicht beeinflussbare Basisgrößen angesehen. Nicht beeinflussbare Basisgrößen sind sie immer dann, wenn sie aus technischen Gründen einen bestimmten Wert annehmen müssen.

Eine bestimmte Produktionsleistung kann manchmal durch alternative Verwendung bestimmter Verbrauchsmengenkombinationen (und hiermit auch Bestellmengenkombinationen) realisiert werden. Das ist beispielsweise in der chemischen Industrie der Fall, wenn ein Produkt durch verschiedene Mischungen von Einsatzstoffen (Mischungsoptimierung) erzeugt werden kann. Eine solche Mischungsoptimierung kann als eine Bottom-Up-Optimierung mit Entscheidungsvariablen interpretiert werden.

Dieser Fall soll an einem einfachen Beispiel demonstriert werden.⁹⁾

8) Dabei wird unterstellt, dass die Reparaturkostenfunktion von der Kostenstelle akzeptiert wird.

9) Das Beispiel ist entnommen: Müller-Merbach, H., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 2. Auflage, München 1976, Seite 11 f.

Ein Unternehmen kann drei Sorten Benzin (A,B,C) mit unterschiedlicher Oktanzahl (OZA=75, OZB=80, OZC=100) einkaufen. Seine Produktionsleistung besteht darin, dass Benzin so zu mischen, dass ein Benzin mit der Oktanzahl 90 entsteht. Der Verkaufspreis für dieses Benzin beträgt 190 €/t. Die Einkaufspreise für die zu mischenden Benzinarten sind aus der Abb. 8 zu entnehmen. Dieser Zusammenhang kann durch das Kostenträgertableau in Abb. 9 ausgedrückt werden.

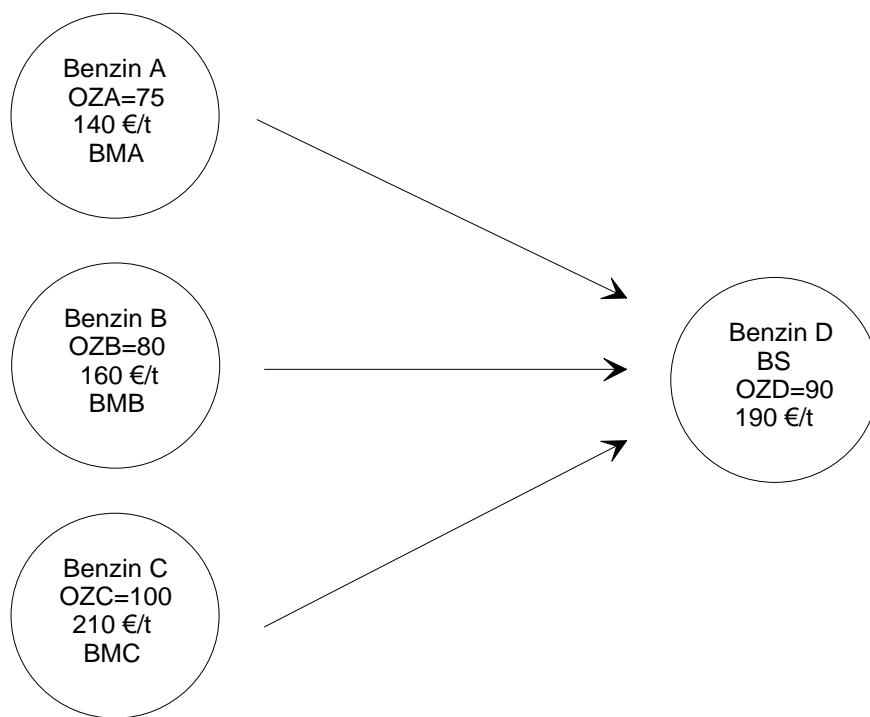


Abb. 8: Schema zur Darstellung eines Beispiels der Mischungsoptimierung

Die Einkaufsmengen BMA, BMB und BMC können nicht beliebig gewählt werden. Ihre Wahl muss so vorgenommen werden, dass die Oktanzahl von 90 eingehalten wird. Diese Bedingung wird durch die folgende Gleichung beschrieben.

$$BMA * 75 + BMB * 80 + BMC * 100 = (BMA + BMB + BMC) * 90 \quad (1)$$

Da nur soviel Benzin eingekauft werden soll, wie für die Erzeugung der vorliegenden Nachfrage nach Benzin (BS) der Oktanzahl 90 erforderlich ist, gilt die weitere Bedingung

$$BMA + BMB + BMC = BS \quad (2)$$

Die Bedingungen (1) und (2) finden ihren Niederschlag in einem sogenannten **Restriktions-tableau**. Das ist ein weiteres Tableau, welches nur auftritt, wenn Entscheidungsvariablen vor-

handen sind. In ihm werden die Restriktionen der Optimierung erfasst. Die Zielfunktion dieses einfachen Kosten-Leistungsmodells bestimmt sich mit¹⁰⁾

$$\text{BER} = \text{BS} * 190 - \text{BMA} * 140 - \text{BMB} * 160 - \text{BMC} * 210 \quad (2)$$

BER = Betriebsergebnis

Als zulässige Werte der Optimierung stehen nunmehr alle Kombinationen der Bestellmengen BMA, BMB und BMC zur Verfügung, die die Restriktionen (1) und (2) erfüllen.¹¹⁾ Aus den zulässigen Bestellmengenkombinationen ist im Rahmen der Bottom-Up-Optimierung diejenige auszuwählen, die das Betriebsergebnis maximiert. Diese optimale Bestellmenge führt zugleich zur Minimierung der gesamten Kosten (GK) in Abb. 10. Wie man anhand des Modellsystems erkennt, handelt es sich um ein Kosten-Leistungsmodell mit Absatzmengenlinearität.

Kostenträgertableau Benzin D			
	1	2	3 = 1 * 2
Kostenart	Preis €/t	Bestellmenge	Kostenwert
Benzin A	140,-	BMA	KWA
Benzin B	160,-	BMB	KWB
Benzin C	210,-	BMC	KWC
		Summe	GK Σ
$\text{BS} = \text{BMA} + \text{BMB} + \text{BMC}$		→	BS :
			KVS =

Abb. 9: Aufbau des Kostenträgertableaus eines Beispiels der Mischungsoptimierung

Bisher haben wir uns nur mit dem Fall befasst, dass Variablen eines Kostenartentableaus als Entscheidungsvariablen fungieren. Nun wenden wir uns dem zweiten Fall zu, dass diese Variablen als endogene Variablen auftreten, deren Erklärungsgleichungen Entscheidungsvariablen als erklärende Variable enthalten. Wie erwähnt, sind diese Gleichungen in einem Beziehungstableau zu spezifizieren.

In der Literatur lässt sich nur ein relativ einfaches Beispiel für diesen Fall finden, welches (im Lichte der Integrierten Zielverpflichtungsplanung) eine Beeinflussung von Variablen des Kostenartentableaus durch Entscheidungsvariable beschreibt. In Abb. 10 ist ein System von Modelltableaus angeführt, dessen Kostenartentableau aus einer Kostenartenzeile besteht, welche die Erzeugungskosten eines chemischen Prozesses beschreibt.¹²⁾

10) Die sonstigen Kosten des Betriebes werden Null gesetzt. Ansonsten wären sie in Form von unechten Bestellmengen auf die Kostenträgertableaus der Produkte A bis D umzulegen.

11) Das INZPLA-Programmsystem unterstellt von vornherein, dass Bestellmengen nur positiv sein können.

12) Siehe hierzu Kilger, W., Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung, Wiesbaden, 9. Auflage, 1988, Seite 166.

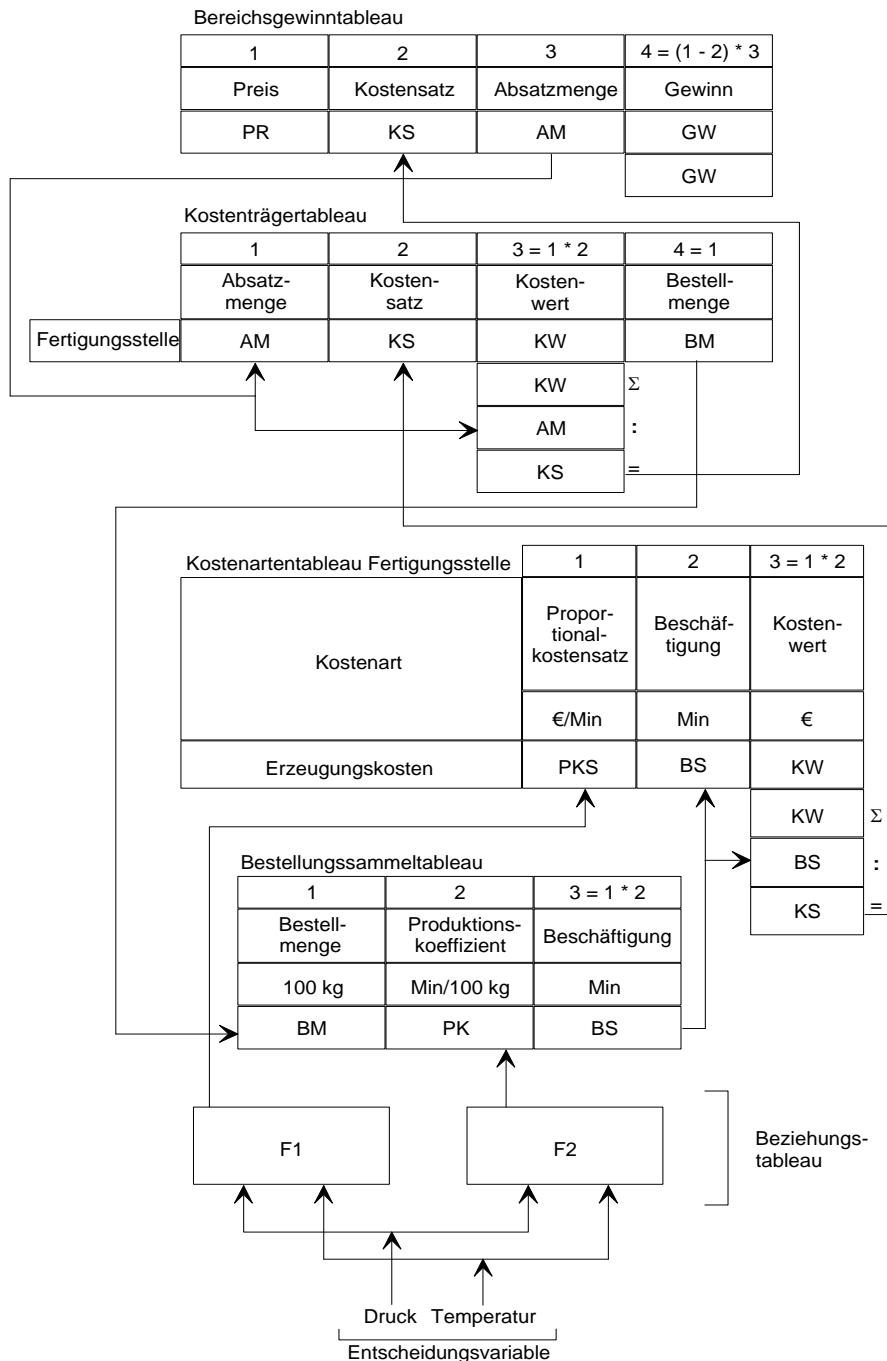


Abb. 10: Beispiel eines Kostenartentableaus, in welchem die Variablen PKS und PK von Entscheidungsvariablen abhängen

Der Proportionalkostensatz (PKS) bzw. der Produktionskoeffizient (PK) werden durch funktionale Beziehungen F1 bzw. F2 von der Wahl des Drucks und der Temperatur beeinflusst

Die funktionale Abhängigkeit wird hierbei in Form eines tabellarischen Zusammenhangs beschrieben. Für die Abhängigkeit des Proportionalkostensatzes (PKS) vom Druck und der Temperatur (F1 in Abb. 10) gilt die folgende Tabelle.

Temperatur	200 °C	250 °C	300 °C
Druck	€ / Min	€ / Min	€ / Min
200 atü	2,58	2,79	3,30
320 atü	2,67	2,93	3,65
360 atü	2,76	3,07	4,—

Die Abhängigkeit des Produktionskoeffizienten (PK) von der gewählten Temperatur und dem gewählten Druck (F2 in Abb. 10) beschreibt die folgende Tabelle.

Temperatur	200 °C	250 °C	300 °C
Druck	Min / 100 kg	Min / 100 kg	Min / 100 kg
200 atü	55	55	50
320 atü	55	53	48
360 atü	55	51	46

Die Temperatur und der Druck sind Entscheidungsvariablen (oder Maßnahmenvariablen), welche im Rahmen einer Bottom-Up-Optimierung zu bestimmen sind.

Es handelt sich wiederum um eine Vereinfachung, weil keine weiteren Unternehmensaktivitäten modelliert sind und auch keine weiteren Kosten angeführt sind. Aber auch wenn dieses „Optimierungsnest“ im Kontext eines realistischen Modells beschrieben würde, würde sich nichts am Optimierungsverfahren ändern. Es handelt sich um ein Modell mit quantitativen Entscheidungsvariablen (Druck und Temperatur). Daher liegt wie im ersten Beispiel der Fall 1.1 in Abb. 2 vor.

Damit wollen wir uns der zweiten Art von Entscheidungsvariablen oder Maßnahmenvariablen zuwenden, die in einem Kostenartentableau auftreten können. Es handelt sich um die binären Schaltervariablen. Dabei soll ein Beispiel verwendet werden, welches sich durch die Frage „Eigenfertigung oder Fremdbezug“ kennzeichnen lässt. Es gibt eine Bestellmenge BM, die im Rahmen eines Kostenartentableaus bestimmt wird. Die zu bestellenden Produkte können alternativ von einer Kostenstelle oder einem externen Lieferanten bezogen werden. Diese Situation lässt sich durch das Schema in Abb. 11 kennzeichnen.

Alternative 1 und 2 beschreiben zwei Bereichsmodelle, die sich nur dadurch unterscheiden, dass die Bestellung BM1 im Falle der Alternative 1 bei einem externen Lieferanten und im Falle der Alternative 2 bei einer (internen) Kostenstelle X vorgenommen wird. Von dem externen Lieferanten bzw. der Kostenstelle wird ein bestimmter Preis (P_1 bzw. P_2) in Rechnung gestellt.

Durch einen binären Schalter S werden die beiden Kostenartentableaus und ihre Verbindung mit der Kostenstelle X alternativ in das Gesamtmodell eingebunden. Für den Fall 1.2.2.1 in Abb. 2 auf Seite 6 wurde davon ausgegangen, dass alternative Bereichsmodelle vorliegen.

Dieser Fall soll auch die Fälle abdecken, bei denen es im Prinzip möglich wäre, nur Teile des Bereichsmodells als Alternativmodell zu formulieren. In dem Beispiel von Abb. 11 könnte man auch nur die mit der Kostenart KA1 korrespondierenden Gleichungen als alternative Teilmodelle einführen. Wenn man aber solche „Schalteralternativen“ tatsächlich modellieren

und optimieren möchte, dann ist es aus Gründen der Übersichtlichkeit günstiger, immer zwei vollständige (wenn auch teilweise redundante) alternative Bereichsmodelle in Form ihrer Modelltableaus zu spezifizieren.

Damit ist beschrieben, wie Entscheidungsvariablen in einem NSKLOP-Modell auftreten können und damit zu einer gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung führen.

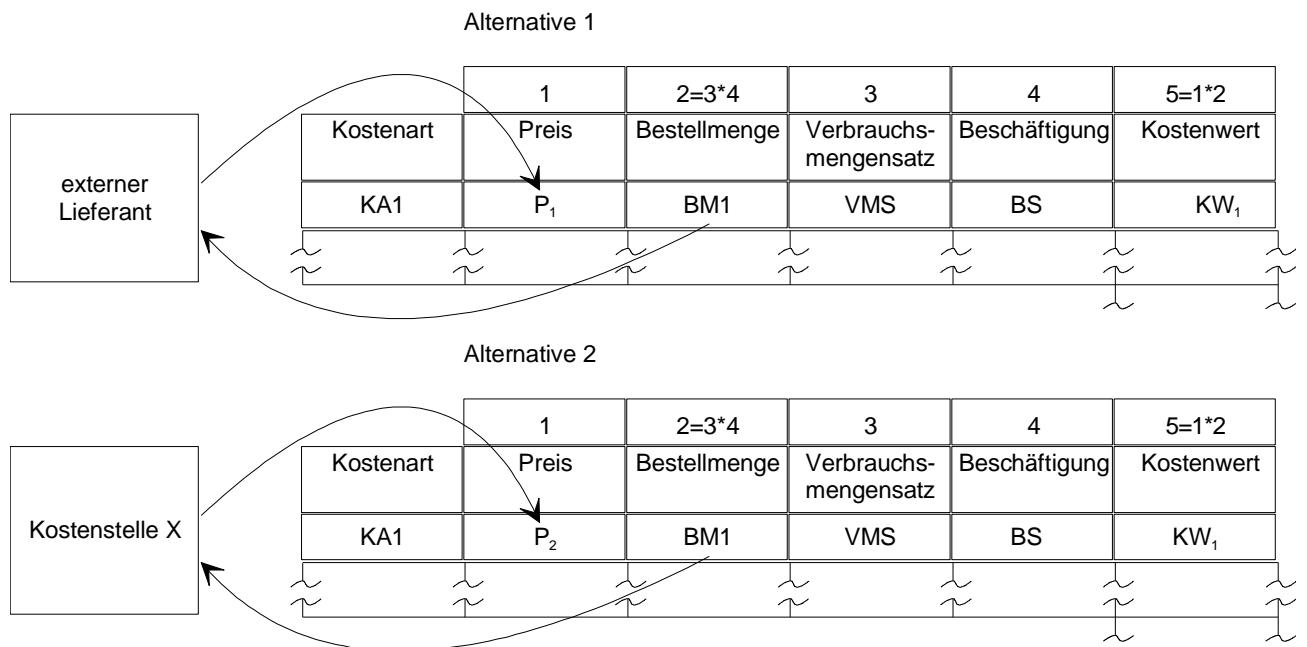


Abb. 11: Schematische Darstellung der Modelltableaus zweier alternativer Bereichsmodelle im Falle einer Make-or-Buy-Entscheidung

Wenn hier von einer „optimierenden Planung“ gesprochen wird, dann handelt es sich um eine Optimierung, bei der die alternativen Ausprägungen „voll beeinflussbarer Basisgrößen“ den Entscheidungsräum der Optimierung bilden. Es gibt aber im Rahmen der Integrierten Zielverpflichtungsplanung auch noch eine „Optimierung“, die nicht zur „optimierenden Planung mit Entscheidungsvariablen“ zählt. Ihre Abgrenzung ist wichtig, um den Status beider Arten einer Optimierung zu erkennen.

Als Beispiel einer optimierenden Planung, die das Betriebsergebnis als Zielgröße besitzt, wird in der Literatur sehr oft die so genannte **lineare Produktionsprogrammplanung** beschrieben. Diese Art einer optimierenden Planung wurde bisher nicht als Beispiel einer gemischten Optimierungs-Zielverpflichtungsplanung angeführt. Im Lichte der Integrierten Zielverpflichtungsplanung ist diese Optimierung auch keine Optimierung mit Entscheidungsvariablen. Sie zählt daher nicht zu diesem Optimierungsverfahren.

Die lineare Produktionsprogrammplanung lässt sich vielmehr im Lichte der Integrierten Zielverpflichtungsplanung als eine so genannte **Bottom-Up-Planung der zweiten Stufe** rekon-

struieren.¹³⁾ Die Alternativen dieser Optimierung sind keine alternativen Werte von Entscheidungsvariablen, sondern alternative Werte von Absatzmengen-Basiszielen. Die Bottom-Up-Planung der zweiten Stufe, welche im Rahmen einer Integrierten Zielverpflichtungsplanung unter Umständen erforderlich ist, wird an anderer Stelle ausführlich beschrieben.¹⁴⁾

In der vorhandenen Literatur wird darauf hingewiesen, dass eine Verknüpfung der flexiblen Plankostenrechnung mit einer optimierenden Planung grundsätzlich möglich ist, eine inhaltliche Darstellung fehlte aber bisher. So bemerkt beispielsweise Kilger:¹⁵⁾ „*Die Grenzplankostenrechnung lässt sich [...] zu einem umfassenden Simulationsmodell ausbauen, das in der Lage ist, sämtliche Kosten sowohl an alternative Produktionsprogramme als auch an unterschiedliche Entscheidungen des Produktionsvollzugs anzupassen.*“

Eine solche umfassende Modellierungsmöglichkeit ergibt sich aber, wenn man mithilfe der Modelltableaus ein Kosten-Leistungsmodell entwickelt. Darüber hinaus ist es auch möglich, dieses Kosten-Leistungsmodell zu einem Unternehmensgesamtmodell zu erweitern.¹⁶⁾ Das INZPLA-System ist in der Lage, mit solchen Modellen eine gemischte Optimierungs- und Zielverpflichtungsplanung durchzuführen.

Mit Recht weist aber Kilger auf den Umstand hin, dass integrierte Modelle der Produktions- und Vollzugsplanung außerordentlich kompliziert sind, hohe Rechenzeiten erfordern und häufig sogar auf Lösungsschwierigkeiten stoßen. Daher kommt er zu dem Schluss:

„Wir haben daher zur Zeit noch Bedenken, die laufende Kostenrechnung der strengen Formulierung mathematischer Restriktionen und Optimierungsalgorithmen zu unterwerfen und die Planungsmodelle mit den weitgehenden Kostenartendifferenzierungen und den interdependenten Beziehungen der Kostenstellenrechnung zu belasten.“¹⁷⁾

Diese Bedenken können hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Optimierungsalgorithmen geteilt werden. Das INZPLA-System verfügt zwar über derartige Algorithmen, die in Abhängigkeit von der Struktur des Optimierungsansatzes (linear vs. nichtlinear) aufgerufen werden. Doch bei einer großen Zahl von Entscheidungsvariablen und Restriktionen dürften diese Algorithmen oft keine befriedigende oder auch noch nicht einmal eine zulässige Lösung und schon gar kein globales Optimum finden. Dies ist bedingt durch die Unzulänglichkeiten der heutigen Optimierungsverfahren.¹⁸⁾

Diese Schwierigkeiten bilden aber keinen Hinderungsgrund, Unternehmensgesamtplanungsmodelle zu entwickeln, die die Kosten-Leistungsrechnung als Zielverpflichtungsplanung mit einer optimierenden Maßnahmenplanung in umfassender Weise integrieren. Wichtig ist vor allem auch, dass es mithilfe des Konzeptes der Integrierten Zielverpflichtungsplanung überhaupt möglich ist, im Fertigungsbereich eine Maßnahmen- und Zielverpflichtungsplanung in

¹³⁾ Zur Durchführung einer Bottom-Up-Planung der zweiten Stufe, die einer linearen Produktionsprogrammplanung entspricht, ist ein SKLOP-Modell mit Absatzmengenlinearität erforderlich.

¹⁴⁾ Zwicker, E., Die Bottom-Up-Planung der zweiten Stufe und ihre Beziehung zur klassischen linearen Produktionsprogrammplanung (37 Seiten), Berlin 2006

¹⁵⁾ Kilger, W., a. a. O., 9. Auflage, Seite 107.

¹⁶⁾ Siehe Zwicker, E., Integrierte Zielverpflichtungsplanung und -kontrolle- ein Verfahren der Gesamtunternehmensplanung und –kontrolle, Berlin 2008, S.55f.

¹⁷⁾ Kilger, W., a. a. O., 9. Auflage, Seite 109.

¹⁸⁾ Das gilt vor allem für nichtlineare Optimierungen. Im Bereich der linearen ganzzahligen Optimierung sind dagegen in den letzten Jahren gewaltige Leistungssteigerungen zu beobachten.

konsistenter Weise zu realisieren. Die praktische Relevanz, die der Maßnahmenplanung zukommt, ist ohnehin gering. Denn die in Unternehmen praktizierte Jahresplanung des Fertigungsbereichs (wie sie mit existierenden PPS-Systemen realisiert wird) lässt sich in nahezu allen Fällen nur als Verfahren einer reinen Zielverpflichtungsplanung rekonstruieren, weil keine Entscheidungsvariablen auftreten.¹⁹⁾ Auch in der Literatur lassen sich nur wenige Beispiele finden, in welchen eine optimierende Planung im Fertigungsbereich auf Jahresebene realisiert wird.

Anmerkung: Dieser Text ist nur zum persönlichen Gebrauch bestimmt. Vervielfältigungen sind nur im Rahmen des privaten und eigenen wissenschaftlichen Gebrauchs (§ 53 UrhG) erlaubt. Sollte der Text in Lehrveranstaltungen verwendet werden, dann sollten sich die Teilnehmer den Text selbst aus dem Internet herunterladen. Dieser Text darf nicht bearbeitet oder in anderer Weise verändert werden. Nur der Autor hat das Recht, diesen Text auch auszugsweise, anderweitig verfügbar zu machen und zu verbreiten. (IN-08-R03-07-01-2017)

¹⁹⁾ Das erkennt man schon daran, dass fast alle PPS-Systeme keine Optimierungsmöglichkeiten besitzen (PPS-System: Produktionsplanungs- und -steuerungssystem).