Machbarkeits- und Vorteilhaftigkeitsanalyse von Investitionsprogrammen mittels eines mehrjährigen Simultanmodells

K. WENDT, HALLE/S.

Abstract

The interdependence between investment and financing requires the use of pluri-annual simultaneous models. The article presents a model which lends itself (a) to an analysis of the feasibility and profitability of a given investment programme and (b) - via alternative investment scenarios - to the determination of such an investment programme that maximizes the firm's assets.

1 Einführung

Die entscheidungsrelevanten Zusammenhänge zwischen Investitions- und Finanzierungsbereich sind hinlänglich bekannt. Dessen ungeachtet wird bei der Frage nach der Gestaltung von Investitionsprogrammen in der umfangreichen diesbezüglichen Literatur auf die Anwendung der klassischen Partialmodelle und sukzessiver Rechenansätze orientiert. Die Möglichkeit, Simultanmodelle nutzen zu können, wird zwar im allgemeinen auch erwähnt, jedoch dieser Weg oft unter Angabe diverser Probleme sogleich wieder verworfen oder in den Bereich der Theorie verbannt (s. SCHIERENBECK, S. 304; SCHNEIDER, S. 124; WOEHE, S. 696-698).

Der mittlerweile erreichte Softwareentwicklungsstand sollte in Anbetracht der Schwächen auch der traditionellen Methoden dazu Anlaß geben, den alten Gedanken an die Nutzung von Simultanmodellen aus den 60iger und 70iger Jahren wieder aufzugreifen. Es stehen heute Modellier-sprachen, die die Implementierung der erforderlichen großen Modelle gestatten, und auch Programme zur Berechnung solcher großen Modelle zur Verfügung.

2 Das Simultanmodell

Es sollen die Fragen danach beantwortet werden,

- welche ***Investitionen*** in welchem Jahr eines Planzeitraums von J Jahren durchzuführen,
- durch welche ***Kredite*** mit welcher Laufzeit die Investitionen zu finanzieren und
- welche ***Differenzinvestitionen*** zu tätigen und in welchem Umfang deren verzinste Erträge zur Eigenfinanzierung von später durchzuführenden Investitionen einzusetzen sind,

damit unter Berücksichtigung der produktionsbedingten ***Basiszahlungen*** sowie von ***Bareinlagen*** und ***-entnahmen*** ein möglichst hohes **Betriebsvermögen** am Ende von Jahr J erreicht wird (vgl. BRANDES/ODENING).

In der Literatur sind verschiedene mehrperiodige Modellansätze dargestellt, in denen neben den Kreditaufnahme- und Differenzinvestitionsaktivitäten auch die Sachinvestitionsaktivitäten als Variable modelliert sind (BUSSE VON COLBE/LAßMANN, GOETZE/BLOECH, JACOB/VOIGT). Dies erfordert, die zahlungsrelevanten Wechselwirkungen zwischen den Sachinvestitionen modellintern zu erfassen und in den Vermögensendwert die Restkapitalwerte der noch laufenden Sachinvestitionen einzubeziehen. Ersteres ist wegen dem Ziel, ein relativ allgemeines und überschaubar bleibendes Referenzmodell zu entwickeln, nahezu unmöglich. Und letzteres ist wegen der Tatsache problematisch, einen einheitlichen Kalkulationszins unterstellen zu müssen. Ganz allgemein gilt aber, daß für Investitionen der Zusammenhang zwischen Investitons- und Finanzierungsbereich umso mehr verlorengeht, je weiter das Ende der Investitionen über das Jahr J hinausreicht.

Daher wird der Weg beschritten, die Anzahl der Durchführung von Investitionen extern als Szenarioparameter vorzugeben und diejenigen Zahlungen, die den Investitionen nicht verursachungsgerecht zuordenbar sind, Zahlungen in den Basiszahlungen zu berücksichtigen. Das Betriebsvermögen am Ende des Jahres J wird berechnet aus dem Zahlungsüberschuß des Jahres J und den Restkapitalwerten der noch laufenden Kredite und Differenzinvestitionen.

Eine weitere Modifizierung gegenüber den o. g. Modellansätzen besteht darin, daß die Zahlungen in vorschüssige (d. h. zu Beginn des jeweiligen Jahres bzw. am Ende des Vorjahres fällige) und laufende (d. h. im Laufe des jeweiligen Jahres fällige) Zahlungen untergliedert sind sowie neben den Krediten zur Finanzierung von Investitionen auch Kredite zur Sicherung der jährlichen Zahlungsfähigkeit betrachtet und die Investitions-Kredite an Investitionen gebunden sind und nicht an einen aggregierten Finanzbedarf für mehrere Investitionen.

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Zahlungen und deren Fälligkeit (v - vorschüssig, l - laufend) sowie weiterhin, ob sie vorzugeben (Konstante), zu bestimmen (Variable) oder im Modell als Formelausdruck geschrieben sind. Letzteres ergibt sich daraus, daß für Kredite und Differenzinvestionen derzeit bestimmte einfache Standardfälle berücksichtigt sind, die eine derartige Berechnung erlauben.

	Fälligkeit	Art
Basiszahlungen	v, l	Konstante
Bareinlagen, -entnahmen	v	Konstante
Kreditaufnahme	v	Variable
Tilgung, Zinsen der Kredite	v	Formel mit Kreditaufnahme-Variablen
Durchführung Differenzinvestitionen	v	Variable
Erträge aus Differenzinvestitionen	v	Formel mit Differenzinvestitions-Variablen
Investitionszahlungen bezogen auf die Nutzungsjahre der Investitionen	v, l	Konstante
Anfangsbestand an freien Zahlungsmitteln	v	Konstante
Überschuß an freien Zahlungsmitteln am Ende der einzelnen Jahre	v	Variable

Tabelle 1: Übersicht über die im Modell erfaßten Zahlungen

Das Simultanmodell besteht aus drei Restriktionsklassen:

1) Zahlungsbilanzen für die einzelnen Jahre :

"Anfangsbestand an freien Zahlungmitteln im Jahr j"
+ "laufende Investitions-Einzahlungen im Jahr j"
+ "Aufnahme von Investitions-Krediten im Jahr j"
+ "Aufnahme eines Jahreskredits im Jahr j"
+ "Erträge aus Differenzinvestitionen im Jahr j"
+ "vorschüssige und laufende Basis-Einzahlungen im Jahr j"
+ "Bareinlagen im Jahr j"
= "vorschüssige und laufende Investitions-Auszahlungen im Jahr j"
+ "Tilgung, Zinsen für laufende Investitions-Kredite im Jahr j"
+ "Tilgung, Zinsen für den im Jahr j-1 aufgenommen Jahreskredit"
+ "Auszahlungen für Differenzinvestitionen im Jahr j"
+ "vorschüssige und laufende Basis-Auszahlungen im Jahr j"
+ "Barentnahmen im Jahr j"
+ "Endbestand an freien Zahlungmitteln im Jahr j"

2) Bedingungen an die vorschüssigen Zahlungen in den einzelnen Jahren :

"Anfangsbestand an freien Zahlungmitteln im Jahr j"
+ "Aufnahme von Investitions-Krediten im Jahr j "
+ "Aufnahme eines Jahreskredits im Jahr j"
+ " Erträge aus Differenzinvestitionen im Jahr j "
+ "vorschüssige Basis-Einzahlungen im Jahr j"

+ "Bareinlagen im Jahr j"
≥ "vorschüssige Investitions-Auszahlungen im Jahr j"
+ "Tilgung, Zinsen für laufende Investitions-Kredite im Jahr j "
+ "Tilgung, Zinsen im Jahr j für den im Jahr j-1 aufgenommenen Jahreskredit"
+ "Auszahlungen für Differenzinvestitionen im Jahr j"
+ "vorschüssige Basis-Auszahlungen im Jahr j"
+ "Barentnahmen im Jahr j"

3) Bindung der Investitions-Kredite an konkrete Investitionen :
"Aufnahme von Investitions-Krediten im Jahr j für die im Jahr j' durchgeführte Investition i"
≤ "vorschüssige Auszahlung der im Jahr j' durchgeführten Investition i im Jahr j"

Weitere Restriktionen, die z. B. den Kreditspielraum und die Sicherung jährlicher Liquiditätsreserven betreffen, können fallweise aktiviert werden.

Ein Investitionprogramm ist quantitativ beschrieben durch Szenarioparameter (Anzahl der Durchführung der Investition i im Jahr j), auf deren Grundlage die in den Nutzungsjahren der Investition fälligen Investitionszahlungen (s. Tab. 1) den laufenden Planjahren modellintern zugeordnet werden, und die spezifischen Basiszahlungen (s. o.). Ein Investitionsprogramm ist ***machbar***, wenn es sich entsprechend den im Modell gegebenen Finanzierungsmöglichkeiten überhaupt finanzieren läßt, d. h. das Modell für das gegebene Investitionsprogramm eine zulässige oder zumindest subjektiv akzeptable Lösung besitzt. Und das Investitionsprogramm I ist ***vorteilhaft*** gegenüber dem Investitionsprogramm I', wenn unter Beachtung des jeweils erreichbaren Betriebsvermögens (s. o.) und des extern einzuschätzenden Restnutzens der nach dem Jahr J noch laufenden Investitionen beider Programme das Programm I dem Programm I' vorzuziehen ist.

3 Implementierung und Anwendung des Modells

Das Modell wurde mittels der Modellierspracheo des Softwaresystems AIMMS (BISSCHOP/ ENTRIKEN) implementiert und berechnet.
Die Implementierung umfaßt die Deklaration der erforderlichen Indexmengen (SET) einschließlich der Indizes als symbolische Repräsentanten der Indexmengenelemente (INDEX), der vorzugebenden Konstanten (PARAMETER) und der zu berechnenden Größen (VARIABLE) sowie der Restriktionen bzw. Bedingungen (CONSTRAINT). Im folgenden werden als Beispiel einige Modellausschnitte dargestellt:

- Deklaration der Menge der Planjahre (J=10) und der Laufzeitjahre (für Investitionen, Kredite und Differenzinvestitionen):

```
SET: Jahr, Laufzeit; INDEX: j,jb IN Jahr, n,nn IN Laufzeit;
```

- Deklaration der Menge der Investitionen, der Szenarioparameter zur Steuerung der Investitiondurchführung, der Laufzeit der Investitionen und der vorschüssigen und laufenden Investitionszahlungen:

```
SET: Investition; INDEX: i IN Investition;
PARAMETER: ID(i,j), IL(i), IAusV(i,n), IAusL(i,n), IEinL(i,n);
```

- Deklaration der Investitionskreditarten und der Kreditaufnahme-Variablen $InvKred_{k,j,n,i,jb}$ als fünffach indizierte Größe (Kreditart k; Jahr j der Kreditaufnahme; Laufzeit n; Investition i und Durchführungsjahr jb dieser Investition, für die Kredit aufgenommen,):

```
SET: Investkredit := {Annu,Tilg,Rueck}; INDEX: k IN Investkredit;
VARIABLE: InvKred((k,j,n,i,jb)|
                  ID(i,jb)>0 AND
                  SUM[nn|ORD(nn)=ORD(j)-ORD(jb)+1,IAusV(i,nn)]>0 AND
                  ORD(n)<=ORD(jb)+IL(i)-ORD(j)) ->[0,inf);
```


- Deklaration der Bedingung zur Bindung von Investitionskrediten an Investitionen:

```
CONSTRAINT:
BindInvkred((i,jb,j)| ID(i,jb)>0 AND
                      SUM[nn|ORD(nn)=ORD(j)-ORD(jb)+1,IAusV(i,nn)]>0)..
  SUM[(k,n), InvKred(k,j,n,i,jb)]
  <= ID(i,jb) * SUM[n|ORD(n)=ORD(j)-ORD(jb)+1,InvAusV(i,n)]];
```

Die Deklaration der Variablen und Restriktionen beinhaltet auch die Definition zulässiger Indexkombinationen. So sind die Variablen $InvKred_{k,j,n,i,jb}$ definiert nur für die (k,j,n,i,jb) mit

$ID_{i,jb}>0$ (Investition i wird in Jahr jb durchgeführt)
$\wedge\ IAusV_{i,j-jb+1}>0$ (für Investition i mit Durchführungsjahr jb ist im Jahr j eine vorschüssige Auszahlung fällig)
$\wedge\ n \le jb + IL_i - j$ (die Laufzeit n des Kredites darf die Restlaufzeit der Investition i bei Durchführung im Jahr jb nicht übersteigen)

Und die Bedingung zur Bindung der Investitionskredite an Investitionen entspricht dem folgenden in üblicher mathematischer Notation geschriebenen Ausdruck:

$$BindInvkred_{i,j,jb}: \sum_{k\in Investkredit,\ n\in Laufzeit} InvKred_{k,j,n,i,jb} \le ID_{i,jb}\, IAusV_{i,j-jb+1} \quad \forall\ (i,j,jb)\in Investition\times Jahr\times Jahr \text{ mit } ID_{i,jb}>0 \wedge IAusV_{i,j-jb+1}>0$$

Die Indexmengen und die durch PARAMETER-Deklaration definierten Daten werden in einem gesonderten Modellteil bereitgestellt.
Ein wesentlicher Vorzug von AIMMS gegenüber anderen Systemen (z. B. GAMS) besteht in der Möglichkeit für eine interaktive Arbeitsweise mit dem Modell. Hierzu dienen Präsentationsseiten zur Ergebnisdarstellung (PAGEs), über die man auch Daten eingeben/ändern und die Rechnung erneut starten kann, sowie eine Verwaltung von Ergebnisvarianten (CASE). Damit sind alle Möglichkeiten einer effektiven Variantenrechnung gegeben, um verschiedene Investitionsprogramm-Szenarien auf ihre Machbarkeit und Vorteilhaftigkeit zu untersuchen und auch zu versuchen, ein möglichst günstiges Investitionsprogramm zu finden.
Variieren lassen sich insbesondere die Konditionen für Investitionskredite (Zinshöhen in Abhängigkeit vom Aufnahmejahr und der Laufzeit, Mindestlaufzeit der Kredite, maximale Anzahl aufnehmbarer Kredite und maximale Kreditsumme) und die entsprechenden Konditionen für Differenzinvestitionen. Damit sind alle Voraussetzungen erfüllt, die individuellen Wertprämissen des Entscheidungsträgers unter unterschiedlichen Szenarien der Umweltentwicklung zu berücksichtigen.

4 Schlußfolgerungen

Das vorgestellte Modell ist als methodischer Ansatz zu verstehen, die Interdependenzen zwischen Investition und Finanzierung sowie Produktion simultan zu erfassen. Es besitzt zumindest eine nicht geringe didaktische Bedeutung. Seine praktische Anwendbarkeit allerdings hängt ganz entscheidend davon ab, wie es gelingt, den sehr erheblichen Aufwand zur Datenvorbereitung, insbesondere zur Bereitstellung der sich aus dem Produktionsprozeß ergebenden und von den durchzuführenden Investitionen abhängigen Basiszahlungen, rationell zu gestalten. Für spezielle Problemstellungen empfiehlt sich ein modifizierter Ansatz, in den weitere Variable eingeführt und die in Abschnitt 2 genannten Restriktionen um Bedingungen erweitert werden, die den Produktions- und Arbeitsprozeß betreffen und mit deren Hilfe sich insbesondere Basiszahlungen modellintern berechnen lassen.

5 Literatur

BISSHOP, J.; ENTRIKEN, R. (1993): AIMMS - The Modeling System, Paragon Decision Technology B.V., P.O. Box 3277, 2001 DG Haarlem, The Netherlands

BRANDES W., ODENING M. (1992): Investition, Finanzierung und Wachstum in der Landwirtschaft, Ulmer Verlag, Stuttgart

BUSSE VON COLBE, W.; LAßMANN, G. (1990): Betriebswirtschaftstheorie: Band 3 - Investitionstheorie, 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

GOETZE, U.; BLOECH, J. (1995): Investitionsrechnung - Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben, 2. überarbeitete und erweiterte Ausgabe, Springer Verlag, Berlin Heidelberg

JACOB, H.; VOIGT, K.-I. (1994): Investitionsrechnung, 4. Aufl., Gabler-Verlag, Wiesbaden

SCHIERENBECK, H. (1989): Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, 10. Aufl., Oldenbourg-Verlag, München

SCHNEIDER, D. (1990): Investition, Finanzierung und Besteuerung, 6. Aufl., Gabler-Verlag, Wiesbaden

WOEHE, G. (1986): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 16. Aufl., Verlag Vahlen, München