

# **Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos einer Bank mit Hilfe eines Modells der Aktiv-Passiv-Koordination\***

Von Hermann Meyer zu Selhausen, München

## **I. Einführung**

Kreditinstitute übernehmen praktisch immer ein gewisses Zinsänderungsrisiko. Dieses Risiko beruht hauptsächlich darauf, daß die Institute Aktiva und Passiva mit mehr oder weniger unterschiedlicher Zinselastizität halten. Nur in dem Fall, daß eine Festsatz-Aktivposition durch eine Festsatz-Passivposition in gleicher Höhe und mit gleicher Zinsbindungsfrist finanziert wird, gibt es kein Zinsänderungsrisiko. Das Zinsänderungsrisiko tritt schon auf, wenn entweder der Betrag oder die Zinsbindungsfrist der Aktivposition sich von Betrag oder Zinsbindungsfrist der Passivposition unterscheidet, die zur Finanzierung der Aktivposition herangezogen wird. Zinsänderungsrisiko existiert auch, wenn Aktiva mit variabler Verzinsung durch Festsatz-Passiva, oder Festsatz-Aktiva durch Passiva mit variabler Verzinsung finanziert werden. Sogar in dem Fall, da sowohl die Aktivposition als auch die Passivposition variabel verzinst werden, kann, in Abhängigkeit von der zukünftigen Entwicklung der Zinsspanne, ein gewisses Zinsänderungsrisiko bestehen.

Zinsänderungsrisiko ist kein neues Phänomen. Es hat aber erst in neuerer Zeit die gebührende Aufmerksamkeit auf sich gezogen, als während der Hochzinsphase sogar einige große Institute aufgrund dieses Risikos in erhebliche Schwierigkeiten gerieten.

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Wege für die Analyse des Zinsänderungsrisikos einer Bank: den Zinsüberschuß-Ansatz und den Marktwert-Ansatz. Um die Grundidee des Zinsüberschuß-Ansatzes zu erklären, nehmen wir an, daß eine Bank einen erheblichen Betrag einer langfristigen

---

\* Deutsche Fassung von *H. Meyer zu Selhausen*, Exploring and Controlling a Bank's Interest Risk: Sensitivity Analysis of an Asset and Liability Coordination Model, erschienen in: *European Journal of Operational Research* 28 (1987), pp. 261 - 278. Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland).

Festsatz-Aktivposition durch eine Passivposition mit variabler Verzinsung finanziert hat. Wenn die Bank in diesem Fall in eine Hochzinsphase gerät, bevor diese Festsatz-Aktivposition abgeschmolzen ist, dann wird der variable Zinssatz der Passivposition entsprechend der Marktentwicklung mehr oder weniger stetig ansteigen. Gleichzeitig wird die Zinsspanne stetig abnehmen und dann auch negative Werte annehmen, so daß diese Aktivposition, selbst, wenn sie zu Anfang einen erheblichen Zinsertrag eingebracht hat, in der Hochzinsphase große Verluste verursachen kann. In diesem Fall würde die betrachtete Aktivposition zu einer Verminderung des Zinsüberschusses der Bank beitragen. In dieser Weise führt das Zinsänderungsrisiko, wenn es sich realisiert, direkt zu einer Belastung des Zinsüberschusses. Daher kann man das Zinsänderungsrisiko einer Bank erfassen, indem man die Sensitivität des Zinsüberschusses in bezug auf nennenswerte Veränderungen der Marktzinssätze untersucht. Dieser Ansatz liegt dem folgenden Beitrag zugrunde.

Wenn die Zinssätze in nennenswertem Umfang steigen, sinkt gleichzeitig der Marktwert einer Festsatz-Aktivposition. In dieser Weise wird ganz allgemein der Marktwert von Festsatz-Aktiv- und Passivpositionen durch Änderungen der Zinssätze beeinflusst. Das Zinsänderungsrisiko schlägt sich in Marktwertänderungen von Aktiv- und Passivpositionen nieder, und daher scheint die Sensitivitätsanalyse eines Marktwertes der Aktiv- und Passivpositionen einer Bank in bezug auf die Veränderung der Zinssätze ein alternativer Ansatz zur Erfassung des Zinsänderungsrisikos zu sein.

In bezug auf einige theoretische Aspekte ist der Marktwert-Ansatz recht attraktiv. Betrachtet man diesen Ansatz jedoch näher, dann werden einige ernsthafte Schwierigkeiten deutlich, die bei einer praktischen Anwendung dieses Ansatzes auftreten. Neben anderen Autoren hat *Schmidt* (1981) gezeigt, daß dieser Ansatz nur unter einer ganzen Anzahl von Annahmen, insbesondere unter der Annahme eines flachen Verlaufs der Zinsstrukturkurve, anwendbar ist. Diese Annahme ist aber vollkommen unrealistisch. *Uhlir* und *Steiner* (1983) beschreiben die Versuche, die von verschiedenen Autoren gemacht worden sind, um auf diese Voraussetzung verzichten zu können. Aber auch dann, wenn extrem komplexe mathematische Verfahren angewandt werden, kann das Duration-Maß, das für den Marktwertansatz erforderlich ist, ohne die Voraussetzung einer flachen Zinsstrukturkurve nicht in befriedigender Weise berechnet werden.

Das Duration-Maß, das zuerst von *Macaulay* (1938) vorgeschlagen und später von *Rudolph* (1979) und anderen modifiziert wurde, könnte, wenn es sorgfältig berechnet wird, für eine Immunisierung eines Festsatz-Portfolios gegenüber dem Zinsänderungsrisiko für einen bestimmten zukünftigen

Zeitpunkt benutzt werden. Selbst wenn das Duration-Konzept unter realistischen Bedingungen angewandt werden könnte, wäre es nur für einen Investor hilfreich, der den zukünftigen Zeitpunkt, zu dem sein Portfolio verkauft werden soll, weil der Erlös für andere Zwecke gebraucht wird, genau kennt. In diesem Fall könnte das Duration-Konzept, wenn es anwendbar wäre, den Investor in die Lage versetzen, sein Portfolio gegenüber dem Zinsänderungsrisiko in bezug auf den geplanten zukünftigen Liquidationszeitpunkt zu immunisieren.

Für die fortlaufende Steuerung des Zinsänderungsrisikos, das in den Festsatz-Aktiv- und Passivpositionen einer Geschäftsbank steckt, muß das Duration-Konzept als nahezu nutzlos betrachtet werden, selbst dann, wenn tatsächlich eine flache Zinsstrukturkurve vorherrscht. Eine Bank ist ständig mit dem Zinsänderungsrisiko konfrontiert, so daß es nutzlos wäre, ihr Festsatzgeschäft in bezug auf einen bestimmten zukünftigen Zeitpunkt zu immunisieren, selbst wenn dies immer wieder vorgenommen würde.

Der Zinsüberschuß-Ansatz hat im Vergleich zum Marktwert-Ansatz einige bemerkenswerte praktische Vorteile. Dieser Ansatz beruht nicht auf restriktiven Annahmen. Daher kann die Entwicklung des Zinsüberschusses in bezug auf jegliche Form der Zinsentwicklung analysiert werden. Außerdem beruht der Zinsüberschuß-Ansatz auf Begriffen und Konzepten, mit denen Bank-Manager ohnehin vertraut sind. Er hat daher gute Aussichten, von den Praktikern auch akzeptiert zu werden.

Der folgende Beitrag beschreibt ein Modell, dessen Hauptzweck in der Aktiv-Passiv-Koordination besteht. Dieses Modell sollte als Rahmen für die Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos betrachtet werden. Das Modell selbst wurde im Rahmen einer Fallstudie entwickelt, die in Zusammenarbeit mit einer großen deutschen Geschäftsbank durchgeführt worden ist. Eine frühere Version dieses Modells ist veröffentlicht (*Meyer zu Selhausen*, 1977). Seit dieser Zeit ist das Modell in beträchtlichem Umfang modifiziert worden, so daß es unter anderem nun auch für Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos einer Bank geeignet ist. Die Modifikationen, die in Hinsicht auf das Zinsänderungsrisiko durchgeführt werden mußten, werden in diesem Beitrag beschrieben.

Das Modell ist fallbezogen entwickelt worden. Seine Struktur und seine Anwendungsmöglichkeiten beruhen auf den Methoden und Verfahren des Operations Research, und es ist ganz sicher nicht gedacht als Beitrag zu einer mikroökonomischen Theorie der Bank. Bekannte und empirisch gesicherte Konzepte und Zusammenhänge sind in das Modell eingebaut worden, soweit sie verfügbar sind. Auf der anderen Seite berücksichtigt das Modell

Entscheidungsprozesse, Führungsverhalten und Führungsphilosophie der speziellen Bank, die dieser Fallstudie zugrunde liegt. Nur solche Zusammenhänge wurden in das Modell integriert, die für die Entscheidungsträger dieser Bank relevant sind und die auch von diesen Personen akzeptiert werden. Das Modell wäre sicher nicht von den betroffenen Entscheidungsträgern akzeptiert worden, wenn es ausschließlich auf einigen theoretischen Zusammenhängen beruhte. Dieses Verhältnis von allgemeiner mikroökonomischer Theorie der Bank auf der einen Seite und den individuellen Charakteristika des Führungsverhaltens und Entscheidungsprozesses dieser speziellen Bank auf der anderen Seite sollten in bezug auf den ganzen Beitrag beachtet werden.

Es folgt ein kurzer Überblick über den vorliegenden Beitrag.

Kapitel II beschreibt die Anforderungen an ein Modell für die Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos. Die strukturellen Aspekte eines Modells, das für die Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos geeignet ist, werden in Kapitel III dargelegt. Die Datenbasis für diese Untersuchung und speziell für die Generierung von Zinsszenarien verdient besondere Aufmerksamkeit. Dies wird in Kapitel IV beschrieben. Das Konzept des modellgestützten Prozesses der Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos und ein numerisches Beispiel für diesen Prozeß werden in Kapitel V. gegeben. Einige abschließende Bemerkungen folgen dann in Kapitel VI.

## **II. Anforderungen an ein Modell für die Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos**

Ein Modell für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos einer Geschäftsbank muß bestimmte formale Eigenschaften haben, von denen die wichtigsten im folgenden beschrieben werden. Gleichzeitig wird ein erster Eindruck von dem Ansatz vermittelt, der diesem Beitrag zugrunde liegt.

### *1. Zeithorizont für die Betrachtung*

Zinsänderungsrisiko existiert nicht in bezug auf einen gegenwärtigen Zeitpunkt, sondern es bezieht sich auf zukünftige Zeitintervalle, für die Marktzinssätze gelten, die mehr oder weniger stark von den gegenwärtigen Zinssätzen abweichen können. Ein Modell, das das Zinsänderungsrisiko einer Bank erfassen soll, muß sich daher auf ein zukünftiges Zeitintervall beziehen, für welches es die Entwicklung aller Aktiv- und Passivpositionen



und ihre jeweiligen Zinssätze erfaßt. Dieses zukünftige Zeitintervall wird als Intervall für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos bezeichnet.

Das Modell berücksichtigt aber nicht nur vorgegebene Entwicklungen für die Aktiv- und Passivpositionen der Bank. Es ist gleichzeitig ein Planungsmodell für die Aktiv- und Passiv-Koordination, das Politiken für Anlage und Finanzierung der Bank empfiehlt, so daß der Zinsüberschuß maximiert wird. Dieses Konzept wird aus zwei Gründen verwendet: Zinsüberschuß entsteht nur während zukünftiger Zeitintervalle, und die zukünftige Entwicklung der Aktiva und Passiva der Bank muß daher so realistisch wie möglich in den Prozeß der Erfassung des Zinsänderungsrisikos eingeführt werden. Deshalb fällt das Zeitintervall für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos mit dem Planungshorizont für die Aktiv- und Passiv-Koordination zusammen.

## *2. Struktur des Planungshorizonts*

Die Entwicklung von Aktiva und Passiva im Zeitablauf kann fast als kontinuierlich betrachtet werden. Zunächst könnte man vermuten, daß hier Verfahren der kontinuierlichen Simulation angewendet werden sollten. Auf der anderen Seite muß die Bank ständig eine ganze Anzahl von gesetzlichen und anderen Restriktionen erfüllen, denen ihre Aktiva und Passiva unterliegen. Dies würde Modellstrukturen erfordern, die in Modellen der mathematischen Programmierung vorherrschen. Das Modell, das in diesem Beitrag vorgestellt werden soll, muß diese beiden Aspekte berücksichtigen. Daher werden zukünftige Zeitpunkte, sogenannte Projektionszeitpunkte, auf der Zeitachse festgelegt, und für jeden Projektionszeitpunkt wird der Zustand der Bank mit allen ihren Aktiva und Passiva durch das Modell beschrieben. Deshalb besteht das Modell aus einer Folge von Teilmodellen, von denen jedes die Gesamtzahl aller Aktiva und Passiva umfaßt und sich auf einen bestimmten Projektionszeitpunkt bezieht.

Die Genauigkeit der Analyse, die mit dem Modell durchgeführt wird, kann durch eine Vergrößerung der Zahl der Projektionszeitpunkte und damit der Teilmodelle gesteigert werden. Gleichzeitig steigt dann aber auch der technische Aufwand stark an, beispielsweise für Dateneingabe, Speicherplatz und Rechenzeit. Nach einer pragmatischen Abwägung dieser Gesichtspunkte wurden schließlich neun Projektionszeitpunkte festgelegt und damit neun Teilmodelle entwickelt. Nur zu diesen neun Projektionszeitpunkten, die mit  $t$  ( $t = 1, \dots, 9$ ) bezeichnet werden, beschreibt das Modell den zukünftigen Zustand der Bank, wenn die von dem Modell vorgeschlagenen Entscheidungen realisiert werden. Dieses Modell ist sehr groß und komplex,

und es kann daher nicht im Rahmen dieses Beitrages detailliert beschrieben werden. Um diesen Beitrag zu vereinfachen und abzukürzen, beziehen wir uns nur auf drei von diesen neun Projektionszeitpunkten und konzentrieren uns auf die wichtigsten Prinzipien, die dem Modell zugrundeliegen.

### *3. Abschmelzung des Altgeschäft-Volumens und Zunahme des Neugeschäft-Volumens*

Eine der wichtigsten Aufgaben des Modells besteht darin, den zukünftigen Status der Bank, und das heißt die Volumensentwicklungen aller einzelnen Aktiva und Passiva, zu den jeweiligen Projektionszeitpunkten sichtbar zu machen. Diese Entwicklung hängt weitgehend von der Art der einzelnen Aktiv- und Passivpositionen ab. Bei Festsatz-Aktiva und -Passiva sind bestimmte Zinsbindungsfristen gegeben. Dies bedeutet, daß das Volumen einer derartigen Position (ausgenommen geplante Rückzahlungen) und der dazugehörige Zinssatz für die gesamte Zinsbindungsfrist fixiert sind, sowohl für die Kunden als auch für die Bank. Wenn die Bank zum Beispiel eine Termineinlage mit einer Zinsbindungsfrist von drei Monaten von einem Kunden angenommen hat, dann kann der Zinssatz üblicherweise erst am Ende der Zinsbindungsfrist verändert werden, oder der Kunde kann die Anlage abziehen. In diesem Sinne ist das Geschäftsvolumen von Aktiva und Passiva, die schon zum Startzeitpunkt der Modellanalyse existiert haben, *und* für die die Zinssätze bis zu zukünftigen Projektionszeitpunkten fixiert sind, zur Startzeit gegeben. Diese Volumina und Zinssätze können daher als Datum behandelt werden. Das Festsatz-Geschäftsvolumen, das zu einem bestimmten Projektionszeitpunkt schon existiert, wird in diesem Beitrag als Altgeschäft bezeichnet. Eine der Aufgaben dieses Modells besteht darin, die zukünftige Entwicklung für alle einzelnen Aktiv- und Passivpositionen sichtbar zu machen. Dies umfaßt sowohl die Entwicklung des Geschäftsvolumens als auch die Entwicklung der Durchschnittszinssätze auf Altgeschäft, die sich im Zeitablauf verändern können.

Während Altgeschäft-Volumen im Zeitablauf abschmilzt, wird ständig Neugeschäft abgeschlossen, das die Abschmelzung des Altgeschäfts ausgleichen kann oder sogar zu einer Nettosteigerung der jeweiligen Aktiv- oder Passivposition führt. Nur dieses Neugeschäftsvolumen ist es, das durch Planung und Entscheidungen beeinflusst werden kann. Zu jedem Zeitpunkt muß das Altgeschäft als gegeben betrachtet werden. Beim Neugeschäft kann das Modell zwei verschiedene Arten in unterschiedlicher Weise berücksichtigen: Kleinere Volumina, die von Kunden gebracht werden und die durch ungünstige Konditionen nicht abgewehrt werden sollen, und größere Volu-

mina, die die Bank selbst akquiriert. Es ist eine der Anforderungen an das Modell, daß es einen strukturellen Rahmen bereitstellt für die Interaktionen zwischen abschmelzendem Altgeschäft und zugehendem Neugeschäft in bezug auf Geschäftsvolumen und Zinssätze. Modellgestützte Planung, die auf die Maximierung des Zinsüberschusses unter Berücksichtigung einer großen Zahl von gesetzlichen und anderen Restriktionen gerichtet ist, muß deshalb dieses Interaktionsmuster berücksichtigen.

#### *4. Zinsbindungsübersicht*

Die Flexibilität der relevanten Zinssätze ist ein wichtiger Gesichtspunkt für ein Modell zur Erfassung des Zinsänderungsrisikos einer Bank. Daher gehört es zu den Anforderungen an das Modell, daß es die Bilanzpositionen der Bank nach dem Kriterium der Zinsflexibilität aggregieren kann. Das Modell muß eine Zinsbindungsübersicht bereitstellen, die die Geschäftsvolumina mit Festsatz, mit variablem Satz und mit marktzins-unabhängigem Satz, getrennt nach Aktiva, Passiva und Überhang der Aktiva gegenüber den Passiva darstellt. Diese Informationen sind jeweils für alle einzelnen Projektionszeitpunkte erforderlich.

#### *5. Sensitivität des Zinsüberschusses gegenüber Zinssatzänderungen*

Die Zinsbindungsübersicht bietet eine Klassifikation von Aktiva und Passiva in bezug auf die Zinssatzflexibilität. Sie gibt sicherlich einen interessanten, wenn auch unzureichenden Eindruck von dem Zinsänderungsrisiko, das am Planungszeitpunkt besteht. Um das Zinsänderungsrisiko der Bank zu erfassen, sollte man daher die Sensitivität des zukünftigen Zinsüberschusses in bezug auf Zinssatzänderungen untersuchen. Modellgestützte Analysen sollten durchgeführt werden, so daß die zukünftige Entwicklung von Altgeschäft- und Neugeschäft-Volumina, getrennt für alle einzelnen Aktiva und Passiva, mit einem plötzlich auftretenden und unvorhergesehenen Wechsel des Zinsscenarios konfrontiert wird. Das Modell soll dann zeigen, in welchem Ausmaß der Zinsüberschuß durch eine Zinssatzänderung beeinflußt wird, die wiederum der Modellbenutzer vorgeben darf. In dieser Weise soll das Modell die „Verletzlichkeit“ des Zinsüberschusses in bezug auf zukünftige Zinssatzänderungen beschreiben. Es sollen also Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden, um das Zinsänderungsrisiko der Bank zu ergründen.

## *6. Steuerung des Zinsänderungsrisikos*

Managern, die für die Aktiv-Passiv-Steuerung verantwortlich sind, wäre ein modellgestütztes Verfahren für die Steuerung des Zinsänderungsrisikos sicher willkommen. Daher muß von dem Modell verlangt werden, daß es zeigt, wie verschiedene Dispositionen den Zinsüberschuß der Bank beeinflussen, und welche Dispositionen durchgeführt werden sollten, um die Restriktionen zu erfüllen, die die Manager in bezug auf das Zinsänderungsrisiko vorgeben können.

### **III. Strukturelle Aspekte eines Modells für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos**

#### *1. Der strukturelle Rahmen des Modells*

Der Kern des Modells, das für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos benutzt wird, ist ein lineares Optimierungsmodell für die Aktiv- und Passiv-Koordination. Alle Aktiva und Passiva der Bank werden hierbei der modellgestützten Aktiv- und Passiv-Koordination unterworfen, wenn auch etwas anders gruppiert und strukturiert als in der Jahresbilanz.

Das Modell untersucht die Entwicklung von Aktiva und Passiva über einen Planungshorizont von fünf Jahren. Dieser Planungshorizont ist ganz pragmatisch festgelegt worden. Würde man den Planungshorizont verlängern, dann wären weitere Teilmodelle erforderlich, und die Prognosefehler würden tendenziell stark zunehmen. Würde man andererseits den Planungshorizont verkürzen, dann wäre die Restlaufzeit von immer mehr Bilanzpositionen länger als der Planungshorizont.

Für jeden Projektionszeitpunkt innerhalb des Planungshorizonts wird durch das Modell eine Bilanz ausgedruckt, die den Finanzstatus der Bank für eben diesen Projektionszeitpunkt darstellt. In dieser Weise wird die zukünftige Entwicklung der Bank durch eine Serie von Planbilanzen beschrieben.

Das wichtigste Ziel dieses Modells ist die Maximierung des Zinsüberschusses. Jedes Teilmodell berechnet einen Zinsüberschuß, der sich auf den jeweiligen Projektionszeitpunkt bezieht. Es handelt sich hierbei um einen Zinsüberschuß, der auftreten würde, wenn der Zustand der Bank, wie er durch die Lösung des Teilmodells und durch die Bilanz für diesen Projektionszeitpunkt beschrieben wird, für genau ein Jahr bestehen würde. Der finanzwirtschaftliche Zustand der Bank ändert sich im Zeitablauf natürlich



ständig, und daher sollte der oben erwähnte Zinsüberschuß, der sich auf einen Projektionszeitpunkt bezieht, nur als Indikator für den Zustand der Bank in bezug auf den Zinsüberschuß betrachtet werden. Ein einziger Indikator dieser Art beschreibt den Zustand der Bank aber nur höchst unzureichend. Es ist die Serie von Projektionszeitpunkten und dazugehörigen Indikatoren, die die zukünftige Entwicklung der Bank in befriedigender Weise beschreiben können.

Die Entscheidungsvariablen des Modells, die als Bilanzpositionen definiert sind, unterliegen einer ganzen Anzahl von Restriktionen. Die erste Gruppe von Restriktionen hat die Liquidität der Bank sicherzustellen. Eine weitere Gruppe sorgt dafür, daß die für das Aktiv- und Passivgeschäft relevanten gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden. Außerdem gibt es noch Restriktionen, die die Unter- und Obergrenzen für Aktiva und Passiva festlegen. Die Untergrenzen beruhen darauf, daß zu zukünftigen Projektionszeitpunkten bestimmte Mindestvolumina von Altgeschäft noch bestehen, und die Obergrenzen zeigen Absatzmengen an, die aufgrund der Marktbedingungen nicht überschritten werden können. Diese Ober- und Untergrenzen, die sich jeweils auf einzelne Aktiva und Passiva beziehen, beschreiben den Spielraum für mögliche Dispositionen, durch welche die jeweilige Bilanzposition beeinflußt werden kann. Neben anderen Restriktionen, die hier nicht näher behandelt werden müssen, gibt es schließlich noch eine Gruppe, die die inter-temporale Koordination der Aktiva und Passiva sicherstellt. Diese Restriktionen sind jeweils für einzelne Aktiva und Passiva formuliert, und sie verknüpfen Entscheidungsvariable, die eine bestimmte Aktiv- oder Passivposition in verschiedenen Teilmodellen repräsentieren. Weitere Gruppen von Restriktionen, zumeist Untergrenzen und Gleichungen, die für die Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos benötigt werden, sollen in diesem Beitrag beschrieben werden.

Das Modell für die Aktiv-Passiv-Koordination, das als struktureller Rahmen für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos dienen soll, kann hier nur kurz dargestellt werden. Der Kern dieses Modells ist schon an anderer Stelle detailliert beschrieben worden (*Meyer zu Selhausen, 1977*). Seit dieser Zeit ist das Modell allerdings aus verschiedenen Gründen mehrfach modifiziert worden. So, wie es derzeit benutzt wird, umfaßt es 3834 Variable und 2449 Restriktionen.

Es beruht auf einer Datenbank, die monatlich aufdatiert wird, und auch das Modell selbst wird monatlich mit Hilfe eines Matrixgenerators aktualisiert. In dieser Weise ist das Konzept eines rollenden Planungshorizonts realisiert, so daß das Modell ständig die neuesten Veränderungen der

Umweltparameter und insbesondere der Zinserwartungen berücksichtigen kann.

## *2. Modellelemente für die Erfassung der Interaktionen zwischen abschmelzendem Altgeschäft und zugehendem Neugeschäft*

Die Koeffizienten der Zielfunktion (Maximierung des Zinsüberschusses) sind die Ertragszinssätze der Aktiva und die Aufwandszinssätze der Passiva. Jeder Bilanzposition ist also ein Zinssatz zugeordnet. Diese Zinssätze werden gleichzeitig benutzt, um den Zinsüberschuß für jeden Projektionszeitpunkt zu berechnen.

Definitionsgemäß werden die Zinssätze, die für variabel verzinsliche Aktiva und Passiva gelten, ständig an die jeweils relevanten Marktzinssätze angepaßt. Wenn eine derartige Modifikation eines Zinssatzes auftritt, dann wird sie in einem Schritt für die gesamte Bilanzposition ausgeführt. Spareinlagen können für diesen Fall als Beispiel dienen. Der Zinsaufwand für eine bestimmte Spareinlagen-Position wird in einem Modell durch Multiplikation des relevanten Marktzinssatzes mit dem Gesamtvolumen dieser Bilanzposition berechnet.

Wie Tab. 1 zeigt, steht das Gesamtvolumen (GESVOL. $t$ ) jeder Position mit variabler Verzinsung zu einem zukünftigen Projektionszeitpunkt  $t$  ( $t = 1, 2, 3$ ) in enger Verbindung mit dem Volumen (STARTVOL.) dieser Position zur Startzeit ( $t = 0$ ). Daher enthält das Modell Untergrenzen für Positionen mit variabler Verzinsung für die zukünftigen Projektionszeitpunkte, um sicherzustellen, daß das Modell ein Minimalvolumen berücksichtigt. Es wird wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} & \text{Volumen zur Startzeit (STARTVOL.)} \\ & - \text{Rückflußvolumen (RUECKFL0.t)} \\ & + \text{Zugehendes Volumen (GEBRVOL.t)} \\ & = \text{Minimalvolumen} \end{aligned}$$

Zu  $t = 1$  ist zum Beispiel die Untergrenze für das Gesamtvolumen (GESVOL.1) für eine Position mit variabler Verzinsung

$$(3.2.-1) \quad \text{GESVOL.1} \geq \text{STARTVOL.} - \text{RUECKFL0.1} + \text{GEBRVOL.1}$$

Die entsprechenden Untergrenzen für GESVOL.2 und GESVOL.3 werden in derselben Weise berechnet (vgl. Tab. 1).

Tabelle 1: Variable und Bounds für eine Position mit variabler Verzinsung

Zeit	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Variable	STARTVOL.	GESVOL.1	GESVOL.2	GESVOL.3
Bounds		$\geq$ STARTVOL. $-$ RUECKFL0.1 $+$ GEBRVOL.1	$\geq$ STARTVOL. $-$ RUECKFL0.2 $+$ GEBRVOL.2	$\geq$ STARTVOL. $-$ RUECKFL0.3 $+$ GEBRVOL.3

- STARTVOL. = Startvolumen zu  $t = 0$  (Datum)
- GESVOL. $t$  = Gesamtvolumen zur Zeit  $t$  (Variable)
- RUECKFL0. $t$  = Rückflußvolumen zwischen  $t = 0$  und Zeit  $t$  (Prognose)
- GEBRVOL. $t$  = Gebrachtes Volumen zur Zeit  $t$  (Prognose)

Der in den Namen für die Variablen oder Konstanten verwendete Punkt, z.B. in GESVOL. $t$ , ist der Platzhalter für die Nummer der einzelnen Aktiv- oder Passivposition.

Zu einem bestimmten Projektionszeitpunkt hängt der Ertragszinssatz einer Aktivposition oder der Aufwandszinssatz einer Passivposition nur insoweit vom jeweils geltenden Marktzinssatz ab, wie Neugeschäft betroffen ist, das zu diesem Projektionszeitpunkt abgeschlossen wird. Die Zinssätze, die für das Altgeschäft einer derartigen Position gelten, werden definitionsgemäß nicht an den jeweils geltenden Marktzinssatz angepaßt. Eine derartige Zinsanpassung kann erst am Ende der Zinsbindungsfrist dieser Position stattfinden. Für Festsatzpositionen kann die Berechnung des Zinsertrages daher nicht so leicht durchgeführt werden wie für Positionen mit variabler Verzinsung. Die Altgeschäft-Volumina und die zugehörigen Durchschnittszinssätze solcher Festsatzpositionen sind als Daten gegeben, wohingegen das Volumen des Neugeschäfts vom Optimierungsprozeß abhängt, so daß es im voraus nicht bekannt ist. Daher werden für jede Festsatz-Position eine Variable für das Neugeschäft und eine oder mehrere Variable für das Altgeschäft, das von vergangenen Projektionszeitpunkten stammt, für zukünftige Projektionszeitpunkte benutzt.

Tab. 2 zeigt die Variablen, Untergrenzen und Gleichungen für jede einzelne Festsatzposition. Auch in diesem Fall gibt es zur Startzeit ein bestimmtes Startvolumen (STARTVOL.) für eine derartige Position. Aufgrund der Tatsache, daß zwischen dem Startzeitpunkt ( $t = 0$ ) und dem ersten Projektionszeitpunkt ( $t = 1$ ) die Zinsbindungsfrist für einen bestimmten Teil des Startvolumens enden wird, ist am Projektionszeitpunkt 1 nur der Rest des Startvolumens als Altgeschäft übrig. Dies wird mit ALT0.1 bezeichnet, was bedeutet, daß dieses Volumen zu  $t = 0$  schon existiert hat, und daß es zu  $t = 1$  noch vorhanden ist. Die Variablen ALT0.2 und ALT0.3 für die Projektionszeitpunkte 2 und 3 sind entsprechend definiert. Diese Variablen, die Altgeschäft beschreiben, das zur Startzeit schon existiert hat, repräsentieren in Wirklichkeit Daten, die schon vor einer Modell-Anwendung verfügbar sind. Der Wert für diese Variablen (ALT0. $t$ ) ist einfach das Startvolumen (STARTVOL.) minus Rückflußvolumen (RUECKFL0. $t$ ) für die Zeit zwischen Startzeitpunkt und dem jeweiligen Projektionszeitpunkt. Im Modell werden die Variablen mit ALT0. $t$  durch Bounds fixiert. Zu  $t = 1$  ist zum Beispiel der fixe Betrag für das Altgeschäft (ALT0.1) einer Festsatz-Position

$$(3.2.-2) \quad \text{ALT0.1} = \text{STARTVOL.} - \text{RUECKFL0.1}$$

Die entsprechend fixierten Beträge für ALT0.2 und ALT0.3 werden in derselben Weise berechnet (vgl. Tab. 2).

Zu Projektionszeitpunkt 1 kann *Neugeschäft* (NEU.1) abgeschlossen werden. Der Benutzer kann Neugeschäft prognostizieren und berücksichtigen,



Tabelle 2: Variable, Bounds und Gleichungen für eine Festsatzposition

Zeit	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Variable, Bounds und Gleichungen	STARTVOL.	ALT0.1 = STARTVOL. - RUECKFLO.1	ALT0.2 = STARTVOL. - RUECKFLO.2	ALT0.3 = STARTVOL. - RUECKFLO.3
		NEU.1 $\cong$ GEBRVOL.1	ALT1.2 = $u_{1,2} * NEU.1$	ALT1.3 = $u_{1,3} * NEU.1$
			NEU.2 $\cong$ GEBRVOL.2	ALT2.3 = $u_{2,3} * NEU.2$
				NEU.3 $\cong$ GEBRVOL.3
	STARTVOL.	GESVOL.1	GESVOL.2	GESVOL.3

- STARTVOL.  
ALTt1.t2  
NEU.t  
GESVOL.t  
 $u_{t1,t1}$   
GEBRVOL.t
- = Startvolumen zu  $t = 0$  (Datum)  
= Altgeschäftsvolumen von  $t1$ , das zu  $t2$  noch vorhanden ist (Variable)  
= Neugeschäftsvolumen zur Zeit  $t$  (Variable)  
= Gesamtvolumen zur Zeit  $t$  (Variable)  
= Koeffizienten für den Restbestand des Volumens zu  $t2$ , das zu  $t1$  neu abgeschlossen worden ist  
= Gebrachtes Volumen zur Zeit  $t$  (Prognose)

das hereinkommt (GEBRVOL.1), selbst dann, wenn die Bank dieses Neugeschäft nicht wirklich wünscht und den Kunden auch keine attraktiven Zinssätze bietet. Solche Mindestbeträge für Neugeschäft, die unabhängig von der Optimierung berücksichtigt werden, können durch Untergrenzen für alle Neugeschäftsvariablen berücksichtigt werden.

Wenn *Neugeschäft* zu  $t = 1$  abgeschlossen worden ist, dann wird ein Teil hiervon zu  $t = 2$  noch im Bestand sein. Zu dieser Zeit ist es dann Altgeschäft und auch noch zu allen weiteren Projektionszeitpunkten in der Zukunft bis zum Ende der Zinsbindungsfrist. Die Variablen ALT1.2 und ALT1.3 bezeichnen Altgeschäft-Volumina, die seit  $t = 1$  bestehen, und die zu  $t = 2$  bzw.  $t = 3$  noch erhalten sind. Der Betrag von ALT1.2 und ALT1.3 hängt von dem Betrag von NEU.1 ab. Daher wird der Betrag von ALT1.2 und ALT1.3 mit Hilfe einer Gleichung berechnet als NEU.1 minus Rückfluß zwischen  $t = 1$  und  $t = 2$  bzw. Rückfluß zwischen  $t = 1$  und  $t = 3$ . In diesem Fall sind keine Rückflußbeträge als Daten gegeben. Daher werden Koeffizienten ( $u_{t1}$ ,  $t_2$ ) in diesen Gleichungen benutzt, die das Rückflußverhalten der jeweiligen Position in der folgenden Weise beschreiben. Zu  $t = 2$  ist zum Beispiel das Altgeschäft-Volumen (ALT1.2) einer Festsatzposition

$$(3.2-3) \quad \text{ALT1.2} = u_{1,2} * \text{NEU.1}$$

wobei der Koeffizient  $u_{1,2}$  ( $0 \leq u_{1,2} \leq 1$ ) den Teil des Neugeschäftsvolumens von  $t = 1$  (NEU.1) repräsentiert, der zu  $t = 2$  noch existiert (ALT1.2). In derselben Weise wird ALT1.3 mit NEU.1 verknüpft, und ganz entsprechend geschieht dies mit ALT2.3 und NEU.2 (vgl. Tab. 2). Für jede Festsatzposition kann eine feste Fälligkeit oder sogar eine Fälligkeitsverteilung durch bestimmte Werte für die Koeffizienten  $u_{t1}$ ,  $t_2$  ( $0 \leq u_{t1}$ ,  $t_2 \leq 1$ ) spezifiziert werden. Außerdem wird der Betrag des Gesamtvolumens (GESVOL. $t$ ) jeder Festsatzposition zu jedem Projektionszeitpunkt  $t$  durch eine Gleichung berechnet (vgl. Tab. 2). Für  $t = 1, 2, 3$  lauten diese Gleichungen

$$(3.2-4) \quad \text{GESVOL.1} = \text{ALT0.1} + \text{NEU.1}$$

$$(3.2-5) \quad \text{GESVOL.2} = \text{ALT0.2} + \text{ALT1.2} + \text{NEU.2}$$

$$(3.2-6) \quad \text{GESVOL.3} = \text{ALT0.3} + \text{ALT1.3} + \text{ALT2.3} + \text{NEU.3}$$

### 3. Zinsbindungsübersicht

Hinsichtlich der technischen Aspekte der Modell-Entwicklung und Modell-Handhabung ist der Aufwand für die Unterscheidung von Alt- und Neugeschäft für Festsatz-Positionen außerordentlich groß, insbesondere

dann, wenn eine große Anzahl von Projektionszeitpunkten verwendet wird. Dieser Aufwand ist aber gerechtfertigt, weil dies der einzige Weg zu sein scheint, um die Elastizität des Zinsüberschusses der Bank in bezug auf Änderungen des Marktzinsniveaus zu analysieren. Die Zinsbindungsübersicht, die nun beschrieben werden soll, ermöglicht einen ersten, aber noch nicht hinreichenden Schritt in diese Richtung.

Die Zinsbindungsübersicht umfaßt alle Aktiva einerseits und alle Passiva andererseits, sie ist aber ganz anders strukturiert als die Jahresbilanz. Das Kriterium für die Strukturierung ist in diesem Fall die Zinselastizität, also die Anpassungsfähigkeit der Zinssätze an Marktzinsänderungen. Die Entscheidungsvariablen, die das Geschäftsvolumen der Bank repräsentieren, werden zuerst in zwei Gruppen eingeteilt: Variable der Aktivseite und Variable der Passivseite. Die Variablen von jeder dieser beiden Gruppen werden im nächsten Schritt jeweils in fünf Untergruppen eingeteilt. Diese Untergruppen bestehen aus Variablen für

- (1) Festsatz-Altgeschäft
- (2) Festsatz-Neugeschäft
- (3) Festsatz-Geschäft ((1) + (2))
- (4) Geschäft zu variablem Zins und
- (5) Marktzins-unabhängiges Geschäft.

Entsprechend der Tatsache, daß das Planungsmodell für jeden Projektionszeitpunkt eine Bilanz entwickelt, enthält die Lösung des Modells Ergebnisse für Aktiva und Passiva, unterteilt nach den fünf genannten Untergruppen, und dies wiederum für jeden einzelnen Projektionszeitpunkt. Tab. 3 zeigt die Struktur der Zinsbindungsübersicht, die separat für Aktiva und Passiva aufgestellt wird, und sie zeigt insbesondere, welche Arten von Entscheidungsvariablen in den verschiedenen Untergruppen zusammengefaßt worden sind. Diese Aggregation der Variablen einer jeden Untergruppe und wiederum für jeden Projektionszeitpunkt  $t$  (vgl. Tab. 3) wird mit Hilfe von Gleichungen durchgeführt. Wenn diese Ergebnisse vorliegen, kann eine dritte Aufstellung leicht berechnet und gedruckt werden, die den Überhang der Aktiva über die Passiva, jeweils für die genannten fünf Untergruppen und für die einzelnen Projektionszeitpunkte, wiedergibt.

Aufgrund der Tatsache, daß das Modell, wiederum mit Hilfe von Gleichungen, die Zinsbeträge berechnet, die den Geschäftsvolumina der Zinsbindungsübersicht zugeordnet sind, können nun auch die Zinssätze leicht berechnet werden, die zu den volumensmäßigen Positionen der Zinsbindungsübersicht gehören. Nur für den Überhang, der im dritten Teil der Zinsbindungsübersicht verzeichnet ist, können keine sinnvollen Zinssätze berechnet werden.

Tabelle 3: Struktur der Zinsbindungsübersicht für Aktiva, Passiva und Überhang

Geschäftsvolumen	t = 0	t = 1	t = 2	t = 3
(1) Altes Festsatzvol.	$\sum_{l \in L} \text{STARTVOL}l^a$	$\sum_{l \in L} \text{ALT0}l1$	$\sum_{l \in L} \text{ALT0}l2$	$\sum_{l \in L} \text{ALT0}l3$
(2) Neues Festsatzvol.		$\sum_{l \in L} \text{NEU}l1$	$\sum_{l \in L} \text{ALT}l2$ $+ \sum_{l \in L} \text{NEU}l2$	$\sum_{l \in L} \text{ALT}l3$ $+ \sum_{l \in L} \text{ALT}2l3$ $+ \sum_{l \in L} \text{NEU}l3$
(3) Festsatzvol.	$\sum_{l \in L} \text{STARTVOL}l$	$\sum_{l \in L} \text{GESVOL}l1$	$\sum_{l \in L} \text{GESVOL}l2$	$\sum_{l \in L} \text{GESVOL}l3$
(4) Variables Vol.	$\sum_{j \in J} \text{STARTVOL}j$	$\sum_{j \in J} \text{GESVOL}j1$	$\sum_{j \in J} \text{GESVOL}j2$	$\sum_{j \in J} \text{GESVOL}j3$
(5) Marktzins-unabh. Vol.	$\sum_{n \in N} \text{STARTVOL}n$	$\sum_{n \in N} \text{GESVOL}n1$	$\sum_{n \in N} \text{GESVOL}n2$	$\sum_{n \in N} \text{GESVOL}n3$

a) Variablennamen: Vgl. Tab. 1 und 2.  
L = Indexmenge der Festsatzpositionen,  $l \in L$   
J = Indexmenge der Positionen mit variabler Verzinsung,  $j \in J$   
N = Indexmenge der Marktzins-unabhängigen Positionen,  $n \in N$ .



Die oben beschriebene Zinsbindungsübersicht beruht auf absoluten Zahlen für Geschäftsvolumina und Zinsbeträge. Um für Manager und Benutzer die Übersichtlichkeit der Ergebnisse zu verbessern, wird zusätzlich eine standardisierte Form der Zinsbindungsübersicht berechnet und ausgedruckt, in der die absoluten Geschäftsvolumina auf die Bilanzsumme, die Zinserträge der einzelnen Untergruppen auf die Gesamtsumme der Zinserträge und die Zinsaufwendungen der einzelnen Untergruppen auf die Gesamtsumme der Zinsaufwendungen bezogen sind. Aus naheliegenden Gründen wird das numerische Beispiel, das in Kap. V.2 angegeben wird, in dieser standardisierten Form vorgestellt.

#### *4. Berechnung des Zinsüberschusses für alternative Zinsszenarien*

Wie oben schon erläutert wurde, wird jede volumensbezogene Position der Zinsbindungsübersicht durch einen Zinsbetrag und einen Zinssatz ergänzt, die zu dieser Position gehören. Diese zinsbezogenen Informationen der Zinsbindungsübersicht betreffen hauptsächlich zukünftige Projektionszeitpunkte. Deshalb müssen Zinssätze für diese zukünftigen Projektionszeitpunkte als Daten generiert werden, so daß das Modell die zukunftsbezogenen Zinsbeträge berechnen kann, die in der Zinsbindungsübersicht verzeichnet sind.

Da es bisher geradezu unmöglich zu sein scheint, Niveau und Struktur der Zinssätze für alle Aktiv- und Passiv-Positionen mit akzeptablem Fehler zu prognostizieren (Dothan, 1978), haben wir auch von dem Versuch abgesehen. Statt dessen werden in enger Zusammenarbeit mit Managern der Bank, die das Modell verwendet, Zinsszenarien entwickelt. Es handelt sich hierbei um Manager, die ständig die Geld- und Kapitalmärkte beobachten, und die das Wissen der Bank bezüglich der Entwicklung der Zinssätze in allen relevanten Märkten am besten repräsentieren. Zusammen mit diesen Partnern wird ein Zinsszenario mit Zinsniveau, Zinsstruktur und zukünftiger Zinsentwicklung erarbeitet, dem die höchste Realisationswahrscheinlichkeit zugeordnet wird. Dies ist das Zinsszenario, das sich die Manager vorstellen, wenn sie die Dispositionen der Bank ausführen, unabhängig davon, ob sie ein Modell zu ihrer Unterstützung benutzen oder nicht. Dieses Zinsszenario kann natürlich, ex post betrachtet, erhebliche Fehler aufweisen. Daher werden zwei weitere Zinsszenarien entwickelt und bei einem Update in das Modell eingegeben, so daß die Sensitivität des Zinsüberschusses der Bank, die auf Spezifikationsfehler bei den Zinssätzen zurückgeht, mit Hilfe des Modells untersucht werden kann. In Kap. IV.2 wird gezeigt, wie die numeri-

schen Werte der Zinssätze, die zu den drei Zinsscenarien gehören, generiert werden.

Bei der Entwicklung von Zinsscenarien ist es besonders wichtig, daß die Manager, die hierbei mitwirken, numerisch explizit machen, was ihre tatsächlichen Erwartungen sind (erwartetes Szenario), und was sie für typische Bedrohungen halten (alternative Szenarien). Nur dann ist eine Erfassung des Zinsänderungsrisikos einer Bank wirklich sinnvoll. Andernfalls wäre es ein Zahlenspiel ohne jegliche Bedeutung.

Die Art des Zinssatzes, der jeder Aktiv- oder Passivposten und insbesondere jeder Entscheidungsvariablen zugeordnet wird, hängt von der Zinsflexibilität ab, die für diese Variable gilt. Bei Positionen mit variabler Verzinsung wird der Zinssatz für den Gesamtbetrag dieser Position mehr oder weniger ständig an den relevanten Marktzinssatz angepaßt. Daher werden diesen Positionen gemäß Tab. 4 Marktzinssätze zugeordnet.

Tabelle 4

Zinssätze für eine Position mit variabler Verzinsung

Zeit	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Variable	STARTVOL. <sup>a)</sup>	GESVOL.1	GESVOL.2	GESVOL.3
Zinssätze	$i_0^d$	$i_{k1}^m$	$i_{k2}^m$	$i_{k3}^m$

a) Variablennamen: Vgl. Tab. 1

$i_0^d$  = Durchschnittszinssatz von STARTVOL. in  $t = 0$

$i_{kt}^m$  = Marktzinssatz vom Zinsszenario  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) zur Zeit  $t$ .

Wie oben schon dargelegt wurde, werden Festsatzpositionen zu jedem Projektionszeitpunkt jeweils aufgespalten in eine Entscheidungsvariable für das Neugeschäft und eine oder mehrere Variable für das Altgeschäft. In diesem Fall müssen für die verschiedenen Komponenten einer einzigen Festsatzposition auch verschiedene Zinssätze verwendet werden. Die Zuordnung von verschiedenen Zinssätzen zu den verschiedenen Variablen, die zu einer Festsatzposition gehören, wird in Tab. 5 gezeigt. Das Startvolumen einer Position, beispielsweise einer Aktivposition, bringt einen Zinsertrag zu einem Durchschnittszinssatz  $i_0^d$  zur Zeit  $t = 0$ . Einige Zeit später, beispielsweise zu  $t = 1$ , ist von dem Startvolumen nur noch ein bestimmter Teil im Bestand, der im Modell mit ALT0.1 bezeichnet wird. Die Volumensdiffe-

renz ist abgeschmolzen, weil die Zinsbindungsfrist eines Teiles dieses Geschäftsvolumens zwischen  $t = 0$  und  $t = 1$  ausgelaufen ist. Dies bedeutet gleichzeitig, daß der Durchschnittszinssatz  $i_1^d$  für das verbleibende Altgeschäft ALT0.1 sich in gewissem Maße gegenüber dem Durchschnittszinssatz des Startvolumens  $i_0^d$  verändert haben kann. Aus demselben Grunde können auch die Zinssätze  $i_2^d$  und  $i_3^d$  für die Variablen ALT0.2 bzw. ALT0.3 gegenüber dem Durchschnittszinssatz  $i_0^d$  differieren. Allen anderen Variablen, die als Komponenten einer Festsatzposition zu betrachten sind, werden Marktzinssätze zugeordnet. Aufgrund der Tatsache, daß drei verschiedene Zinsszenarien für die Sensitivitätsanalyse verwendet werden, müssen diesen Variablen auch drei verschiedene Marktzinssätze zugeordnet werden. Betrachtet man zum Beispiel Termineinlagen mit einer Zinsbindungsfrist von 90 Tagen, dann werden der entsprechenden Variablen NEU.1 Zinssätze zugeordnet, die sich auf diese Geschäftsart zu  $t = 1$  und die drei verschiedenen Zinsszenarien beziehen. Der Variablen NEU.1 werden daher drei alternative Zinssätze ( $i_{k1}^m$ ,  $k = 1, \dots, 3$ ) zugeordnet. Diese Zinssätze werden gleichzeitig dem Altgeschäft zugeordnet, das von NEU.1 zu späteren Projektionszeitpunkten ALT1.2 bzw. ALT1.3) noch vorhanden ist. In dieser Weise werden auch allen übrigen Komponenten der jeweiligen Bilanzposition die Zinssätze zugeordnet.

Tabelle 5  
Zinssätze für eine Festsatzposition

Zeit	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Variable und Zinssatz	STARTVOL. <sup>a)</sup> $i_0^d$	ALT0.1 $i_1^d$	ALT0.2 $i_2^d$	ALT0.3 $i_3^d$
		NEU.1 $i_{k1}^m$	ALT1.2 $i_{k1}^m$	ALT1.3 $i_{k1}^m$
			NEU.2 $i_{k2}^m$	NEU2.3 $i_{k2}^m$
				NEU.3 $i_{k3}^m$

a) Variablennamen: Vgl. Tab. 2  
 $i_t^d$  = Durchschnittszinssätze für die Zeit  $t$   
 $i_{kt}^m$  = Marktzinssätze vom Zinsszenario  $k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) zur Zeit  $t$ .

In Kap. III.2 wurde schon erläutert, wie die Abschmelzung des Altgeschäfts und der Zugang des Neugeschäfts in das Modell integriert worden ist. Soeben wurde gezeigt, welche Art von Zinssätzen den verschiedenen Variablen zugeordnet werden. Damit sind nun Modellstrukturen verfügbar, die für die Analyse der Zusammenhänge zwischen der Altgeschäft-Abschmelzung und dem Neugeschäft-Zugang auf der einen Seite und den Zinssätzen auf der anderen Seite genutzt werden können, und der Zinsüberschuß der Bank kann in Abhängigkeit von drei verschiedenen Zinsszenarien berechnet werden.

#### **IV. Daten für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos**

Für die laufende Anwendung erfordert das Modell umfangreiche Datenbestände verschiedener Art. In diesem Zusammenhang möchten wir nur zwei verschiedene Arten von Eingabedaten besprechen, die für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos von besonderer Bedeutung sind.

##### *1. Daten für die Abschmelzung des Altgeschäfts der Bank*

Wie oben schon erwähnt, wurde das Konzept der Erfassung des Zinsänderungsrisikos, das in diesem Beitrag vorgestellt wird, im Rahmen einer Fallstudie entwickelt, die in Zusammenarbeit mit einer großen Geschäftsbank durchgeführt worden ist. Insbesondere bei der Besprechung der Eingabedaten muß auf diese Fallstudie Bezug genommen werden.

Zum Ende eines jeden Monats (Startzeitpunkt) stellt die betrachtete Bank einen Datenbestand für die Eingabe in das Modell bereit, der folgende Informationen für jede Bilanzposition enthält:

- in bezug auf den Startzeitpunkt
  - Geschäftsvolumen
  - Zinssatz
  - Zinsbetrag,
  - Abschmelzung des Geschäftsvolumens und zugeordneter Zinsbetrag für die Zeit zwischen dem Startzeitpunkt und zukünftigen Projektionszeitpunkten
- aufgrund von Zinsbindungsfristen, die in dem jeweiligen Zeitintervall ausgelaufen sind (diese Daten werden in der Bank durch EDV-Programme erfaßt),



- aufgrund von Terminverkäufen für Aktiva (diese Dateneingabe erfolgt manuell),
- Zunahme von Positionen zu zukünftigen Projektionszeitpunkten aufgrund des Terminkaufs von Aktiva (auch diese Dateneingabe erfolgt manuell).

Mit Hilfe dieses Datenbestandes kann der Benutzer nun für jede Bilanzposition und für jeden zukünftigen Projektionszeitpunkt den Betrag des verbleibenden Altgeschäfts (ALT0.1) und den Durchschnittszinssatz auf das verbleibende Altgeschäft ( $i_t^d$ ) berechnen. Daher berücksichtigt das Modell ausschließlich die Restlaufzeiten der Festsatzaktiva und -passiva, und bei jeder monatlich erfolgenden Aufdatierung des Modells werden auch die Restlaufzeiten für diese Positionen neu ermittelt. Die Struktur dieses Datenbestandes korrespondiert vollständig mit der Definition der Bilanzpositionen und Entscheidungsvariablen, auf denen auch das Modell beruht. Außerdem können die Positionen dieses Datenbestandes und gleichzeitig die Positionen und Entscheidungsvariablen des Modells problemlos den drei wichtigsten Untergruppen der Zinsbindungsübersicht zugeordnet werden: Festsatz-Positionen, Positionen mit variabler Verzinsung und Marktzins-unabhängige Positionen.

## *2. Zinsscenarien*

Das Planungsmodell, das für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos benutzt wird, gibt für jeden zukünftigen Projektionszeitpunkt eine Planbilanz aus. Für die Erstellung dieser Planbilanzen werden Zinssätze benötigt, die sich auf die einzelnen Projektionszeitpunkte und dann wiederum auf die verschiedenen Aktiv- und Passivpositionen beziehen. In Kapitel III.4 wurde die Art der erforderlichen Zinssätze und Zinsscenarien in konzeptioneller Form beschrieben. Im folgenden wird dargestellt, wie die numerischen Werte für die Zinssätze – und damit für die Zinsscenarien generiert werden.

Aufgrund der Tatsache, daß es keine operationale, zuverlässige und empirisch gesicherte Theorie gibt, die für die Prognose von Niveau und Struktur der Zinssätze genutzt werden könnte, wird für die Generierung der Zinsscenarien ein grober und pragmatischer Ansatz verwendet. Dieser Ansatz sollte wenigstens sicherstellen, daß die Struktur der Zinssätze, die sich auf einen bestimmten Projektionszeitpunkt beziehen, sinnvoll ist. Dies bedeutet auch, daß das zu entwickelnde Verfahren grundsätzlich auch in der Lage sein muß, inverse Zinsstrukturen zu berücksichtigen, wenn dies aufgrund der angenommenen Marktbedingungen erforderlich ist. Insbesondere in bezug

auf die Struktur der Zinssätze wurden Erfahrungen von Managern explizit gemacht.

Im Vergleich hierzu ist die Spezifizierung des Zinsniveaus offensichtlich noch viel schwieriger. Um das Verfahren, das bei der Generierung von Zinsszenarien verwendet wird, für den Benutzer transparent zu machen, wird der Lombardsatz der Deutschen Bundesbank als ein sehr allgemeiner und grober Indikator für das Zinsniveau benutzt. (Die Rolle des Indikators für die Verhältnisse am Geldmarkt hat sich inzwischen auf den Satz für Wertpapier-Pensionsgeschäfte der Deutschen Bundesbank verlagert.) Die Verwendung eines Indikators impliziert nichts in bezug auf Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen dem Indikator und anderen Zinssätzen, die für Aktiva und Passiva relevant sind. Der Vorteil des Indikators besteht einfach darin, daß er Managern gut bekannt ist, und daß sie intuitiv die Bewegungen des allgemeinen Zinsniveaus recht gut kennen, die mit den Bewegungen des Zinsindikators einhergehen. Dieser Indikator kennzeichnet das Zinsniveau in komprimierter, wenn auch grober Form.

Seit der Zinsfreigabe im Jahr 1967 hat die Deutsche Bundesbank ständig die Marktzinssätze für 18 verschiedene Bankaktiva und -passiva veröffentlicht. Diese Zinssätze werden hier als Eckzinssätze bezeichnet. Sie stellen Durchschnittswerte der Zinssätze dar, die eine Stichprobe von deutschen Banken der Bundesbank monatlich meldet. Die Beziehung zwischen jedem dieser Eckzinssätze als abhängige Variable und dem Lombardsatz als unabhängige Variable wurde mit Hilfe von Regressionsverfahren untersucht.

Einerseits war es schon im voraus klar, daß diese einzige unabhängige Variable für eine brauchbare Erklärung der abhängigen Variablen vollkommen unzureichend sein mußte. Auf der anderen Seite war auch klar, daß, wenn weitere unabhängige Variable in die Regressionsgleichungen eingeführt worden wären, Prognosen oder wenigstens Annahmen über diese weiteren unabhängigen Variablen erforderlich würden, wenn man diese Regressionsgleichungen für die Generierung von Zinsszenarien benutzte. Tatsächlich hätte die Einführung von einigen weiteren unabhängigen Variablen nicht zu Regressionsgleichungen mit befriedigendem Standardfehler geführt, weil die Eckzinssätze offenbar von einer sehr großen Zahl von anderen Variablen abhängen. Die einzigen Regressionsgleichungen dieser Art, die schließlich akzeptiert wurden, waren diejenigen für den Lombardsatz auf der einen Seite und die Ertragsraten für festverzinsliche Wertpapiere mit verschiedenen Restlaufzeiten auf der anderen Seite. Die Daten für diese Ertragsraten (Schätzwerte), die für diese Analyse benötigt werden, stellt die Deutsche Bundesbank für Restlaufzeiten von einem bis zu zehn Jahren bereit. In diesem Fall haben wir die Ertragsraten für festverzinsliche Wert-

papiere mit 1, 2, 5 und 10 Jahren Restlaufzeit verwendet. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse, die mit diesen Daten durchgeführt wurde, waren befriedigend, und die Regressionsgleichungen, die in dieser Weise spezifiziert wurden, sind sogar geeignet, um unter bestimmten ökonomischen Bedingungen inverse Zinsstrukturen zu generieren. Die oben erwähnten vier Ertragsraten sind Teil des Zinsscenarios, und die Zinssätze einer großen Zahl von Aktiva und Passiva mit einer gewissen Artverwandtschaft zu Wertpapieren werden später auf der Grundlage dieser Ertragsraten gebildet.

Um die Relationen zwischen dem Lombardsatz und den übrigen Eckzinssätzen zu spezifizieren, wurde das mentale Zinsstrukturmodell der Manager numerisch explizit gemacht. Auch hier wurde der Lombardsatz als Zinsindikator benutzt, und die Manager spezifizierten auf der Grundlage ihrer Erfahrung die Relationen zwischen diesem Satz und anderen Eckzinssätzen, wobei auf- und abwärtsgerichtete Zinstrends berücksichtigt wurden.

Die Relationen zwischen dem Lombardsatz und den verschiedenen Eckzinssätzen, die entweder durch Regressionsverfahren oder subjektiv durch die Manager spezifiziert werden, bilden ein einfaches Zinsmodell. Wenn ein bestimmter Wert für den Lombardsatz in dieses Modell eingegeben wird, kann man mit seiner Hilfe die numerischen Werte für alle übrigen Eckzinssätze berechnen. Ganz entsprechend berechnet man dann mit Hilfe aller Werte des Lombardsatzes, die zu den zukünftigen Projektionszeitpunkten gehören, ein vollständiges Zinsszenario. Tab. 6 zeigt zu jedem Zinsszenario ein numerisches Beispiel für die Zeitreihe des Lombardsatzes, der als grober Indikator für das Zinsniveau zu den verschiedenen Projektionszeitpunkten benutzt wird. Für jeden Wert des Lombardsatzes, der in Tab. 6 erscheint, berechnet das Zinsmodell einen Wert für alle 18 Eckzinssätze, so daß der Output des Zinsmodells aus drei verschiedenen Zinsscenarien besteht, dargestellt in Form von Werten für die Eckzinssätze.

Im nächsten Schritt werden nun Verbindungen hergestellt zwischen den einzelnen Aktiv- und Passivpositionen der Bank einerseits und einem oder mehreren Eckzinssätzen andererseits. Auch diese Relationen wurden in enger Zusammenarbeit mit Managern spezifiziert, die bei der Steuerung der verschiedenen Aktiva und Passiva mitwirken. In den meisten Fällen besteht der Zinssatz einer Aktiv- oder Passivposition aus einem Eckzinssatz und einer subjektiv spezifizierten additiven Konstanten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Spezifizierung der Zinssätze für die Aktiv- und Passivpositionen der Bank mit Bezug zu den zukünftigen Projektionszeitpunkten in einem dreistufigen Verfahren

Tabelle 6

**Werte des Lombardsatzes (in %) für drei Zinsscenarien**

Zeit	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Scenario 1	8	6,5	6	12
Scenario 2	8	12	12	8
Scenario 3	8	6,5	12	8

Scenario 1: Erwartetes Zinsszenario

Scenario 2: Erstes alternatives Zinsszenario

Scenario 3: Zweites alternatives Zinsszenario

erfolgt: Zuerst werden Werte für den Lombardsatz als grobe Indikatoren für das allgemeine Zinsniveau spezifiziert, das zu den verschiedenen Projektionszeitpunkten erwartet wird. Dann werden mit Hilfe des Zinsmodells Schätzwerte für 18 Eckzinssätze berechnet, die jeweils zu einem bestimmten Wert für den Lombardsatz und damit zu einem bestimmten Projektionszeitpunkt gehören. Schließlich werden die Zinssätze für die individuellen Aktiv- und Passivpositionen der Bank von den Schätzwerten für die Eckzinssätze abgeleitet, wobei additive Konstanten benutzt werden, insbesondere um die speziellen Marktgegebenheiten der betrachteten Bank zu berücksichtigen.

Die Benutzung eines einfachen Praktiker-Zinsmodells erscheint gerechtfertigt, solange operationale Modelle mit einer besseren theoretischen und empirischen Fundierung nicht verfügbar sind. Die Aktiv-Passiv-Steuerung ist in der Vergangenheit auf der Grundlage der Erfahrungen der Praktiker durchgeführt worden, und auf diese Erfahrung wird man sich auch in Zukunft stützen müssen, solange bessere Theorien und Modelle nicht zur Verfügung stehen.

Konsistenz innerhalb der Zinsstruktur der verwendeten Sätze ist für das lineare Optimierungsmodell, das für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos benutzt wird, von besonderer Bedeutung, weil die Lösungen derartiger Modelle hauptsächlich auf den Relationen und weniger auf den absoluten Werten der Zielfunktionskoeffizienten beruhen, hier also auf den Relationen der Zinssätze zueinander. Dennoch beeinflussen Fehler bei der Eingabe des erwarteten Zinsniveaus, hier repräsentiert durch den Lombardsatz als Indikator, immer noch recht ernsthaft die Lösung des Modells, hauptsächlich die inter-temporale Abstimmung von Aktiva und Passiva. Dieser Effekt



würde nur dann verschwinden, wenn der Benutzer des Modells vollkommene Information in bezug auf das Zinsniveau hätte.

## **V. Modellgestützte Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos**

Bisher wurde die Struktur des Modells und die Beschaffung der Daten, die für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos erforderlich sind, im Grundsatz beschrieben. Jetzt soll gezeigt werden, wie das Modell angewandt werden kann, um das Zinsänderungsrisiko einer Bank zu erfassen und zu steuern. Hierzu wird in Kapiteln V.2 und V.3 ein numerisches Beispiel vorgestellt.

### *1. Ein Scenario mit tiefgreifenden Zinssatz-Änderungen*

In der Bankpraxis werden Entscheidungen der Aktiv-Passiv-Steuerung auf der Grundlage des erwarteten Zinsscenarios getroffen. Wie oben schon erwähnt wurde, geschieht dies unabhängig davon, ob ein Modell benutzt wird oder nicht. Wir nehmen jetzt an, daß eine Bank, die sich bisher auf das erwartete Zinsszenario verlassen hat, plötzlich und unerwartet mit einem völlig anderen Zinsszenario konfrontiert ist. Abb. 1 zeigt ein numerisches Beispiel für ein erwartetes Zinsszenario sowie zwei alternative Zinsscenarien. Außerdem zeigt sie die Zeitreihen des Lombardsatzes für den Fall, daß nach  $t = 1$  ein Wechsel vom erwarteten zum zweiten alternativen Zinsszenario stattfindet. Wie reagiert nun der Zinsüberschuß der Bank, wenn ein derartiger Zinsszenario-Wechsel stattfindet, und welche Korrekturmaßnahmen sind unter Berücksichtigung des Altgeschäfts, das bis zum Zinsszenario-Wechselpunkt abgeschlossen worden ist, jetzt noch möglich?

### *2. Benutzung der Zinsbindungsübersicht der Bank*

Wie oben schon beschrieben wurde, führt die Lösung des Modells zu einer Bilanzübersicht und einer Zinsbindungsübersicht für jeden zukünftigen Projektionszeitpunkt. Die Zinsbindungsübersicht ist vollkommen anders strukturiert als die Bilanzübersicht. Getrennt nach Aktiva, Passiva und Aktiv-Überhang wird die Entwicklung der folgenden fünf Positionen spezifiziert, wie in Tab. 7 gezeigt wird:

- (1) Altes Festsatzgeschäft
- (2) Neues Festsatzgeschäft
- (3) Festsatzgeschäft



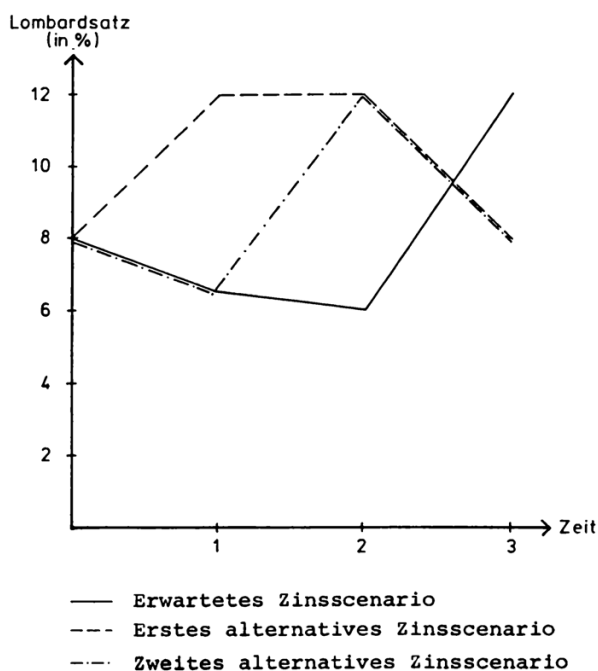


Abb. 1: Numerisches Beispiel für drei Zinsscenarien

- (4) Geschäft zu variablem Zins und
- (5) Marktzins-unabhängiges Geschäft.

Zu jeder Position der Zinsbindungsübersicht sind zwei Angaben verfügbar, das Geschäftsvolumen und der zugehörige Durchschnittszinssatz. In unserem numerischen Beispiel (Tab. 7) sind nur die Angaben für das Geschäftsvolumen enthalten, und diese sind normiert auf die Bilanzsumme des jeweiligen Projektionszeitpunkts. Tab. 7 besteht aus drei Hauptsegmenten, das erste für Aktiva, das zweite für Passiva und das dritte für den Aktiv-Überhang. Die erste Zeile jedes Segments zeigt die zukünftige Entwicklung des alten Festsatzgeschäfts, das zur Startzeit ( $t = 0$ ) schon existiert hat. Definitionsgemäß kann dieses Geschäftsvolumen nur abnehmen. Auf der Aktivseite nimmt es beispielsweise von 45,0% auf 4,3% der Bilanzsumme von  $t = 0$  bis  $t = 3$  ab. Aufgrund von Maßnahmen, die das Planungsmodell vorgesehen hat, wird dieses alte Festsatz-Geschäftsvolumen durch neues hereinkommendes Festsatzgeschäft ergänzt, das an den verschiedenen Projektionszeitpunkten abgeschlossen wird. Zeile 3 der drei Segmente von

Tabelle 7

**Zinsbindungsübersicht**  
(Numerisches Beispiel, Zahlenangaben in % der Bilanzsumme)

Segment	Geschäftsvolumen	Zeit			
		$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
Aktiva	(1) Altes Festsatzvolumen	45,0	41,0	27,4	4,3
	(2) Neues Festsatzvolumen	–	5,3	18,9	30,7
	(3) Festsatzvolumen	45,0	46,3	46,3	35,0
	(4) Variables Volumen	46,5	45,9	46,4	57,7
	(5) Markzinsunab. Volumen	8,5	7,8	7,3	7,3
Passiva	(1) Altes Festsatzvolumen	23,5	17,1	8,7	1,0
	(2) Neues Festsatzvolumen	–	3,1	19,3	28,0
	(3) Festsatzvolumen	23,5	20,2	28,0	29,0
	(4) Variables Volumen	65,2	68,7	61,1	60,0
	(5) Markzinsunab. Volumen	11,3	11,1	10,9	11,0
Überhang	(1) Altes Festsatzvolumen	21,1	23,6	18,6	3,2
	(2) Neues Festsatzvolumen	–	2,2	–0,7 <sup>a)</sup>	2,3
	(3) Festsatzvolumen	21,1	25,8	17,9	5,5
	(4) Variables Volumen	–19,7	–24,0	–15,8	–3,2
	(5) Markzinsunab. Volumen	– 3,0	– 3,6	– 3,8	–3,9

<sup>a)</sup> Aktiv-Überhang (+), Passiv-Überhang (–).

Tab. 7 gibt einfach nur die Summe des Festsatz-Geschäftsvolumens an. Die Informationen zum Festsatzgeschäft scheinen den wichtigsten Teil von Tab. 7 auszumachen. Nicht nur aus Gründen der Vollständigkeit findet man in den Zeilen 4 und 5 aller drei Segmente von Tab. 7 die entsprechenden Informationen zum Geschäft mit variablem Zins und zum Marktzins-unabhängigen Geschäft.

Das Überhang-Segment der Zinsbindungsübersicht (Tab. 7) zeigt, daß die betrachtete Bank in diesem numerischen Beispiel einen ausgeprägten Aktiv-Überhang hat. Ganz entsprechend tritt daher ein ausgeprägter Passiv-Überhang im Geschäft mit variabler Verzinsung auf. Diese Überhang-Informationen sind ein erster Indikator für die Existenz von Zinsänderungsrisiko. In diesem Beispiel ist der Festsatz-Aktivüberhang im Zeitablauf nicht konstant.

Selbst in dem Fall, daß die Bank über den ganzen Planungshorizont den Festsatz-Überhang nahezu auf Null halten könnte, wäre das Festsatzgeschäft insgesamt nicht notwendigerweise frei von Zinsänderungsrisiko. Dies beruht darauf, daß zu bestimmten Projektionszeitpunkten die Restlaufzeitverteilung innerhalb des Gesamtbetrages der Festsatz-Aktiva erheblich von der korrespondierenden Verteilung für die Festsatz-Passiva abweichen kann. Daher ist ein minimaler Festsatz-Überhang eine notwendige aber noch nicht hinreichende Bedingung für das Nichtbestehen von Zinsänderungsrisiko. Für eine endgültige Erfassung des in einer Bankbilanz enthaltenen Zinsänderungsrisikos sind Sensitivitätsanalysen entsprechend Kapitel V.3 erforderlich.

Wenn die Bank versuchen würde, ihren Festsatz-Überhang auf Null zu bringen, käme sie bei der Realisierung in ernsthafte Schwierigkeiten, weil die Nachfrage ihrer Kunden nach Leistungen, die auf Aktiv- und Passivseite zu Festsatzgeschäft und zu Geschäft mit variablem Zins führen, nicht ausgeglichen ist. Wenn die Bank daher in gewissem Umfang Zinsänderungsrisiko akzeptieren muß, ist es wichtig, daß der Umfang des Zinsänderungsrisikos festgestellt wird, das von einem bestimmten Festsatz-Überhang ausgeht. Der Überhang selbst, definiert als Geschäftsvolumen, gibt offenbar nur einen Anhaltspunkt für das Zinsänderungsrisiko der Bank. Das Zinsänderungsrisiko beruht sowohl auf dem Volumen des Festsatz-Überhangs als auch auf den Unterschieden zwischen den Restlaufzeitverteilungen von Festsatzaktiva und -passiva und auf den Anpassungsentscheidungen, die die Bank als Reaktion auf Zinsänderungen treffen kann.

Die Zinsbindungsübersicht stellt notwendige, aber noch nicht hinreichende Informationen über das Zinsänderungsrisiko der Bank zur Verfügung. Daher wird ein Verfahren benötigt, das es dem Benutzer erlaubt, die Sensitivität des Zinsüberschusses in bezug auf plötzlich und unerwartet auftretende Veränderungen des Zinsscenarios auszuloten. Dadurch kann die Evaluierung einer stark unausgeglichene Zinsbindungsübersicht auf der Ebene des Zinsüberschusses erfolgen.

### *3. Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse: Durch plötzlich und unvorhergesehen auftretende Änderungen des Zinsscenarios ausgelöste Veränderungen des Zinsüberschusses*

Für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos wäre eine einzige Sensitivitäts-Auswertung unzureichend. Der Benutzer des Modells muß daher eine ganze Anzahl von Sensitivitäts-Auswertungen durchführen, so daß die

Gesamtheit der Ergebnisse, insbesondere bezüglich des Zinsüberschusses, einen brauchbaren Eindruck vom Zinsänderungsrisiko der Bank vermittelt.

Jede einzelne Sensitivitäts-Auswertung erfordert zwei Modellläufe. Durch den ersten Lauf, den wir als dynamisch bezeichnen, wird die Lösung für das Modell berechnet, bei dem die Zinssätze für das erwartete Zinsszenario als Zielfunktions-Koeffizienten benutzt werden. Durch den zweiten Lauf, den wir als sequentiell bezeichnen, wird wieder eine Lösung für das Modell berechnet, aber vor diesem Lauf muß ein ganz erheblicher Teil der Eingabedaten verändert werden. Bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Wechsel des Zinsscenarios eintritt (Zinsszenario-Wechselpunkt), werden die Zinssätze des erwarteten Szenarios als Zielfunktions-Koeffizienten verwendet, und die Lösung des Modells (Werte der Entscheidungsvariablen) wird durch Bounds fixiert, die der Lösung des dynamischen Laufes entnommen werden. Dadurch wird sichergestellt, daß bis zum Zinsszenario-Wechselpunkt die Lösung eines sequentiellen Laufes der Lösung des dynamischen Laufes genau gleicht. Für die Zeit nach dem Zinsszenario-Wechselpunkt werden im sequentiellen Lauf die Zinssätze eines spezifizierten alternativen Zinsscenarios als Zielfunktions-Koeffizienten verwendet, und auch die Marktbedingungen werden verändert, so daß sie mit den Zinssätzen des alternativen Zinsscenarios korrespondieren. Im Idealfall könnten diese Relationen zwischen Zinssätzen und anderen unabhängigen Variablen einerseits und dem Volumen von Krediten und Einlagen der verschiedenen Art andererseits durch Marktreaktionsfunktionen beschrieben und in das Modell integriert werden.

Dieses zweistufige Verfahren für eine einzige Sensitivitäts-Auswertung hat die folgenden Wirkungen: Entsprechend der Entscheidungssituation in der Realität kann sich das Modell nicht langfristig auf einen Wechsel des Zinsscenarios vorbereiten. Im Gegenteil, im dynamischen Lauf kennt das Modell keinen zukünftigen Zinsszenario-Wechsel. Für die bevorstehende Zeit plant es Neugeschäft im dynamischen Lauf, und auch in der Realität würde die Bank in dieser Situation Neugeschäft abschließen. Am Zinsszenario-Wechselpunkt, der vom Benutzer des Modells vorgegeben wird, ist das Neugeschäftsvolumen, das für die Zeit seit dem Startzeitpunkt geplant worden ist, im Bestand, und es muß durch das Modell auch als Datum behandelt werden. Zu diesem Zeitpunkt mag die Bank bedauern, daß sie dieses Neugeschäftsvolumen in der Vergangenheit unter anderen Zinserwartungen abgeschlossen hat. Für die Zukunft jedoch, und das bedeutet bis zum Ende der jeweiligen Zinsbindungsfristen, besteht dieses Neugeschäftsvolumen, und das Modell muß dies berücksichtigen, ebenso wie die Bank dies in der Realität berücksichtigen müßte.

Schließlich muß noch erwähnt werden, daß das Modell nach dem Zinsszenario-Wechsellpunkt im Rahmen der Optimierung noch gewisse Möglichkeiten hat, um das Aktiv- und Passivgeschäft der Bank an die veränderte Situation anzupassen. Daher wird die Lösung des sequentiellen Laufes, der ja auch unter diesen veränderten Bedingungen einen maximalen Zinsüberschuß anstrebt, einige Dispositionen für die neue Situation vorschlagen, die in der Lösung des dynamischen Laufes, dem ja das erwartete Zinsszenario zugrundelag, nicht enthalten waren. Dieses Verfahren der Sensitivitäts-Auswertung soll mit Hilfe der Modellanalyse die wichtigsten Aktionen einer Bank und die Konsequenzen, die diese Aktionen in der Realität haben würden, nachvollziehen.

Tab. 8 zeigt einige numerische Ergebnisse, die mit diesem zweistufigen Verfahren erzielt worden sind. Bezüglich der Spalten besteht Tab. 8 hauptsächlich aus drei Sektionen: Modellauf, Zinsszenario und Zeit. Der Modelllauf kann entweder eine Grundrechnung (G) oder eine Alternativrechnung (A) sein. Die Grundrechnung beruht auf einem vollständigen Datensatz der Bank zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Vergangenheit. Die Ergebnisse dieses Laufes werden als eine Art Referenzpunkt für die Alternativrechnung benutzt. Als diese Analyse durchgeführt wurde, erwog die Geschäftsleitung der Bank ein begrenztes Sonderangebot von Festsatzkrediten mit einer Zinsbindungsfrist von vier Jahren, das Kunden gemacht werden sollte, die nach einer Hochzinsphase mit ihren variabel verzinslichen Finanzierungen sehr unzufrieden waren. Durch die folgende Alternativrechnung wurde die Lösung einschließlich dieses Sonderangebotes (A) und die Vergleichrechnung (V) der Ergebnisse der Alternativrechnung (A) mit den Ergebnissen der Grundrechnung (G) berechnet. Außerdem kann jeder Modellauf (Grundrechnung oder Alternativrechnung) entweder dynamisch (D) oder sequentiell (S) sein. Die Zinsszenarien werden mit Ziffern bezeichnet: Nr. 1 ist das erwartete Zinsszenario, Nr. 2 und Nr. 3 sind das erste und zweite alternative Zinsszenario. Auf Wunsch werden die Differenzen zwischen der Lösung eines Modellaufes und der Lösung eines vorhergehenden Laufes berechnet und als Reaktionsbilanz ausgegeben.

Das Hauptfeld von Tab. 8 zeigt einen normierten Wert für den Zinsüberschuß für jeden Modellauf und Projektionszeitpunkt. Die dynamische (D) Grundrechnung (G) für das erwartete Zinsszenario (Zeile 1) wird als Bezugsgrundlage verwendet, und daher sind die normierten Werte für den Zinsüberschuß für diesen Lauf mit 100 angegeben. Außerdem ist der Wert für den Startzeitpunkt ( $t = 0$ ) gleich 100 für alle Läufe. Aus naheliegenden Gründen können die absoluten Werte für den Zinsüberschuß der Bank hier nicht angegeben werden. Zum besseren Verständnis der Ergebnisse wird auf



**Tabelle 8: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse**  
Normierter Zinsüberschuß in Abhängigkeit von verschiedenen Zinsszenarien und Szenario-Wechselvorgängen (Numerisches Beispiel)

Zeile	Modell-Lauf		Zinsszenario <sup>f)</sup>	Zeit		
	Problem	Typ		t = 0	t = 1	t = 2
1	G <sup>a)</sup>	D <sup>d)</sup>	1, 1, 1	100	100	100
2	G	S <sup>e)</sup>	1 // 3, 3 <sup>g)</sup>	100	100	97,4
3	G	D	2, 2, 2	100	93,2	102,3
4	A <sup>b)</sup>	D	1, 1, 1	100	96,9	98,0
5	A	S	1 // 3, 3	100	97,0	90,0
6	A	D	2, 2, 2	100	88,6	97,6
7	V <sup>c)</sup>	D	1, 1, 1	0	-3,1	-2,0
8	V	S	1 // 3, 3	0	-3,0	-7,4
9	V	D	2, 2, 2	0	-4,6	-4,7

a) Grundrechnung. – b) Alternativrechnung. – c) Vergleichsrechnung. – d) Dynamische Rechnung. – e) Sequentielle Rechnung. – f) Folge der Zinsszenarien für t = 1, 2, 3. – g) Zinsszenario-Wechsel nach t = 1 vom erwarteten zum zweiten alternativen Zinsszenario.

Abb. 1 verwiesen, in der die verschiedenen Zinsszenarien und die betrachteten Zinsszenario-Wechselsituationen dargestellt sind. Zeile 2 von Tab. 8 zeigt, was geschieht, wenn im Fall der Grundrechnung das Zinsszenario nach  $t = 1$  vom erwarteten zum zweiten alternativen Szenario übergeht, wenn also das Zinsniveau stark ansteigt. In diesem Fall sinkt der Zinsüberschuß auf 97,4 zu  $t = 2$  und 74,5 zu  $t = 3$ . Dies beruht darauf, daß das Modell im dynamischen Lauf geplant hat,  $t = 2$  einen großen Betrag langfristiger Festsatz-Finanzierungsmittel aufzunehmen, wenn das Zinsniveau in dem angenommenen erwarteten Zinsszenario am niedrigsten ist. Im Falle des Wechsels des Zinsszenarios nach  $t = 1$  (Zeile 2) wird diese Chance versäumt, und es wird nun angenommen, daß das Zinsniveau schnell und stark ansteigt. Die Wirkung ist zu  $t = 2$  noch klein und zu  $t = 3$  recht groß. Zeile 3 zeigt, was geschieht, wenn Zinsszenario Nr. 2 vom Startzeitpunkt an gelten würde.

Die Zeilen 4 - 6 zeigen die entsprechenden Ergebnisse für die Alternativrechnung (A), und die Zeilen 7 - 9 lassen für verschiedene Zins-Konstellationen den Unterschied zwischen der Alternativrechnung (Sonderangebot) und der Grundrechnung (G) erkennen. Diese Analyse zeigt insbesondere, daß im Fall eines Zinsszenario-Wechsels nach  $t = 1$  (Zeile 8) das Sonderangebot zu  $t = 2$  zu einer Verminderung des Zinsüberschusses der Bank um 7,4 führen würde. Dies war absolut ein ganz erheblicher Betrag, und dies war zugleich einer der Gründe, weshalb die Geschäftsleitung von dem Sonderangebot schließlich doch Abstand genommen hat, weil sie einen nahe bevorstehenden Wechsel vom erwarteten zum alternativen Zinsszenario nicht ausschließen wollte.

Tab. 8 sollte als Beispiel für die numerischen Ergebnisse betrachtet werden, die erzielt werden können, wenn das Modell benutzt wird, um das Zinsänderungsrisiko der Bank mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse auszuloten. Es wurde ja oben schon erläutert, daß zu jeder Zeile von Tab. 8 eine vollständige Lösung des Modells gehört. Wenn das Modell eingesetzt wird, wäre es vollkommen unzureichend, wenn man nur diese auf den Zinsüberschuß bezogenen Ergebnisse betrachten würde. Gleichzeitig müßte man untersuchen, welche Dispositionen vom Modell vorgeschlagen werden, so daß diese Zinsüberschußwerte auch tatsächlich eintreten.

#### *4. Modellgestützte Steuerung des Zinsänderungsrisikos der Bank*

Die Erfassung des Zinsänderungsrisikos der Bank mag beispielsweise ergeben, daß dieses Risiko verhältnismäßig hoch ist, und daß die Geschäftsleitung es gern reduzieren würde. Daher soll gezeigt werden, wie das Modell

benutzt werden kann, um Aktiv-Passiv-Dispositionen zu entwickeln, so daß das gewünschte niedrigere Niveau für das Zinsänderungsrisiko erreicht wird. Wie oben schon erläutert worden ist, enthält das Modell Gleichungen für die Berechnung des Volumens des Festsatzgeschäfts, des Geschäfts zu variabler Verzinsung und des Marktzins-unabhängigen Geschäfts, jeweils getrennt für Aktiva, Passiva und Überhang. Tatsächlich geht ein Teil des Zinsänderungsrisikos der Bank auf ihr Geschäft zu variablem Zins zurück, aber es erscheint ganz eindeutig so zu sein, daß der Hauptteil dieses Risikos durch den Festsatzüberhang verursacht wird. Daher liegt es nahe, daß man den Festsatzüberhang im Modell begrenzt, um das Zinsänderungsrisiko zu vermindern.

Diese Art der Steuerung des Zinsänderungsrisikos kann durch folgendes iteratives Verfahren erfolgen:

- (1) Dynamischer Modellauf
- (2) Sequentielle Modelläufe für verschiedene Formen des Zinsszenario-Wechsels
- (3) Wenn das Zinsänderungsrisiko für die Geschäftsleitung akzeptabel ist: Übergang nach (5)
- (4) Sonst: Veränderung der Obergrenze für den Festsatzüberhang und Fortsetzung mit (1)
- (5) Stop

In dem obigen iterativen Verfahren erfolgt die Auslotung des Zinsänderungsrisikos der Bank in Schritt (2). Wenn das Zinsänderungsrisiko für zu groß gehalten wird, kann es nicht dadurch reduziert werden, daß man direkt eine Maßgröße für das Zinsänderungsrisiko mit einer Obergrenze versieht. Das Zinsänderungsrisiko kann durch das Modell nur auf indirektem Wege verändert werden, indem Obergrenzen für den Festsatzüberhang eingeführt werden. Wenn dies geschehen ist, muß das Zinsänderungsrisiko noch einmal unter diesen zusätzlichen Restriktionen ausgelotet werden. Daher sind wiederum ein dynamischer und mehrere sequentielle Modelläufe erforderlich, so daß schließlich Ergebnisse erreicht werden, die von der Geschäftsleitung der Bank akzeptiert werden können.

## **VI. Abschließende Bemerkungen**

Das Modell, das für die Erfassung des Zinsänderungsrisikos benutzt wird, ist ein umfassendes Modell für alle Aktiva und Passiva einer Bank. Ein Modell dieser Art muß in gewissem Sinne verhältnismäßig grob strukturiert

sein, weil es sonst aus technischen Gründen möglicherweise nicht mehr handhabbar wäre. Andererseits kann es sinnvoll sein, zusätzliche Modelle zu entwickeln, die nur einen Teil der Aktiva und Passiva umfassen, dies aber in größerer Detaillierung. Solche Teilmodelle könnten zum Beispiel für die Feindisposition des Bestandes an festverzinslichen Wertpapieren benutzt werden.

Die beiden genannten Modelltypen würden aber nicht unabhängig voneinander eingesetzt. Sie würden integriert in eine Modellhierarchie, wobei das umfassende Modell zu aggregierten Ergebnissen führt, die als Dateneingabe und möglicherweise als Restriktionen für das Teilmodell benutzt werden könnten. Dieses Teilmodell könnte dann seinerseits viel detailliertere Pläne für ein eng abgegrenztes Anwendungsgebiet wie zum Beispiel Portfolio-Management entwickeln. Aber die Entwicklung des umfassenden Modells ist schon mit erheblichen Kosten und großem Zeitaufwand verbunden, und daher wäre der Aufwand für eine derartige Modellhierarchie noch größer.

Der gesamte Beitrag hat erkennen lassen, daß auch das umfassende Modell nur benutzt werden kann, wenn in großem Umfang von der EDV Gebrauch gemacht wird. Das Modell selbst ist auf einer sehr großen Datei gespeichert. Für die Aufdatierung des Modells wird ein umfangreiches Programm (Matrix-Generator) benutzt, der verschiedene Eingabedateien einliest, und der die Koeffizienten des Modells verändert, so wie der Benutzer es wünscht. Wenn dies geschehen ist, können mit Hilfe eines Standardprogramms für lineare Optimierung Lösungen für das Modell berechnet werden. Das Standardprogramm gibt Lösungen in einem Format aus, das für den Gebrauch in der Praxis vollkommen ungeeignet ist. Daher wird ein weiteres Programm für die Interpretation der Lösung (Listen-Generator) eingesetzt, so daß die Lösung in einer Form gedruckt werden kann, mit der die Praktiker vertraut sind. Außerdem kann die Lösung einer Grundrechnung auf einer Datei abgelegt werden, so daß die Lösung einer nachfolgenden Alternativrechnung mit den Ergebnissen der Grundrechnung verglichen werden kann. In einer Reaktionsbilanz werden dann nur solche Bilanzpositionen ausgegeben, die sich in der Alternativrechnung, verglichen mit der Grundrechnung, verändert haben. Und sogar die Interaktion von dynamischen und sequentiellen Modellläufen, hauptsächlich der Wechsel der Zielfunktionskoeffizienten und Marktrestriktionen, wird durch Programme ausgeführt. Abhängig vom Wert eines bestimmten Steuerungsparameters legt der Listengenerator die optimalen Werte von einigen Variablen auf einer Datei ab. Anschließend ändert der Matrixgenerator parametergesteuert die Zielfunktionskoeffizienten und Marktbedingungen für den folgenden

sequentiellen Modellauf. Dies gibt einen gewissen Eindruck von dem EDV-System, das benutzt wird, um das Modell zu betreiben und damit das Zinsänderungsrisiko einer Bank zu erfassen und zu steuern.

### **Literaturverzeichnis**

*Dothan, L. U.* (1978): "On the Term Structure of Interest Rates", *Journal of Financial Economics* 6, 59 - 69. – *Macaulay, F. R.* (1938): "Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates, Bond Yields and Stock Prices in the United States since 1856", New York. – *Meyer zu Selhausen, H.* (1977): "Commercial Bank Balance Sheet Optimization – A Decision Model", *Journal of Banking and Finance* 1, 119 - 142. – *Rudolph, B.* (1979): „Zinsänderungsrisiken und die Strategie der durchschnittlichen Selbstliquidationsperiode“, *Kredit und Kapital* 12, 181 - 205. – *Schmidt, H.* (1981): „Wege zur Ermittlung und Beurteilung der Marktzinsrisiken von Banken“, *Kredit und Kapital* 14, 249 - 286. – *Uhlir, H. und Steiner, P.* (1983): „Analyse anleihespezifischer Risiken“, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 53, 632 - 657.

### **Zusammenfassung**

#### **Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos einer Bank mit Hilfe eines Modells der Aktiv-Passiv-Koordination**

Für die Erfassung und Steuerung des Zinsänderungsrisikos einer Bank wird ein Modell der Aktiv-Passiv-Koordination benutzt, das in enger Zusammenarbeit mit einer großen deutschen Geschäftsbank entwickelt worden ist. Mit Hilfe dieses Modells wird die Sensitivität des Zinsüberschusses einer Bank in bezug auf plötzlich und unvorhergesehen eintretende Veränderungen des Zinsszenarios untersucht. Außerdem wird ein modellgestütztes Verfahren für die Steuerung des Zinsänderungsrisikos durch die Geschäftsleitung der Bank vorgeschlagen. Die Generierung alternativer zukünftiger Zinsszenarien erfolgt in pragmatischer Weise. Die übrigen Daten, die das Modell erfordert, stehen den Geschäftsbanken üblicherweise zur Verfügung.

### **Summary**

#### **Recording and managing a Bank's Interest Variation Risk on the Basis of an Assets/Liabilities Coordination Model**

A bank's interest variation risk has been recorded and managed on the basis of an assets/liabilities coordination model developed in close cooperation with a large German commercial bank. With the help of this model the sensitivity of a bank's interest surplus to sudden and unpredictable changes in the interest scenario has been studied. Furthermore, a proposal has been made for a model-based procedure



enabling the bank's directors to manage the interest variation risk. Future alternative interest scenarios have been generated in a pragmatic way. The other data required for the model are usually available to commercial banks.

## Résumé

### **Enregistrement et contrôle du risque de changement des taux d'intérêt d'une banque à l'aide d'un modèle de la coordination de l'actif et du passif**

Pour enregistrer et contrôler le risque de changement des taux d'intérêt d'une banque, l'auteur se sert d'un modèle de la coordination de l'actif et du passif qui a été développé en étroite collaboration avec une grande banque commerciale allemande. À l'aide de ce modèle, il examine comment l'excédent d'intérêts d'une banque réagit face à des changements soudains et imprévus du scénario des taux d'intérêt. En outre, un procédé appuyé sur le modèle est proposé pour le contrôle du risque des changements des taux d'intérêt par la direction commerciale d'une banque. La génération de scénarios d'intérêts futurs alternatifs se fait de façon pragmatique. Les autres données que le modèle requiert sont en général à la disposition des banques commerciales.