Risikogestaltung von Kreditinstituten mit Finanzderivaten

DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktor rerum politicarum
(Dr. rer. pol.)

an der
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Dortmund

Lehrstuhl für Investition und Finanzierung
Prof. Dr. Jack Wahl

vorgelegt von

Dipl.-Wirt.-Math. Frank Steinhoff

Dortmund, 13.04.2005

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Problemstellung und finanzwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Kreditinstitute[1] erfüllen neben den Finanzmärkten zahlreiche Aufgaben in einer Volkswirtschaft und nehmen aus diesem Grund eine zentrale Stellung ein. In der einfachsten Betrachtungsweise sorgen Banken durch die Entgegennahme von Einlagen und die Vergabe von Krediten für eine Zusammenführung von Kapitalgebern und Kapitalnehmern, um Angebot und Nachfrage nach Kapital auszugleichen. Kapitalgeber sind Personen oder Institutionen, die Zahlungsmittelüberschüsse zur Anlage bereitstellen, während als Kapitalnehmer Personen oder Institutionen bezeichnet werden, die Zahlungsmittel nachfragen.[2] Neben diesen Tätigkeiten eines Finanzintermediärs im engeren Sinne[3], bei der die Bank selbst als Marktteilnehmer auftritt, sorgen Banken im Sinne eines Finanzintermediärs im weiteren Sinne[4], z. B. durch den Eigenhandel mit Eigen- und

[1]Der Begriff Kreditinstitut oder synonym Bank wird in § 1 Abs. 1 des Kreditwesengesetzes (KWG) definiert. Demnach sind Kreditinstitute Unternehmen, die Bankgeschäfte gewerbsmäßig oder in einem Umfang betreiben, der einen in kaufmännischer Weise eingerichteten Geschäftsbetrieb erfordert. Bankgeschäfte sind das Einlagengeschäft, das Kreditgeschäft, das Diskontgeschäft, das Finanzkommissionsgeschäft, das Depotgeschäft, das Investmentgeschäft, das Revolvinggeschäft, das Garantiegeschäft, das Girogeschäft, das Emissionsgeschäft, das Geldkartengeschäft und das Netzgeldgeschäft.

[2]Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 2.

[3]Im US-amerikanischen Sprachgebrauch wird dieser Tätigkeitsbereich als Commercial Banking bezeichnet. Neben Leistungen wie bspw. dem Zahlungsverkehr zählen hierzu vor allem das Einlagen- und das Kreditgeschäft. Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 13 ff.

[4]Sämtliche Tätigkeiten des Investment Bankings, wie die Leistungen im Wertpapierbereich oder im Zusammenhang mit Finanzinstrumenten, fallen in diesen Tätigkeitsbereich. Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), 18 f.

Fremdkapitaltiteln, dafür, dass der Handel zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern ermöglicht bzw. erleichtert wird.[5]

Banken sollen im Wesentlichen einer Verbesserung der Ressourcenallokation im Wirtschaftskreislauf dienen. Ihre Aufgaben lassen sich in Aufgaben zur Erfüllung von Losgrößen-, Fristen- und Risikotransformation, in Aufgaben zur Steuerung der aus den Transformationsfunktionen entstehenden Risiken, in Aufgaben zur Verringerung von Kosten infolge von Informationsasymmetrien[6] und in Aufgaben zur Schaffung eines Zugangs zu einem Zahlungssystem subsumieren.[7] Banken leisten Losgrößen-, Fristen- und Risikotransformation, indem sie die Vorstellungen von Kapitalgebern und Kapitalnehmern hinsichtlich der zu handelnden Beträge, der unterschiedlichen Zeiträume und der in den Finanzkontrakten enthaltenen Risiken durch Ausgleich von Kapitalangebot und Kapitalnachfrage in Übereinstimmung bringen.[8] Dies geschieht bspw. beim Einlagen- und Kreditgeschäft, wenn Kreditinstitute sichere Einlagen mit geringem Volumen und kurzer Laufzeit in unsichere Kredite mit großem Volumen und langer Laufzeit umwandeln. In dieser Arbeit stehen primär die ersten beiden Aufgaben im Vordergrund. Die zu analysierende Universalbank nutzt die von den Gesellschaftern in Form von Eigenkapital und den Gläubigern in Form von Einlagen zur Verfügung gestellten Mittel, um Kredite zu vergeben und im Rahmen des Eigenhandels in Finanzanlagen zu investieren und sorgt so für Losgrößen-, Fristen- und Risikotransformation.[9]

Bei der Durchführung von Bankgeschäften sind Kreditinstitute mit zahlreichen Risiken konfrontiert, die einen erheblichen Einfluss auf die ökonomischen Entscheidungen innerhalb der Bank aufweisen. In diesem Zusammenhang sind vor allem das Kreditrisiko, das Marktrisiko, das Zinsrisiko und das Liquiditätsrisiko zu nennen.[10] Kreditinstitute sind

[5]Vgl. Merton (1995), S. 463 ff. und Franke (1998c), S. 113 ff.

[6]Finanztransaktionen sind gewöhnlich durch einen ungleichen Informationsstand der Transaktionspartner gekennzeichnet. Diese Informationsasymmetrie in Verbindung mit der Annahme, dass sich jeder Transaktionspartner opportunistisch verhält, hat zur Folge, dass jeder damit rechnen muss, auf Grund eines schlechten Informationsstandes übervorteilt zu werden. Informationsasymmetrie bewirkt im schlechtesten Fall, dass eine für beide Transaktionspartner vorteilhafte Transaktion nicht oder nur in geringerem Umfang zu Stande kommt. Um dies zu verhindern, sind Maßnahmen notwendig, die Kosten verursachen. Ein für Banken typisches Beispiel aus diesem Bereich ist die Kreditvergabeentscheidung, bei der die Informationen von Kreditgebern und Kreditnehmern asymmetrisch verteilt sind. Vgl. Franke/Hax (2004), S. 421 ff.

[7]Vgl. Freixas/Rochet (1997), S. 2 ff.

[8]Vgl. Freixas/Rochet (1997), S. 7 f.

[9]Das deutsche Bankensystem ist ein Universalbankensystem, in dem es Kreditinstituten grundsätzlich erlaubt ist, sämtliche der im KWG genannten Bankgeschäfte zu betreiben. Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 27 ff.

[10]Vgl. bspw. Saunders (2000), Kapitel 2, Johanning/Rudolph (2000a), Kapitel I, Johanning/Rudolph (2000b), Kapitel V oder Sinkey (2002), Kapitel 4.

einem Kredit- oder Ausfallrisiko ausgesetzt, da die Geschäftspartner der Bank, zu denen die Kreditnehmer, Wertpapieremittenten oder Vertragspartner im Derivativgeschäft zählen, unter Umständen ihre vereinbarten Liefer- oder Zahlungsverpflichtungen nicht oder nicht vollständig erfüllen.[11] Das Kreditrisiko ist besonders gravierend, wenn Leistung und Gegenleistung nicht gleichzeitig erfolgen, sondern ein Vertragspartner eine Vorleistung erbringt.[12] Typische Geschäfte, in denen Banken Vorleistungen tätigen, sind das Kreditgeschäft und das Investmentgeschäft. Das Marktrisiko einer Bank liegt in den Schwankungen von Marktpreisen wie Zinssätzen, Aktienkursen oder Wechselkursen begründet. Ungünstige Entwicklungen der Marktpreise können die Marktwerte der Investitions- und Finanzierungsprojekte negativ beeinflussen, so dass der Marktwert des Unternehmens sinkt.[13] Sofern die Fristigkeitsstrukturen von Aktiv- und Passivseite voneinander abweichen, ist die Bank zusätzlich einem Zins- oder Reinvestitions- bzw. Refinanzierungsrisiko ausgesetzt. Übersteigt die Fristigkeit der Aktivseite die Fristigkeit der Passivseite, weil die Bankmanager kurzfristig laufende Einlagen zur Finanzierung langfristig laufender Kredite einsetzen, kann ein Anstieg des Marktzinsniveaus eine Erhöhung der Finanzierungskosten zur Folge haben. In diesem Fall sinkt die Zinsmarge der Bank, und das Periodenergebnis des Unternehmens verschlechtert sich.[14] Ein weiteres Ertragsrisiko stellt das Liquiditätsrisiko dar. Es beruht auf der Gefahr von Liquiditätsproblemen, die im ungünstigsten Fall zur Zahlungsunfähigkeit des Kreditinstituts führen. Die Ursachen für potenzielle Liquiditätsprobleme können vielfältig sein. Eine Möglichkeit ist, dass die von den Kunden verlangten, sofortigen Rückzahlungen von Einlagen die liquiden und kurzfristig liquidierbaren Mittel übersteigen.[15] Die Kreditinstitute müssen dann die weniger liquiden Finanztitel zu ggf. geringeren Marktpreisen verkaufen. Ein weiterer, möglicher Grund für einen Liquiditätsengpass können später als geplant anfallende Einzahlungen aus den Bankgeschäften sein.[16] Im weiteren Verlauf wird zunächst nur der Einfluss von Marktrisiko, anschließend der Einfluss von Markt- und Zinsrisiko auf die optimale Unternehmenspolitik untersucht. Ausfall- und Liquiditätsrisiken werden vereinfachend vernachlässigt. Da jede ungünstige Entwicklung in der Geschäftspolitik einen Vermögensverlust der Eigentümer und im Insolvenzfall auch der Gläubiger nach sich zieht, liegt es nahe, dass die vorhandenen Risiken einen

[11] Vgl. Saunders (2000), S. 107 oder Sinkey (2002), S. 111 ff.
[12] Vgl. Franke (1998a), Kapitel II, 4.1.3.
[13] Vgl. Saunders (2000), S. 106 f. oder Sinkey (2002), S. 368. Neben der Marktwertebene lässt sich das Risiko auch auf der Zahlungsebene messen. Vgl. Franke/Hax (2004), S. 588 ff.
[14] Vgl. Saunders (2000), S. 104 ff. oder Sinkey (2002), S. 224 ff.
[15] Vgl. Saunders (2000), S. 114 oder Sinkey (2002), S. 431 ff.
[16] Vgl. Franke (1998a), Kapitel II, 4.1.3.

Einfluss auf die Entscheidungen des Bankenmanagements ausüben.[17] Insbesondere vor dem Hintergrund der in den letzten Jahren gestiegenen Volatilität der Marktpreise an den Kapitalmärkten[18] sowie der gestiegenen Volatilität bei den Zinssätzen[19] spielt dieser Einfluss eine wichtige Rolle und wird im Folgenden eingehend analysiert.

Die Entscheidungsträger eines Kreditinstituts besitzen zahlreiche Möglichkeiten, die sich aus der Geschäftstätigkeit ergebenden Markt- und Zinsrisiken zu steuern.[20] Unter bestimmten, im weiteren Verlauf näher zu spezifizierenden Verhaltens- oder auch Marktannahmen besteht für die Bankmanager ein Motiv, Risiken zu reduzieren.[21] Dies ist bspw. über eine Streuung der Risiken oder über Hedging zu erreichen.[22] Beide Verfahren bauen auf der grundlegenden Erkenntnis auf, dass sich das Gesamtrisiko eines Portefeuilles nicht als Summe der Einzelrisiken der darin enthaltenen Titel berechnen lässt, sondern, dass stochastische Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken zu berücksichtigen sind.[23] Wird ein bestimmtes Vermögen in viele verschiedene Wertpapiere investiert, die untereinander möglichst negativ korreliert sind, kommt es infolge der Risikostreuung zu einer erheblichen Reduzierung des Risikos.[24] Ein geschicktes Ausnutzen von Korrelationen macht sich auch das hier im Vordergrund stehende Risikomanagement mit Finanzderivaten zu Nutze. Steht ein Markt zur Verfügung, auf dem Risiken gegen Entgeld gehandelt werden, ist durch den Kauf von Finanzinstrumenten, die negativ mit der Vermögensposition korreliert sind, eine Senkung des Vermögensrisikos möglich. Dies wird als Hedging bezeichnet.[25] Wäre Hedging kostenlos, würden die meisten Unternehmen ihre Risiken grundsätzlich absichern.[26] In der Regel ist die Absicherung jedoch nicht kostenlos, im Markt bilden sich Risikoprämien für die Übernahme von Risiken heraus. Neben den optimalen geschäftspolitischen Entscheidungen ist aus diesem Grund auch die optimale Risikopolitik der Universalbank zu bestimmen, d. h. es ist zu klären, wie hoch der Anteil zu verkaufender bzw. selbst zu tragender Risi-

[17] Von Principal-Agent-Problemen zwischen den Eigentümern und den Entscheidungsträgern der Bank, dem Management, wird abgesehen, vgl. bspw. Franke/Hax (2004), S. 419 ff.

[18] Vgl. bspw. Meese (1990), S. 117 ff. und Europäische Zentralbank (2002), S. 58 und 64 f.

[19] Vgl. Menzel (1987), S. 153 f., Broll/Jaenicke (2000), S. 149 ff. sowie Saunders (2000), S. 264.

[20] Vgl. Merton (1995), S. 463 ff.

[21] Eine derartige Verhaltensannahme ist die Risikoaversion bei Bernoulli-rationalen Entscheidungsträgern, vgl. S. 10 und die Ausführungen zur Begründung eines Hedgingmotivs auf S. 11.

[22] Weitere Instrumente des Risikomanagements sind bei Franke/Hax (2004), S. 585 ff. zu finden.

[23] Vgl. Franke/Hax (2004), S. 316 ff.

[24] Vgl. Franke (1998a), Teil II, S. 9.

[25] Vgl. Franke (1998a), Teil II, S. 9. Alternativ könnte man an dieser Stelle auch von vertraglicher Risikoabwälzung sprechen. Da sich in der deutschsprachigen, finanzwirtschaftlichen Literatur jedoch der Begriff Hedging durchgesetzt hat, wird dieser im weiteren Verlauf der Arbeit verwendet.

[26] Vgl. Franke/Hax (2004), S. 587.

ken ist. Finanzinstrumente, die sich auf Grund ihrer Konstruktion in besonderem Maße zur Abwälzung von Risiken eignen, sind Finanzderivate wie Terminfix-, Swap- und Optionsgeschäfte.[27] Sie werden aus anderen, eng verwandten Finanzinstrumenten, den Basiswerten oder Underlyings, abgeleitet. Charakteristisch für Terminfixkontrakte ist, dass sich die Vertragspartner bei Vertragsabschluss dazu verpflichten, zu einem zukünftigen festgesetzten Termin Leistung und Gegenleistung zu erbringen.[28] Terminfixkontrakte werden in nicht standardisierte, außerbörslich („over-the-counter") gehandelte Kontrakte und in standardisierte, an Terminbörsen gehandelte Kontrakte eingeteilt. Erstere heißen Forwards, letztere Futures.[29] Besitzt ein Kreditinstitut bspw. eine mit Marktrisiko behaftete Vermögensposition wie ein Portefeuille festverzinslicher Bundesanleihen mit einer bestimmten Restlaufzeit, dessen zukünftiger Marktwert vom zukünftigen Zinsniveau abhängt, kann das Risiko durch den Verkauf von Futures auf Bundespapiere mit gleicher Restlaufzeit, wie z. B. durch den Verkauf von BOBL-Futures oder BUND-Futures[30], vermindert werden.[31] Ist das Zinsniveau im Fälligkeitstermin der Futures höher als das heutige Zinsniveau, sinkt der Marktwert des Anleihenportefeuilles, während die Terminfixgeschäfte Ausübungsgewinne erwirtschaften. Bei gesunkenem Zinsniveau steigt hingegen der Marktwert des Anleihenportefeuilles bei Ausübungsverlusten der Futures. Der Verkauf von Terminfixgeschäften führt in diesem Beispiel zu einer Verstetigung der Bankgewinne und damit zu einem geringeren Risiko.

Inhaltlich lässt sich die vorliegende Arbeit in drei Teile gliedern. Im ersten Teil ist die Universalbank lediglich einem Marktrisiko ausgesetzt. Termingeschäfte stehen nicht zur Verfügung. Folgende Fragestellungen sollen diskutiert werden: Welche Einflussgrößen determinieren die optimale Geschäftspolitik der Bank, und welche Rolle spielt das Marktrisiko diesbezüglich? Wie würden die Entscheidungsträger die Investitions- und Finanzplanung anpassen, wenn ein (exogener) Parameter, wie bspw. der Ertrag oder das Risiko der Finanzanlagenrendite, bei konstanter übriger Datenkonstellation einen marginal höheren Wert annehmen würde? Mit anderen Worten: Wie sensitiv reagieren die Entscheidungen auf Veränderungen der Rahmenbedingungen? Im zweiten Teil der Arbeit hat die Bank Zugang zu einem kompetitiven Terminmarkt. Die Bankmanager setzen Forwards ein, um das vorliegende Marktrisiko je nach den Wünschen der Ei-

[27] Vgl. Franke (1998a), Teil II, S. 1 ff. und Franke (2000c).
[28] Vgl. Franke/Hax (2004), S. 54 f.
[29] Vgl. Hull (2003), S. 16 ff.
[30] Vgl. Gruppe Deutsche Börse (2003), S. 16 ff. und Franke (1998a), Teil III, Kapitel 1.2.5.
[31] Vgl. Rudolph (1986), S. 23 ff.

gentümer partiell oder vollständig abzusichern.[32] Die Fragestellungen in diesem Teil lauten: Übt die Existenz eines Terminmarktes einen Einfluss auf die optimale Bilanzpolitik aus? Von welchen Größen hängt das operative Bankgeschäft ab? Parallel ist zu bestimmen, wie viel Marktrisiko per Termin verkauft wird und welche Parameter das Terminkontraktvolumen beeinflussen. Wie reagieren die Bankmanager, wenn sich die Rahmenbedingungen marginal verändern? Im dritten Teil besteht neben dem durch Forwards absicherbaren Marktrisiko ein nicht absicherbares Zinsrisiko, das durch einen unsicheren Refinanzierungszinssatz verursacht wird. Zwischen dem Markt- und dem Zinsrisiko liegt eine positive Korrelation vor. Die zu beantwortenden Fragen sind in diesem Fall: Hat die Existenz eines zweiten, nicht absicherbaren Risikos Auswirkungen auf die optimale Geschäfts- und Risikopolitik der Bank? Von welchen Parametern hängen die optimalen Entscheidungen ab? Ist es möglich, mit den vorhandenen Terminkontrakten das Zinsrisiko indirekt mit abzusichern? Wie verändern sich die Entscheidungen, wenn einzelne Parameter marginal abweichende Werte annehmen?

Auf Grund der besonderen Bedeutung von Banken für das Wirtschaftsgeschehen sind diese in allen westlichen Industriestaaten einer besonderen Regulierung und einer besonderen Aufsicht unterworfen, um die Wahrnehmung dieser Funktionen durch eine unvorsichtige Geschäftspolitik nicht zu gefährden.[33] Gesetzliche Grundlage für die Bankenaufsicht in Deutschland ist das Kreditwesengesetz (KWG), welches durch zahlreiche Verordnungen ergänzt wird. Dazu zählen insbesondere die von der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht erlassenen Grundsätze I und II (GS I, GS II) über das Eigenkapital und die Liquidität von Kreditinstituten.[34,35] Die Ausübung der Banken-

[32] Mit dem Hedging durch Optionen beschäftigen sich u.a. die Modelle von Broll/Wahl (1992b), Broll/Wahl (1995), Moschini/Lapan (1995), Battermann et al. (2000), Broll/Wahl (2001), Mahul (2002), Lien/Wong (2002), Chang/Wong (2003) und Wong (2003).

[33] Vgl. Goodhart et al. (1998).

[34] Durch das Gesetz über die integrierte Finanzdienstleistungsaufsicht vom 22. April 2002 wurde zum 1. Mai 2002 die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht gegründet. Unter dem Dach der neuen Anstalt sind das Bundesaufsichtsamt für das Kreditwesen, das Bundesaufsichtsamt für das Versicherungswesen und das Bundesaufsichtsamt für den Wertpapierhandel zusammengeführt worden. Vgl. §§ 1 und 4 Finanzdienstleistungsaufsichtsgesetz (FinDAG).

[35] Das deutsche Bankenaufsichtsrecht ist seit den 80er Jahren in immer kürzeren Zeitabständen novelliert worden, mit dem Ziel, die europäischen Bankrechtsnormen zu vereinheitlichen. Vgl. Deutsche Bundesbank (1998). Den vorläufigen Schlusspunkt bildete die 6. KWG Novelle, die am 01.10.1998 in Kraft getreten ist. Mit ihr wurde die Wertpapierdienstleistungs- und die Kapitaladäquanzrichtlinie von 1993 in deutsches Recht umgesetzt. Neben Änderungen im KWG sind insbesondere die Grundsätze I und II neu formuliert worden. Besondere Berücksichtigung haben dabei die vom Basler Ausschuss für Bankenaufsicht verabschiedeten Vorschläge zur Eigenmittelempfehlung aus dem Jahr 1988 („Basel I“) und die Erweiterung aus dem Jahr 1996 gefunden, vgl. Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (1988) und Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (1996).

aufsicht führen vor allem die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht und die Bundesbank durch.[36] Ziel dieses staatlichen Regelwerks ist es, volkswirtschaftlichen Schaden durch Insolvenzen von Kreditinstituten möglichst zu verhindern.[37] Dieser entsteht, wenn es durch die Insolvenz eines Kreditinstituts im Rahmen eines Dominoeffektes zu Insolvenzen weiterer Kreditinstitute kommt, oder wenn infolge asymmetrischer Information ein Bankrun der Einleger stattfindet, der im ungünstigsten Fall zum Zusammenbruch des gesamten Finanzsystems führt. Neben gesetzlich vorgeschriebenen Einlagensicherungssystemen, deren Aufgabe die Verhinderung eines Bankruns ist, versucht der Gesetzgeber, potenziellen volkswirtschaftlichen Schaden über Vorschriften zu vermeiden, die die Risikoübernahme eines Kreditinstituts in Relation zu seiner Fähigkeit, Verluste zu tragen, beschränken. Sämtliche Bankrisiken sind dazu in Adressen- und Sachwertausfall-, Marktpreis-, Liquiditäts-, Betriebs- und Informationsrisiken einzuteilen, für die jeweils eigene Vorschriften existieren.[38] In dieser Arbeit finden lediglich Vorschriften zur Begrenzung von Adressenausfall- und Marktpreisrisiken Berücksichtigung. Alle übrigen Vorschriften werden aus Vereinfachungsgründen vernachlässigt.

Die gesetzliche Grundlage zur Limitierung von Adressenausfall- und Marktpreisrisiken eines Kreditinstituts zum Schutz der Gläubiger vor Vermögensverlusten ist § 10 KWG. Danach müssen Kredit- und Finanzdienstleistungsinstitute über eine angemessene Eigenmittelausstattung verfügen. Die inhaltliche Präzisierung dieser allgemeinen Formulierung erfolgt im GS I, der besagt, dass die Gesamtrisikoposition eines Kreditinstituts mit haftendem Eigenkapital bzw. Eigenmitteln zu unterlegen ist.[39] Die Gesamtrisikoposition ist dabei durch die Summe der Anrechnungsbeträge von Marktpreisrisiken[40] der Handelsbuch-Risikopositionen[41], von Adressenausfallrisiken der Nichthandelsbuch-

[36] Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 342 ff.

[37] Vgl. Franke (2000b), S. 246.

[38] Die wichtigsten aufsichtsrechtlichen Normen für die unterschiedlichen Risikokomponenten sind für Adressenausfallrisiken §§ 10, 12 und 13 KWG sowie GS I, für Sachwertausfallrisiken § 10 KWG und GS I, für Marktpreisrisiken § 10 KWG und GS I, für Liquiditätsrisiken § 11 KWG und GS II, für Betriebsrisiken §§ 13, 15, 17, 18 und 32 KWG und für Informationsrisiken §§ 23, 39 und 40 KWG.

[39] Vgl. § 2 GS I. Die Definitionen von haftendem Eigenkapital und Eigenmitteln sind im § 10 Abs. 2 – 7 KWG enthalten. Die Eigenmittel umfassen das haftende Eigenkapital sowie die Drittrangmittel, wobei das haftende Eigenkapital weiter in Kernkapital und Ergänzungskapital unterteilt wird. Vgl. diesbezüglich auch Deutsche Bundesbank (2002a).

[40] Im Wesentlichen sind darunter Aktienkurs- und Zinsänderungsrisiken zu verstehen.

[41] Die Handelsbuch-Risikopositionen umfassen alle handelbaren Finanztitel einschließlich der darauf bezogenen Absicherungsgeschäfte und Garantien, die mit zins- und aktienkursbezogenen Risiken behaftet sind, soweit sie dem Handelsbuch zuzurechnen sind. Dem Handelsbuch werden die Finanzinstrumente dann zugerechnet, wenn sie mit der Absicht des Wiederverkaufs im Bestand gehalten werden, um bestehende oder erwartete Unterschiede zwischen Kauf- und Verkaufspreis oder andere Preis- und Zinsschwankungen kurzfristig zu nutzen. Finanzinstrumente, die nicht dem Handelsbuch zugeordnet sind, werden im Anlagebuch geführt. Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 368.

Positionen, von Währungsrisiken und von Rohwarenrisiken definiert. Stochastische Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Risikopositionen bleiben bislang unberücksichtigt.[42] Die Ermittlung der Anrechnungsbeträge von Marktpreisrisiken kann entweder durch Standardverfahren oder durch eigene Risikomodelle, die auf dem Value-at-Risk[43] basieren, erfolgen.[44] Die Standardverfahren sehen bei aktienkurs- und zinsbezogenen Risiken vor, zwischen einer allgemeinen und einer besonderen Risikokomponente, die jeweils gesondert mit Eigenmitteln zu unterlegen sind, zu unterscheiden. Bei aktienkursbezogenen Risiken ist bspw. beim allgemeinen Kursrisiko die gesamte Aktiennettoposition mit 8 % Eigenmitteln zu unterlegen, während beim besonderen Kursrisiko die einzelnen Aktiennettopositionen mit 4 % Eigenmitteln zu unterlegen sind.[45] Die Anrechnungsbeträge von Adressenausfallrisiken setzen sich additiv aus den Anrechnungsbeträgen für Bilanzaktiva, für traditionelle außerbilanzielle Geschäfte, für Swaps und für Termingeschäfte zusammen. Bei Bilanzaktiva, zu denen bis auf wenige Ausnahmen[46] sämtliche, nicht dem Handelsbuch zuzurechnenden Aktivpositionen der Bilanz gehören, beträgt derzeit der mit haftendem Eigenkapital zu unterlegende Risikoaktiva-Anrechnungsbetrag 8 % der Summe aller gewichteten Risikoaktiva, die sich jeweils aus dem Produkt von Risikoäquivalenzbetrag und Bonitätsgewichtungsfaktor errechnen lassen.[47] Analog zu den Berechnungsmethoden bei Marktpreisrisiken steht die Zulassung eigener Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung in Bezug auf Adressenausfallrisiken seit einiger Zeit im Mittelpunkt der aufsichtsrechtlichen Literatur.[48]

[42] In der Literatur ist häufig der Begriff „Baukastenprinzip“ zu finden, wenn es um die Berechnung der Gesamtrisikoposition geht, vgl. Franke (2000b), S. 251 oder Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 366 ff.

[43] Vgl. Kapitel 2.2.2.1, S. 95. Der Begriff „Value-at-Risk“ kommt aus dem US-amerikanischen Sprachgebrauch und wurde in den späten 80er Jahren von Finanzdienstleistungsinstituten erfunden. Vgl. Linsmeier/Pearson (2000), S. 47.

[44] Vgl. § 2 Abs. 2 Satz 3 sowie §§ 32 – 37 GS I. Der Begriff „eigene Risikomodelle“ stammt aus dem Kreditwesengesetz und ist im Sinne von „bankeigene Risikomodelle“ zu verstehen, vgl. § 10 KWG.

[45] Vgl. §§ 24 und 25 GS I.

[46] Dazu zählen bspw. der Kassenbestand sowie das Treuhandvermögen. Vgl. § 7 GS I.

[47] Vgl. §§ 2, 4, 6, 7 und 13 GS I.

[48] Im Kern geht es bei der Neufassung der Baseler Eigenkapitalvereinbarung darum, die Kapitalanforderungen an Banken stärker als bisher vom ökonomischen Risiko abhängig zu machen und neuere Entwicklungen an den Finanzmärkten sowie im Risikomanagement der Institute zu berücksichtigen, vgl. Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (2003). Geplant ist, dass die neuen internationalen Eigenkapitalregeln („Basel II“) Ende 2006 in Kraft treten sollen. Vgl. diesbezüglich auch Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (1999), Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (2001), Deutsche Bundesbank (2001) und Deutsche Bundesbank (2003).

Die zu untersuchenden Fragestellungen der einzelnen Bereiche werden im Verlauf der Arbeit dreifach diskutiert. Zunächst richtet sich die Analyse auf Universalbanken, für die die Existenz von Regulierungsvorschriften keine Auswirkungen auf die optimale Bankpolitik hat. Dabei handelt es sich entweder um Banken, die gesetzlich nicht zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind, oder um regulierte Kreditinstitute mit ausreichender Eigenmittelausstattung, die die gesetzlichen Vorschriften unabhängig von der Wahl ihrer Geschäfts- und Risikopolitik in jedem Fall erfüllen. Für Institute mit geringer Eigenmittelausstattung dient dieses Modell im Wesentlichen als Vergleichsbasis. Im Anschluss daran stehen Banken im Mittelpunkt, die ohne gesetzliche Vorschriften eine Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungspolitik präferieren würden, die bei Einführung von Regulierungsvorschriften nicht länger zulässig ist. In diesem Fall müssen die Manager des Unternehmens Anpassungen des bilanziellen oder auch außerbilanziellen Geschäfts vornehmen. Zunächst wird davon ausgegangen, dass sich die Bankmanager für die Verwendung von Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung entschieden haben, während sie im Anschluss eigene Risikomodelle verwenden. Folgende Annahmen werden zusätzlich unterstellt: Es sind lediglich die Adressenausfallrisiken des Kreditgeschäfts und die Marktpreisrisiken des Eigenhandelsgeschäfts mit Eigenkapital zu unterlegen. Die mit den Handelsaktivitäten verbundenen Adressenausfallrisiken[49] sowie die Währungsrisiken[50] und die Rohwarenrisiken[51] sind nicht unterlegungspflichtig. Sämtliche Kreditgeschäfte sind dem Anlagebuch, sämtliche Finanzanlagengeschäfte dem Handelsbuch zugeordnet. Bei den Marktpreisrisiken entfällt eine Aufteilung in eine allgemeine und eine besondere Risikokomponente. Eine Beachtung von Großkreditvorschriften findet nicht statt.[52]

Die aufgeworfenen Fragen werden im Rahmen eines partialanalytischen Modells einer Universalbank theoretisch-deduktiv beantwortet. Der zu Grunde liegende Modellansatz geht dabei auf die mikroökonomische Theorie einer Firma (unter Risiko) zurück.[53] Unter Berücksichtigung der Charakteristika von Banken hat eine Übertragung der Erkenntnisse auf Finanzintermediäre bislang nicht oder nur in beschränktem Umfang stattgefunden.[54] Diese Arbeit soll diese Lücke schließen. Zusätzlich soll die normative

[49]Vgl. § 27 GS I.
[50]Vgl. §§ 14 und 15 GS I.
[51]Vgl. §§ 16 und 17 GS I.
[52]Vgl. §§ 13 und 14 KWG.
[53]Vgl. Sandmo (1971), Leland (1972), Ethier (1973), Hartman (1976), Ishii (1977), Danthine (1978), Holthausen (1979), Broll/Wahl (1992d), Broll/Wahl (1995).
[54]Vgl. Klein (1971), Monti (1972), Pyle (1971), Sealey (1980), Zarruk (1989), Broll/Guinnane (1999), Wahl/Broll (2000a), Wahl/Broll (2000b), Broll/Wahl (2002b) und die Überblicksartikel von

Theorie einer Firma um mehrere Aspekte erweitert werden. Dazu zählen insbesondere die Einbeziehung von Finanzierungs- und Absicherungsentscheidungen, die Aufnahme nicht absicherbarer Risiken und die Einführung von Nebenbedingungen wie Bilanzgleichungen und Regulierungsvorschriften. Ein weiteres Ziel der Arbeit ist, durch die einzelwirtschaftliche Analyse eine Basis für erklärende Theorien zur Funktionsweise von Kapitalmärkten herzustellen.

Der Ausgangspunkt der nachfolgenden Untersuchungen ist die Annahme, dass sich die Eigentümer der Bank Bernoulli-rational verhalten und ihre Präferenzen durch Risikoaversion im Sinne der Erwartungsnutzentheorie gekennzeichnet sind.[55] Um nachzuweisen, dass dies zu risikoaversem Verhalten der Entscheidungsträger der Bank führt, d. h. zu Risikoaversion auf Unternehmensebene, wovon im weiteren Verlauf ausgegangen wird, sind weitere Annahmen notwendig.[56] Die einfachste Möglichkeit stellt die Annahme eines Eigentümer-geleiteten Kreditinstituts dar.[57] Da die Entscheidungsträger in diesem Fall zugleich Eigentümer sind, überträgt sich die Annahme der Risikoaversion direkt auf das Management der Bank. Liegen Eigentum und Management nicht in einer Hand, wovon bei Kreditinstituten auszugehen ist, lässt sich risikoaverses Verhalten der Entscheidungsträger z. B. durch die Principal-Agent-Theorie erklären.[58] Die Idee ist dabei, dass die als Agenten bezeichneten, risikoaversen Entscheidungsträger sich in erster Linie an eigenen Zielen orientieren, anstatt an den von den Eigentümern, den Prinzipalen, vorgegebenen. Die Agenten beurteilen Risiken danach, wie sich diese auf ihre persönliche Situation auswirken. Dieses als opportunistisch bezeichnete Verhalten der Bankmanager kann auftreten, wenn Informationsasymmetrien zwischen Prinzipalen und Agenten vorliegen und die Beseitigung von Informationsasymmetrien Kosten verursacht. Wenn bspw. mit zunehmender Verlustwahrscheinlichkeit von Finanzentscheidungen das Arbeitsplatzrisiko der Manager steigt, werden sie versuchen, Risiken einzuschränken. Gleiches gilt bei erfolgsabhängiger Entlohnung der Entscheidungsträger.

Santomero (1984) und Swank (1996).

[55]Risikoaversion ist die klassische Verhaltensannahme von Individuen unter Risiko. Vgl. z. B. Pratt (1964) und Arrow (1965).

[56]Der überwiegende Teil der bankbetriebswirtschaftlichen Literatur unterstellt risikoaverse Entscheidungsträger, vgl. u.a. Parkin (1970), Pyle (1971), Hart/Jaffee (1974), Koehn/Santomero (1980), Fama (1980), Santomero (1984) und Chang et al. (1995). Eine Ausnahme stellt das Modell von Booth/Koveos (1986) dar, das von risikoneutralen Bankmanagern ausgeht. Zu klären ist dann allerdings die Frage, ob ein Hedgingmotiv vorliegt.

[57]Diese Annahme verwenden zahlreiche Modelle wie Holthausen (1979), Anderson/Danthine (1980), Feder et al. (1980), Ho/Saunders (1983), Broll/Wahl (1992a) und Broll/Wahl (1992c). In der Praxis verfolgen die Manager oftmals Eigentümer-Interesse, da ihre Entlohnung in der Regel anreizkompatible Bestandteile, wie bspw. Aktienoptionen, enthält. Vgl. Lee (2002).

[58]Vgl. Franke/Hax (2004), S. 425 ff.

Risikoaverses Verhalten auf Unternehmensebene lässt sich jedoch selbst dann rechtfertigen, wenn die Bankmanager risikoneutral sind. Liegen Marktunvollkommenheiten wie nicht-lineare Steuern, Insolvenzkosten oder Regulierungsvorschriften vor, verhalten sich risikoneutrale Manager so, als ob sie risikoavers wären.[59]

Eng verwandt mit der Frage nach der Risikoeinstellung des Unternehmensmanagements ist die Frage, ob ein Hedgingmotiv für die Bank vorliegt. Dieses lässt sich nicht erklären, wenn der Kapitalmarkt vollkommen ist und sich im Gleichgewicht befindet.[60] Ein vollkommener Kapitalmarkt liegt vor, wenn keine Transaktionskosten, Informationskosten und Steuern existieren, sämtliche Wertpapiere beliebig teilbar sind, alle Marktteilnehmer ihren finanziellen Nutzen maximieren und gleicher Marktzugang besteht.[61] In diesem Fall können die Kapitalgeber durch private Transaktionen selbst uneingeschränkt Portefeuilles zusammenstellen und die optimale Kombination von Ertrag und Risiko erzielen. Unter Vernachlässigung von Principal-Agent-Problemen besteht die Aufgabe der Entscheidungsträger dann lediglich darin, Investitionsprojekte durchzuführen, die einen positiven Marktwert aufweisen, unabhängig davon, welche Risiken die Investitionsprojekte beinhalten.[62] Hedgingmaßnahmen auf Unternehmensebene sind wie die Finanzierung des Kreditinstituts irrelevant für die Kapitalgeber.[63] Um ein Hedgingmotiv für Banken zu erzeugen, sind Marktunvollkommenheiten wie nicht-lineare Steuern, Insolvenzkosten oder Regulierungsvorschriften notwendig.[64] Sie sorgen dafür, dass sich die Manager wie risikoaverse Entscheidungsträger verhalten. Verzichten risiko-

[59]Erklärungsansätze, die Marktunvollkommenheiten verwenden, werden bei Santomero (1995) beschrieben. Die Wirkung von Regulierungsvorschriften auf das optimale Verhalten von Bankmanagern untersuchen Pausch/Welzel (2002).

[60]Benninga/Oosterhof (2004) zeigen, dass der erwartete Nutzen eines Unternehmensgründers unabhängig von Hedgingaktivitäten ist, wenn der Investor Zugang zu einem vollkommenen, sich im Gleichgewicht befindenden, kompletten Kapitalmarkt hat. Das Risiko des Unternehmens ist ein Preisrisiko, und als Termingeschäfte werden Forwards und Puts unterstellt.

[61]Die Definition eines vollkommenen Kapitalmarktes ist in der finanzwirtschaftlichen Literatur nicht einheitlich, sondern abhängig von der zu Grunde liegenden Problemstellung. Die hier verwendeten Annahmen sind die von Freixas/Rochet (1997), S. 8 ff.

[62]Zur Vereinbarkeit der Zielsetzungen Marktwertmaximierung und Erwartungsnutzenmaximierung bei vollkommenem Kapitalmarkt vgl. Franke (1975) und Franke/Hax (2004), S. 329 ff.

[63]Die Irrelevanz der Finanzierung bei vollkommenen Märkten wurde bereits von Modigliani/Miller (1958) bewiesen.

[64]Smith Jr./Stulz (1985) und Gennotte/Pyle (1991) begründen das Hedgingmotiv über nichtlineare Steuern. Smith Jr./Stulz (1985) und Stulz (1996) stellen Insolvenzkosten in den Vordergrund, wohingegen Stulz (1984), Froot et al. (1993), Froot et al. (1994), Froot/Stein (1998) sowie Bauer/Ryser (2004) andere Marktunvollkommenheiten verwenden. Vgl. diesbezüglich auch Santomero (1995), Pritsch/Hommel (1997), Raposo (1999), Pagano (2001) und Stulz (2003). Ein Modell, in dem sowohl Steuern und Insolvenzkosten als auch Agency-Kosten vorhanden sind, und das Ziel der Manager darin besteht, die optimale Geschäfts- und Risikopolitik bei Existenz von Terminkontrakten zu bestimmen, ist bei Leland (1998) zu finden.

averse Entscheidungsträger auf Hedginginstrumente, ist es möglich, dass riskante Investitionsprojekte mit positivem Marktwert nicht oder nicht vollständig durchgeführt werden.[65] Die Risikoeinstellung des Managements wirkt sich in diesem Fall negativ auf die Investitionspolitik des Kreditinstituts aus. Der Einsatz von Hedginginstrumenten stellt sicher, dass die Entscheidungsträger sämtliche Investitionsprojekte mit positivem Marktwert durchführen.[66] Dies begründet das Hedgingmotiv für Banken.

Nicht zur Disposition steht in dieser Arbeit indessen die Frage nach der Existenzberechtigung von Bankunternehmungen. Besitzen sämtliche Marktteilnehmer unbeschränkten Zugang zu einem vollkommenen und sich im Gleichgewicht befindenden Kapitalmarkt, sind jegliche von Banken angebotene Leistungen redundant.[67] Die Marktteilnehmer können in diesem Fall Mittel zu gleichen Konditionen direkt am Kapitalmarkt anlegen und aufnehmen. Es entstehen eine Vielzahl von Finanzbeziehungen zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern, und jeder Marktteilnehmer ist perfekt diversifiziert. Um die Existenz von Banken im Gleichgewicht zu erklären, müssen Marktunvollkommenheiten, wie Transaktionskosten oder asymmetrische Information, vorhanden sein. Modelle, die das erste Argument verwenden, beruhen darauf, dass die Anzahl von Finanzbeziehungen zwischen Kapitalgebern und Kapitalnehmern sinkt, wenn Transaktionskosten vorliegen, die nicht proportional zum Finanzierungsvolumen anfallen. Die Marktteilnehmer sind nicht mehr in dem Maße diversifiziert, wie sie es im Fall ohne Transaktionskosten waren, was zu Erwartungsnutzeneinbußen führt. Die Existenzberechtigung von Banken liegt darin begründet, dass sie die Anzahl der Vertragsbeziehungen und damit die Transaktionskosten ihrer Kunden minimieren, bei einem im Grenzfall perfekten Diversifikationsgrad.[68] Modelle, die eine asymmetrische Informationsverteilung einiger Marktteilnehmer in den Vordergrund stellen, basieren auf den Annahmen opportunistischen Verhaltens der Akteure sowie der Existenz von Informationskosten zur Beseitigung der Informationsasymmetrien. Findet eine Delegation der Informationsbeschaffung an den Finanzintermediär statt, lassen sich Skaleneffekte erzielen, die für eine Existenzberechtigung von Banken sorgen.[69]

[65] Dies ist die wesentliche Idee bei Froot et al. (1993).
[66] Vgl. Froot et al. (1994), S. 26 f.
[67] Vgl. Freixas/Rochet (1997), S. 8 ff.
[68] Vgl. Benston/Smith Jr. (1976). Einen Modellüberblick geben Bhattacharya/Thakor (1993) an.
[69] Vgl. Leland/Pyle (1977), Campbell/Kracaw (1980), Diamond (1984) und Fama (1985). Ein Hinweis auf weitere Modelle ist bei Swank (1996) zu finden.

Zusätzlich zu den bisher aufgeführten Annahmen werden im weiteren Verlauf die folgenden benutzt: Sämtliche der untersuchten Modelle sind zeit-diskret.[70] Zahlungen von bzw. an Kapitalgeber(n) bzw. Kapitalnehmer(n) fallen nur in zwei Zeitpunkten an.[71] Agency-Probleme zwischen den Entscheidungsträgern sowie zwischen Entscheidungsträgern und Eigentümern der Bank werden ausgeschlossen. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Marktrisikos und die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Markt- und Zinsrisiko sind unabhängig von den Entscheidungen des Kreditinstituts. Sämtliche Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungsentscheidungen finden zeitlich vor Bekanntgabe der Realisierungen der Zufallsvariablen statt. Bei der Aufnahme von Einlagen und Vergabe von Krediten entstehen der Bank Kosten, die zu Beginn des Planungshorizontes fällig sind.[72]

1.2 Aufbau der Arbeit

Im Einzelnen ist die Arbeit in fünf Kapitel gegliedert: Im Anschluss an diese Einleitung wird in Kapitel 2 die optimale Geschäftspolitik von Kreditinstituten erörtert, die Marktrisiko ausgesetzt sind und keinen Zugang zu Terminmärkten besitzen. Regulierungsvorschriften existieren zunächst nicht. Nachdem die optimalen Entscheidungen bestimmt und im Rahmen komparativ-statischer Analysen untersucht wurden, wendet sich die Analyse Geschäftsbanken zu, die zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind. Dabei setzen die Bankmanager zunächst Standardverfahren, anschließend eigene Risikomodelle ein, um für eine angemessene Eigenmittelausstattung zu sorgen. Wie sich herausstellen wird, hängt die optimale Geschäftspolitik der Bank von sämtlichen, in das Modell eingehenden Parametern ab. Ob Regulierungsvorschriften existieren, spielt diesbezüglich keine Rolle. Die Ergebnisse der komparativ-statischen Analysen sind in der Regel nur unter einschränkenden Annahmen an die Monotonie der

[70] Zeit-stetige Modelle sind bei Kawai (1981), Ho (1984), Stulz (1984), Adler/Detemple (1988) und Briys et al. (1988) zu finden.

[71] Die Bankmodelle in Kapitel 4 sind Drei-Zeitpunkt-Modelle. Allerdings fallen aus Sicht des Bankeigentümers nur in zwei Zeitpunkten Zahlungen an. Daher handelt es sich implizit um Zwei-Zeitpunkt-Modelle. Mehr-Zeitpunkt-Modelle untersuchen u. a. Kürsten (1993), Froot/Stein (1998), Broll/Jaenicke (2000) und Jaenicke (2001).

[72] In der bankbetriebswirtschaftlichen Literatur wird oftmals kritisiert, dass zahlreiche Modelle Kosten vernachlässigen, die im Rahmen der Geschäftstätigkeit anfallen. Dies können bspw. Personalkosten sein. Der Hauptkritikpunkt ist, dass derartige Kosten bei Banken einen erheblichen Teil der Gesamtkosten ausmachen, vgl. Baltensperger (1980), S. 30 ff. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit sowohl fixe als auch variable Kosten berücksichtigt.

absoluten Risikoaversion eindeutig. Die vorgestellten Modelle erweitern die Ergebnisse der Literatur im Wesentlichen in vier Punkten:

1. Es wird versucht, die zahlreichen Annahmen herauszuarbeiten, die derartigen Bankmodellen zu Grunde liegen. So zeigt sich, dass die in der Literatur verwendete Regulierungsvorschrift bei Standardverfahren nur unter sehr restriktiven Annahmen Gültigkeit besitzt.

2. Im Anschluss an die optimalen Entscheidungen werden jeweils Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Diese sind in der Literatur nur relativ selten zu finden.

3. Besonders zu betonen sind die Sensitivitätsanalysen hinsichtlich allgemeinerer Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung. Unter gewissen Umständen können die von Hadar/Seo (1990) und Hadar/Seo (1992) abgeleiteten Ergebnisse auch auf komplexere Entscheidungssituationen mit mehreren Entscheidungsvariablen und Nebenbedingungen übertragen werden.

4. Bei der Verwendung eigener Risikomodelle wird nicht die Überschuldung oder Zahlungsunfähigkeit der Bank als Insolvenzgrund benutzt, sondern die Zahlungsunfähigkeit der Eigentümer. Dies hat zur Folge, dass auch Größen wie das Anfangsvermögen und die Geschäftskosten mit in die Regulierungsvorschrift eingehen.

Kapitel 3 befasst sich mit der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik von Kreditinstituten, die Marktrisiko ausgesetzt sind und kompetitive Forward-Märkte nutzen können, um Risiken zu handeln. Es werden sukzessive die optimalen Entscheidungen für nicht regulierte und regulierte Banken untersucht. Sofern Regulierungsvorschriften einzuhalten sind, setzen die Manager zunächst Standardverfahren, dann eigene Risikomodelle ein, um ihre Gesamtrisikoposition zu kalkulieren. Über Sensitivitätsanalysen wird anschließend die Stabilität der Ergebnisse überprüft. Für nicht regulierte Banken und Banken, die sich für den Einsatz eigener Risikomodelle entschieden haben, zeigt sich, dass die optimale Geschäftspolitik unabhängig von den Präferenzen der Eigentümer und der Wahrscheinlichkeitsverteilung der stochastischen Finanzanlagenrendite festgelegt werden kann. Dies wird in der Literatur als Separationstheorem bezeichnet. Separation lässt sich nicht mehr nachweisen, wenn die Manager Standardverfahren zur Eigenmittelunterlegung nutzen. In diesem Fall ist nur noch das Einlagenvolumen von den

Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung separierbar. Die optimale Risikopolitik nicht regulierter und regulierter, Standardverfahren nutzender Banken hängt von der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Je nach Vorzeichen der Risikoprämie sichern die Bankmanager mehr oder weniger als die vorhandene Marktrisikoposition ab. Demgegenüber legen regulierte Banken, die eigene Risikomodelle verwenden, ihre optimale Hedgingpolitik gerade so fest, dass eine gesetzlich vorgeschriebene Insolvenzwahrscheinlichkeit eingehalten wird. Die Risikoprämie des Terminmarktes spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. Gegenüber der Literatur finden Erweiterungen in folgenden Punkten statt:

1. Die in Kapitel 3 diskutierten Modelle weisen einen hohen Komplexitätsgrad auf. Unter Berücksichtigung von Regulierungsvorschriften erfolgt die Optimierung sowohl über das Absicherungsvolumen als auch über die Aktiv- und Passivgeschäfte der Bank. Demgegenüber konzentrieren sich die Beiträge in der Literatur meistens auf einzelne Entscheidungen, während sie die anderen als gegeben hinnehmen. Jedoch zeigt sich, dass eine nicht simultane Vorgehensweise nur in Ausnahmefällen optimal ist.

2. Bei der Verwendung von Standardverfahren werden Hedgingaktivitäten mit in die Regulierungsvorschrift einbezogen. Die Hinzunahme von Derivaten trägt der gesetzlichen Vorschrift Rechnung, dass nicht Brutto- sondern Nettopositionen mit haftendem Eigenkapital zu unterlegen sind.

3. Die oftmals aufgestellte Behauptung, dass Separation immer dann gelte, wenn alle endogenen Risiken handelbar sind, wird widerlegt. Denn für regulierte Banken, die Standardverfahren einsetzen, lässt sich Separation nicht mehr nachweisen, obwohl die Möglichkeit einer vollständigen Ausschaltung des Marktrisikos besteht.

In Kapitel 4 sind die Kreditinstitute neben dem absicherbaren Marktrisiko einem nicht absicherbaren Zinsrisiko ausgesetzt. Beide Risiken sind positiv miteinander korreliert. Zunächst werden die optimalen Entscheidungen von Banken analysiert, die keine Regulierungsvorschriften einhalten müssen. Die optimale Finanzanlagen- und Einlagenpolitik ist in diesem Fall weder von den Präferenzen noch von der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung separierbar. Dies gilt nur für die optimale Kreditpolitik. Zu demselben Ergebnis kommt man auch bei regulierten Banken, die eigene Risikomodelle einsetzen. Sollten sich die Manager jedoch für die Verwendung von Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung entschieden haben, lässt sich die optimale Geschäftspolitik anhand einfacher Entscheidungsregeln festlegen, die Präferenz- und Verteilungs-unabhängig sind. In diesem Fall gilt Separation. Das Vorzeichen der spekulativen Marktrisikoposition stimmt mit dem Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes überein. Ob Regulierungsvorschriften existieren, ist dabei nicht von Bedeutung. In Bezug auf Kapitel 4 sind folgende Punkte besonders hervorzuheben:

1. In der Literatur gibt es zahlreiche Beiträge, die das optimale Verhalten von Banken unter Zinsrisiko in Zwei-Zeitpunkt-Modellen analysieren. Hier sind bspw. die Beiträge von Sealey (1980), Koppenhaver (1985), Morgan et al. (1988) und Wong (1997) zu nennen. Allerdings unterliegen diesen Modellen eine Reihe impliziter Annahmen, die in dieser Arbeit aufgedeckt werden.

2. Sofern mehrere endogene Risiken existieren, die nicht alle vollständig absicherbar sind, können komparativ-statische Analysen nur unter stark einschränkenden Annahmen an die Präferenzen oder die Wahrscheinlichkeitsverteilung durchgeführt werden. In dieser Arbeit wird aufgezeigt, dass unter bestimmten Rahmenbedingungen auch allgemeinere Sensitivitätsanalysen möglich sind. Dazu wird ein von Ross (1981) eingeführtes, strengeres Risikoaversionsmaß benutzt.

3. Die Behauptung, dass die vollständige Handelbarkeit sämtlicher endogener Risiken eine notwendige Bedingung für Separation ist, gilt nicht. Denn wenn die Regulierungsvorschriften für eine „Exogenisierung“ sämtlicher nicht handelbarer, endogener Risiken sorgen, lässt sich ebenfalls Separation nachweisen.

Das abschließende fünfte Kapitel fasst die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zusammen und gibt einen kurzen Ausblick auf unbeantwortete Fragen im Bereich der Risikogestaltung von Kreditinstituten.

Kapitel 2

Gestaltung von Marktrisiko ohne Termingeschäfte

Kreditinstitute sind bei der Erfüllung ihrer Geschäftstätigkeit zahlreichen Risiken ausgesetzt. Ein potenzielles Risiko ist das Marktrisiko. Dieses Kapitel widmet sich der Analyse des Einflusses von Marktrisiko auf die optimale Bankpolitik. Dabei ist zu unterscheiden, ob die Bank genügend Eigenmittel besitzt, um die aus ihrer Sicht optimale Geschäftspolitik zu realisieren, oder ob nicht genügend Eigenmittel vorhanden sind, so dass Regulierungsvorschriften zu Einschränkungen der Investitions- und Finanzierungspolitik führen.

Abschnitt 2.1 untersucht die optimalen Entscheidungen von Kreditinstituten mit ausreichender Eigenmittelausstattung und vergleicht die Ergebnisse mit denen von Banken, die keinem Risiko ausgesetzt sind. Im Rahmen komparativ-statischer Analysen findet anschließend eine Überprüfung der Sensitivität der optimalen Entscheidungen in Bezug auf Veränderungen einzelner Modellparameter statt. Dazu zählen Veränderungen der absoluten Risikoaversion, der Fixkosten, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, der variablen Kosten des Kreditgeschäfts, des Kreditzinssatzes und des Eigenkapitals. Das abschließende Beispiel verdeutlicht die Ergebnisse für Banken mit einer vorgegebenen Präferenzstruktur.

Abschnitt 2.2 befasst sich mit Kreditinstituten, die nicht genügend Eigenmittel besitzen, um ihre ohne Regulierungsvorschriften optimale Geschäftspolitik durchführen zu können. Unter der Annahme, dass Eigenmittel kurzfristig nicht beschaffbar sind, haben die gesetzlichen Vorschriften eine Einschränkung der Unternehmenspolitik der

Bank zur Folge. Wie die Manager Einschränkungen vornehmen, hängt von dem Verfahren ab, das sie zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzen. In Abschnitt 2.2.1 verwenden sie Standardverfahren, in Abschnitt 2.2.2 eigene Risikomodelle, die auf dem Value-at-Risk basieren.

2.1 Bankmodell ohne Regulierungsvorschriften

2.1.1 Grundmodell

In diesem Abschnitt wird das Grundmodell einer Universalbank unter Marktrisiko vorgestellt. Die von der Bank getätigten Geschäfte sind das Kreditgeschäft, das Einlagengeschäft und das risikobehaftete Finanzanlagengeschäft. Möglichkeiten, das Risiko auf einem Terminmarkt zu handeln, bestehen nicht. Die Eigenmittelausstattung der Bank ist annahmegemäß ausreichend, so dass in dem zu Grunde liegenden Zwei-Zeitpunkt-Modell sämtliche Regulierungsvorschriften erfüllt sind. Unter der Annahme kompetitiver Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenmärkte legen die Bankmanager die optimale Risikoausstattung einzig über die Wahl des Investitions- und Finanzierungsprogramms fest. Diese Form der Risikosteuerung wird als Asset Liability Management bezeichnet.[1]

Ausgangspunkt der Analyse ist ein Investor, der sich zu Beginn der Planungsperiode (im Zeitpunkt $t = 0$) zur Gründung einer Bank entschlossen hat, bei der er vereinfachend einziger Eigentümer und auch Entscheidungsträger ist.[2] Den zur Bankgründung notwendigen Einlagebetrag, das Eigenkapital $\overline{K}$ der Bank, sowie die bei Durchführung der Bankgeschäfte entstehenden Kosten finanziert der Investor einerseits mit seinem Anfangsvermögen I, andererseits über den Kapitalmarkt, auf dem er beliebig hohe Beträge x_s risikolos und transaktionskostenfrei zum Zinssatz k pro Periode anlegen ($x_s > 0$) und aufnehmen ($x_s < 0$) kann.[3,4] Nachdem die Bank ihre Zulassung durch

[1] Vgl. Harrington (1987), S. 11 f. und Wahl/Broll (2000b), S. 213 ff.

[2] Um sämtliche Principal-Agent-Konflikte zwischen Eigentümern und zwischen Eigentümern und Entscheidungsträgern auszuklammern, verwenden zahlreiche Modelle in der finanzwirtschaftlichen Literatur diese oder eine ähnlich strenge Annahme. Vgl. bspw. Sealey (1980), Koppenhaver (1985), Morgan et al. (1988) und Wahl/Broll (2000a).

[3] Ein Querstrich über einer Variable bedeutet, dass diese kurzfristig nicht veränderbar ist und keine Entscheidungsvariable darstellt. Damit ist ausgeschlossen, dass die Einlage des Investors von $\overline{K}$ abweichen kann.

[4] Ein wesentlicher Grund für die Existenz von Banken sind Marktzugangsbeschränkungen für einen Teil der Kapitalgeber und Kapitalnehmer in einer Volkswirtschaft. So hat bspw. nicht jeder Kreditnehmer Zugang zu dem Refinanzierungsmarkt des Bankeigentümers. Vgl. dazu auch Abbildung 2.1.

die Bankenaufsicht erhalten hat, sind die Entscheidungsträger des Kreditinstituts, die Bankmanager, im Zeitpunkt $t = 0$ berechtigt, Einlagen der Höhe D zum risikolosen Zinssatz r_D aufzunehmen, Kredite im Volumen L zum risikolosen Zinssatz r_L zu vergeben und die verbleibenden Mittel im Umfang von A im Rahmen des Eigenhandels in Finanzanlagen zu investieren.[5] Da Marktrisiko existiert, ist zu Beginn der Planung der Marktwert der Finanzanlagen am Ende der Planung (im Zeitpunkt $t = 1$) unsicher. Demnach ist auch die Rendite der Finanzanlagen $\tilde{r}_A$ unsicher, mit bekannter und von den Unternehmensentscheidungen unabhängiger Wahrscheinlichkeitsverteilung.[6]

Die bei Durchführung der Bankgeschäfte entstehenden Kosten lassen sich in Fixkosten C_F und vom Kredit- bzw. Einlagenvolumen abhängige variable Kosten $C_L(L)$ bzw. $C_D(D)$ einteilen. Sämtliche Kosten sind zahlungswirksam und werden vereinfachend vom Eigentümer der Bank getragen.[7] Generiert die Bank kein positives Kredit- oder Einlagenvolumen, sind die variablen Kosten null, es gilt $C_L(0) = C_D(0) = 0$. Zudem weisen sie die Eigenschaften auf, dass die Grenzkosten positiv und steigend sind, d. h. $C_i'(i) > 0$ und $C_i''(i) > 0$ für $i = L, D$.[8,9] Im Gegensatz zum Kredit- und Einlagengeschäft verursacht das Finanzanlagengeschäft keine variablen Kosten.

Eine im Zuge der Geschäftstätigkeit einzuhaltende Nebenbedingung ist die Bilanzgleichung der Bank. Diese besagt, dass die Summe aus vergebenen Krediten und investierten Finanzanlagen der Summe aus Eigenkapital und entgegengenommenen Einlagen

---

[5]Im weiteren Verlauf wird synonym davon gesprochen, dass die Bank Einlagen aufnimmt und Kredite vergibt. Diese ungenaue Ausdrucksweise dient dazu, klarzustellen, dass es sich nicht um die privaten Investitions- und Finanzierungsgeschäfte des Eigentümers handelt.

[6]Eine Tilde kennzeichnet im weiteren Verlauf eine Zufallsvariable. Befindet sich keine Tilde über einer als Zufallsvariable deklarierten Größe, sind Realisationen der Zufallsvariable gemeint.

[7]Eigentlich sind die Kosten dem Kreditinstitut zuzurechnen, da sie infolge der Geschäftstätigkeit der Bank anfallen. Sie sind als Aufwendungen über die Gewinn- und Verlustrechnung bilanzwirksam und führen bei Liquidation der Bank am Planungsende zu einem geringeren Liquidationserlös. Unterstellt man wie in dieser Arbeit, dass der Bankgründer zum risikolosen Einperiodenzinssatz $k = 0$ am Kapitalmarkt beliebig Mittel anlegen und aufnehmen kann, und dass keine Principal-Agent-Probleme existieren, ist es aus Sicht des Eigentümers irrelevant, ob die Kosten unmittelbar oder bei Liquidation der Bank vermögensmindernd wirken. Übernimmt der Eigentümer die Kosten annahmegemäß zu Beginn der Planungsperiode, hat das den Vorteil, dass die Bilanzgleichung der Bank weniger komplex ist.

[8]Ein Strich an einer eindimensionalen Funktion kennzeichnet die erste Ableitung, ein Doppelstrich die zweite Ableitung, usw.

[9]Die Annahme zunehmender Grenzkosten ist eine Standardannahme in der Literatur, die sicherstellt, dass das zu berechnende Extremum ein Maximum ist. Notwendig ist sie nicht. Die meisten der folgenden Aussagen lassen sich auch dann ableiten, wenn von abnehmenden Grenzkosten (Economies of scale) ausgegangen wird, sofern gewährleistet ist, dass ein Maximum vorliegt. Dies ist der Fall, wenn die Grenzkosten nicht zu stark abnehmen, vgl. Henderson/Quandt (1971), S. 72 ff. sowie Tirole (1988), S. 19 f. Zur Annahme zunehmender Grenzkosten bei Banken vgl. insbesondere Miller/VanHoose (1993), S. 175 ff.

entsprechen muss, d. h.

$$L + A = \overline{K} + D\,. \tag{2.1}$$

Nachdem die Zins- und Tilgungszahlungen der Kreditnehmer am Ende des Planungshorizontes eingegangen sind und der Verkauf der Finanzanlagen zum Marktwert stattgefunden hat, erfolgt die Rückzahlung der Einlagen zuzüglich Zinsen, sofern genügend Mittel vorhanden sind. Im Anschluss wird das Kreditinstitut liquidiert, und der Eigentümer erhält den erzielten Liquidationserlös. Ist eine vollständige Erfüllung der Verbindlichkeiten nicht möglich, haftet vereinfachend der Eigentümer der Bank mit seinem Privatvermögen.[10] Ob die Bankgläubiger vollständig oder teilweise auf ihre Forderungen verzichten müssen, hängt davon ab, wie viel Privatvermögen dem Bankeigentümer zur Verfügung steht. Ist sein Vermögen ausreichend, bekommen die Einlagengeber ihre eingesetzten Mittel zuzüglich Zinsen vollständig zurück. Reicht das übrige Vermögen des Eigentümers hingegen nicht aus, um die Verbindlichkeiten zu decken, tritt wegen Zahlungsunfähigkeit Insolvenz des Kreditinstituts ein. Die Einlagengeber müssen in diesem Fall auf einen Teil ihrer Forderungen verzichten.

Bis auf den Kapitalmarkt und die Bank bestehen für den Investor keine weiteren Möglichkeiten, Mittel anzulegen bzw. aufzunehmen. Direkte Geschäftsbeziehungen zu den Geschäftspartnern der Bank, den Kreditnehmern und Einlagengebern, existieren nicht bzw. sind auf Grund von Marktunvollkommenheiten nicht sinnvoll. Gleiches gilt für die Geschäftsbeziehungen zwischen Kreditnehmern und Einlagengebern. Nutzt der Bankeigentümer Kapitalmarktgeschäfte zur Finanzierung seines Einlagebetrages oder der Kosten oder aber zu Investitionszwecken, sind diese risikolos. Risikobehaftete Kapitalmarktinvestitionen, wie sie der Bank zur Verfügung stehen, existieren nicht. Auf der anderen Seite bietet der segmentierte Kapitalmarkt dem Kreditinstitut keine risikolose Anlage- oder Verschuldungsmöglichkeit. Als weitere Friktionen des Kapitalmarktes sind Marktzugangsbeschränkungen zu nennen. Betroffen sind davon die Kreditnehmer und Einlagengeber, die über keinen direkten Kapitalmarktzugang verfügen. Abbildung 2.1 verdeutlicht die möglichen Geschäftsbeziehungen der Bank und der Geschäftspartner der Bank sowie die zugehörigen Zahlungsströme. Die Pfeilrichtungen kennzeichnen dabei den Mittelfluss. Zahlungen, die zu den durchgezogenen Pfeilen gehören, beziehen

[10] In der Realität erhalten die Einlagengeber im Insolvenzfall durch die Existenz von Einlagensicherungssystemen einen Großteil ihrer Forderungen zurück. Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 344 ff. Die persönliche Haftung eines Eigenkapitalgebers ist gewöhnlich durch die Rechtsform des Unternehmens beschränkt. Vgl. Franke/Hax (2004), S. 502. Der Vorteil der unbeschränkten Haftung liegt in der einfacheren Modellierung.

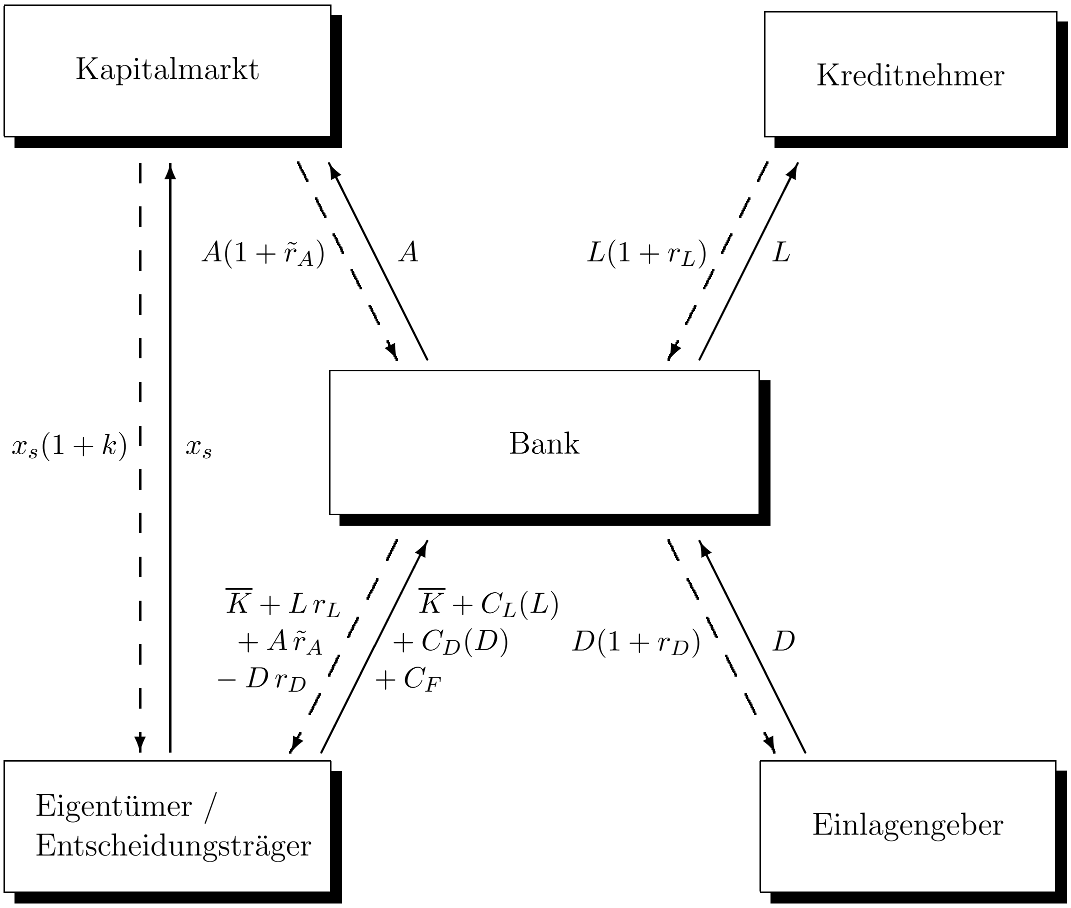

Abbildung 2.1: Zahlungsströme des Bankmodells in den Zeitpunkten $t = 0$ (durchgezogene Linien) und $t = 1$ (gestrichelte Linien)

sich auf den Beginn der Planungsperiode, Zahlungen an den gestrichelten Pfeilen auf das Ende der Planungsperiode.

Der im Mittelpunkt stehende Investor übt Bankgeschäfte mit dem Ziel aus, die Wahrscheinlichkeitsverteilung seines Endvermögens gemäß seiner subjektiven Präferenzen zu optimieren.[11] Als Entscheidungsvariablen dienen ihm die zu Beginn der Planungs-

[11] Obwohl das Bernoulli-Prinzip auf Endvermögensbasis abgeleitet ist, vgl. bspw. Franke/Hax (2004), S. 296 ff., verwenden zahlreiche Beiträge in der Literatur den Endvermögenszuwachs oder Gewinn als relevante Ergebnisgröße. Dazu zählen insbesondere die Beiträge von Sandmo (1971), Leland (1972), Danthine (1978), Holthausen (1979), Feder et al. (1980) und Broll/Wahl (1992d). Im Bankenbereich sind hier u. a. die Beiträge von Klein (1971), Monti (1972), Sealey (1980) und Wahl/Broll (2000b) zu nennen. Diese Vorgehensweise ist nicht unproblematisch, denn die Verwendung des Endvermögenszuwaches führt nur unter bestimmten Umständen zu gleichen Ergebnissen wie bei einer Orientierung am Endvermögen. Der Grund dafür ist, dass Unterschiede im Vermögens-

periode festzulegenden Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumina.[12] Das Anfangsvermögen und das durch Marktrisiko induzierte stochastische Endvermögen $\tilde{W}$ des Bankeigentümers ergeben sich wie folgt:[13]

$$\begin{aligned} t = 0: \qquad & I = x_s + \overline{K} + C_L\,(L) + C_D\,(D) + C_F\,, \\ t = 1: \qquad & \tilde{W} = x_s\,(1+k) + L\,(1+r_L) + A\,(1+\tilde{r}_A) - D\,(1+r_D)\;. \end{aligned} \tag{2.2}$$

Das Endvermögen setzt sich aus dem deterministischen Einzahlungsüberschuss seiner Kapitalmarktgeschäfte und dem unsicheren Liquidationserlös der Bank zusammen. Der Liquidationserlös besteht aus dem Einlagebetrag zuzüglich der stochastischen Zinserträge, abzüglich der Zinsaufwendungen. Löst man die obere Gleichung nach x_s auf und setzt das Ergebnis in die untere Gleichung ein, lässt sich das Endvermögen unter Berücksichtigung der Bilanzgleichung (2.1) sowie der Annahme $k = 0$ umformen zu[14]

$$\tilde{W} = L\,r_L + A\,\tilde{r}_A - D\,r_D - C_L\,(L) - C_D\,(D) - C_F + I\,. \tag{2.3}$$

Das Vermögen des Bankeigentümers am Ende der Planungsperiode entsteht aus seinem Anfangsvermögen, indem die Zinsaufwendungen und die Kosten der Geschäftstätigkeit abgezogen und die Zinserträge des Kredit- und Finanzanlagengeschäfts hinzuaddiert werden. Besteht das Ziel, die Dimension des Optimierungsproblems zu reduzieren, indem das Endvermögen nur noch von möglichst wenigen Entscheidungsvariablen

niveau in der Regel Auswirkungen auf die Risikobereitschaft des Bankeigentümers haben und die optimale Geschäftspolitik von der Risikobereitschaft abhängig ist. Nur wenn das Anfangsvermögen des Investors null ist oder wenn bei positivem Anfangsvermögen die Nutzenfunktion die Eigenschaft konstanter absoluter Risikoaversion aufweist, ist die Wahl der Ergebnisgröße irrelevant für die optimale Bankpolitik. Denn bei nicht vorhandenem Anfangsvermögen stimmen die Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Endvermögenszuwachs und Endvermögen exakt überein, und im Fall konstanter absoluter Risikoaversion zeigen die Ausführungen in Abschnitt 2.1.3, dass Vermögensveränderungen die optimalen Entscheidungen nicht beeinflussen. Da die oben genannten Literaturbeiträge beliebige Nutzenfunktionen zulassen, gehen sie implizit von einem Anfangsvermögen von null aus. Beiträge, die dahingehend keine Einschränkungen vornehmen und direkt das Endvermögen als Ergebnisgröße verwenden, sind die von Arrow (1965), Cass/Stiglitz (1972), Adler/Detemple (1988), Briys et al. (1993), Broll/Zilcha (1994), Lence (1995), Wong (1996), Broll/Wahl (1998), Battermann et al. (2000), Broll et al. (2001b), Mahul (2002), Lien/Wang (2002) und Lien/Wong (2002). Im Bankenbereich gehen die Beiträge von Pyle (1971), Ho/Saunders (1981), Santomero (1984), Kürsten (1997), Froot/Stein (1998), Broll/Guinnane (1999) und Broll/Wahl (2002b) vom Endvermögen aus. Die Problematik der korrekten Ergebnisgröße diskutiert auch Mossin (1973), S. 38 ff.

[12] Der Geldanlage- bzw. Kreditaufnahmebetrag x_s ergibt sich wegen (2.2) implizit.

[13] Bis auf die Finanzanlagenrendite und den beliebigen Geldanlage- bzw. Kreditaufnahmebetrag x_s ist der Definitionsbereich sämtlicher Variablen, Parameter und Funktionen $\mathbb{R}_0^+$. Für die Realisationen der Finanzanlagenrendite gilt $r_A \geq -100\,\%$ pro Periode.

[14] Die Annahme, dass der Kapitalmarktzins null beträgt, dient lediglich der Vereinfachung. Ansonsten sind sämtliche Kosten, das Eigenkapital sowie das Anfangsvermögen mit dem Aufzinsungsfaktor $(1+k)$ zu multiplizieren.

abhängt, ist die Bilanzgleichung nach dem Finanzanlagenvolumen aufzulösen und das Ergebnis in die Gleichung (2.3) einzusetzen. Das Endvermögen beträgt sodann:

$$\tilde{W} = L\,(r_L - \tilde{r}_A) - D\,(r_D - \tilde{r}_A) + \overline{K}\,\tilde{r}_A - C_L\,(L) - C_D\,(D) - C_F + I\,. \tag{2.4}$$

Entscheidungen unter Risiko trifft der Investor anhand des Bernoulli-Prinzips.[15] Er wählt die Alternative, die ihm den höchsten erwarteten Nutzen des Endvermögens verspricht. Bezeichnet $U(W)$ die von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion des risikoaversen Investors, für die $U'(W) > 0$ und $U''(W) < 0 \;\forall\, W$ gilt[16], lässt sich das Entscheidungsproblem formal durch das Optimierungsproblem[17]

$$\max_{L\geq 0, D\geq 0} E\left[U(\tilde{W})\right] \tag{2.5}$$

darstellen, mit der Definition des Endvermögens aus Gleichung (2.4) und der Bilanzgleichung (2.1).[18]

Unter der Annahme, dass für beide Entscheidungsvariablen keine Randlösungen vorliegen, fordern die notwendigen Bedingungen für ein Extremum, dass die partiellen Ableitungen des Erwartungsnutzens nach dem Kredit- und Einlagenvolumen den Wert null annehmen:[19]

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'\,(L^*))\right] = 0\,, \tag{2.6}$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\,(D^*))\right] = 0\,. \tag{2.7}$$

Dabei bezeichnet $U'(W)$ den Grenznutzen des Vermögens und $C_i'(i)$ für $i = L, D$ die Grenzkosten des Kredit- bzw. Einlagenvolumens.

[15] Das Bernoulli-Prinzip ist das am meisten verwendete Entscheidungsprinzip, um die subjektive Wahl zwischen Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Ergebnissen zu treffen. Es basiert auf einer Menge von Axiomen, die die Basis einer Theorie der Entscheidung unter Risiko bilden. Vgl. Franke/Hax (2004), S. 298 ff.

[16] Die Risikoeinstellung des Entscheiders ist durch Risikoaversion gekennzeichnet, wenn bei jeder beliebigen Wahl der Entscheidungsvariablen der Erwartungswert des Endvermögens größer als das Sicherheitsäquivalent des Endvermögens ist. Als Sicherheitsäquivalent des Endvermögens bezeichnet man das sichere Endvermögen, das der Entscheidende als gleichwertig zu der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens einschätzt. Wie sich zeigen lässt, impliziert eine konkave Nutzenfunktion bei positivem Grenznutzen Risikoaversion. Vgl. z. B. Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 20 ff. oder Gollier (2001), S. 18 f.

[17] $E\,[\cdot]$ kennzeichnet den Erwartungswertoperator.

[18] Durch eine Umbezeichnung der Variablen, bei der A für das Kreditvolumen und L für den Anlagebetrag am Interbankenmarkt stehen, lässt sich alternativ das optimale Verhalten einer Bank unter Kreditrisiko analysieren. Vgl. Pausch/Welzel (2002) und Broll/Welzel (2003).

[19] Eine Untersuchung der Randlösungen findet in Abschnitt 2.1.2 statt. Ein Stern kennzeichnet Werte, die sich im Optimum befinden.

Die Lösungen der Bedingungen erster Ordnung, L^* und D^*, bilden ein eindeutiges, globales Maximum, wenn die Zielfunktion im Definitionsbereich der Entscheidungsvariablen strikt konkav verläuft. Denn ein Punkt, der im Inneren einer konvexen Menge liegt, maximiert eine konkave Funktion genau dann, wenn er stationär ist.[20] Dann sind die notwendigen Bedingungen für ein Maximum auch hinreichend. Da die Kostenfunktionen strikt konvex verlaufen und alle übrigen Terme in (2.4) linear oder unabhängig in den Entscheidungsvariablen sind, ist das Endvermögen des Bankeigentümers bei gegebener Realisation der Finanzanlagenrendite strikt konkav in L und D.[21] Unter Berücksichtigung der Monotonie und der Konkavität der Nutzenfunktion überträgt sich die Konkavität des Endvermögens auf den Nutzen des Endvermögens. Dies gilt für jede Realisation der Finanzanlagenrendite. Interpretiert man den Erwartungswert als gewichtete Summe strikt konkaver Funktionen über alle Realisationen, folgt strikte Konkavität des Erwartungsnutzens über das Endvermögen. Sofern L^* und D^* das Gleichungssystem (2.6) und (2.7) lösen, liegt ein eindeutiges, globales Erwartungsnutzenmaximum vor.[22]

Der folgende Abschnitt analysiert die optimale Geschäftspolitik und vergleicht die Ergebnisse mit denen einer Bank, die keinen Risiken ausgesetzt ist, aber in allen anderen Ausstattungsmerkmalen identisch ist. Zunächst wird weiterhin davon ausgegangen, dass die Bank Kredite vergibt, Einlagen aufnimmt und in Finanzanlagen investiert. Im Anschluss findet eine Untersuchung der Randlösungen statt. Das Ziel ist dabei, Bedingungen herauszuarbeiten, unter denen es für die Bank nicht mehr optimal ist, ihre Tätigkeit als Finanzintermediär wahrzunehmen.

[20] Vgl. Chiang (1984), S. 339.

[21] Die Rechenregeln für konkave Funktionen sind bei Sydsæter et al. (1999), S. 80 ff. zu finden.

[22] Die Konkavität des Erwartungsnutzens hätte man auch über die negative Definitheit der Hessematrix nachweisen können. Eine Matrix ist negativ definit, wenn die Determinanten der Hauptminoren der Matrix alternierende Vorzeichen besitzen und die Determinante des ersten Hauptminors negativ ist. Vgl. Chiang (1984), S. 347 und Kapitel 11.2. Die erste Hauptminordeterminante beläuft sich auf $E[U''\,\tilde{X}^2 - U'\,C_L'']$ mit $U = U(\tilde{W})$, $\tilde{X} = r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L)$ und $C_L = C_L(L)$. Sie nimmt für alle $L, D \geq 0$ ein negatives Vorzeichen an, da der Grenznutzen positiv und abnehmend ist und die Grenzkosten steigen. Mit $\tilde{Y} = \tilde{r}_A - r_D - C_D'(D)$ und $C_D = C_D(D)$ ist $E[U''\,\tilde{X}^2 - U'\,C_L'']\,E[U''\,\tilde{Y}^2 - U'\,C_D''] - E[U''\,\tilde{X}\,\tilde{Y}]^2$ die Determinante des zweiten Hauptminors. Um für sämtliche $L, D \geq 0$ ein positives Vorzeichen zu gewährleisten, sind zusätzliche Annahmen notwendig. Eine Ausnahme bildet die Stelle (L^*, D^*). Dort ist die Determinante auch ohne weitere Annahmen positiv, da die Wahrscheinlichkeitsverteilungen von $\tilde{X}$ und $-\tilde{Y}$ übereinstimmen, wie sich durch eine Addition der Bedingungen erster Ordnung leicht nachrechnen lässt. Vgl. in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen in Kapitel 2.1.2.

2.1.2 Optimale Geschäftspolitik

Die optimale Geschäftspolitik einer Bank ist durch die Bedingungen erster Ordnung und die Bilanzgleichung eindeutig festgelegt. In Analogie zu den Ergebnissen von Wahl/Broll (2000a), Wahl/Broll (2000b) und Broll/Wahl (2002b) lässt sie sich wie folgt charakterisieren:

Satz 1 *Die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik einer Universalbank unter Marktrisiko hängt von dem Kredit- und Einlagenzinssatz, den Präferenzen und dem Anfangsvermögen des Eigentümers, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, den variablen und fixen Kosten des Kreditinstituts und dem Eigenkapital ab. Sie erfüllt die notwendige Bedingung:*

$$r_L - r_D = C_L'(L^*) + C_D'(D^*) \ . \tag{2.8}$$

Beweis: Der erste Teil des Satzes folgt unmittelbar aus den Bedingungen erster Ordnung, (2.6) und (2.7), die sich nicht unabhängig von den im Satz genannten Größen darstellen lassen, und der Bilanzgleichung (2.1). Der zweite Teil ergibt sich durch Addition der beiden notwendigen Bedingungen und anschließender Division durch den erwarteten Grenznutzen. □

Stehen dem Management der Bank keine Märkte zur Verfügung, auf denen sie das Marktrisiko weitergeben können, ist die optimale Unternehmenspolitik von sämtlichen in das Modell eingehenden Parametern abhängig. Dabei nehmen die Präferenzen des Eigentümers und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite eine besondere Stellung ein. Während alle anderen Größen entweder direkt am Markt zu beobachten oder relativ leicht festzustellen sind, handelt es sich bei den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung um Variablen, die nicht ohne weiteres zu ermitteln sind. In Bezug auf die Präferenzen gilt beispielsweise, dass die Entscheidungsträger nur dann in der Lage sind, Entscheidungen im Sinne der (des) Eigentümer(s) zu treffen, wenn diese(r) ihre (seine) Präferenzen vollständig offenbaren und Einigkeit über die zu realisierende Geschäftspolitik besteht. Gerade wenn Eigentum und Management nicht in einer Hand liegen und die Bank im Besitz zahlreicher Eigentümer ist, dürfte es hierbei zu erheblichen Problemen kommen. Zusätzliches Konfliktpotenzial besteht auch in Bezug auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung. Wenn die Bank von mehreren Entscheidungsträgern geleitet wird, die unterschiedliche Einschätzungen der stochastischen Finanzanlagenrendite vornehmen, können Divergenzen bei der Festlegung der optimalen Geschäftspolitik auftreten.[23]

Die zweite Aussage des obigen Satzes gibt eine weitere Eigenschaft der optimalen Geschäftspolitik an. Danach kann nur die Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik optimal sein, bei der die Zinsspanne, $r_L - r_D$, die auch als Zinsmarge bezeichnet wird, mit den variablen Grenzkosten des Kredit- und Einlagengeschäfts übereinstimmt. Addiert man den Einlagenzins r_D auf beiden Seiten hinzu, lässt sich alternativ sagen, dass die Grenzerlöse des Kreditgeschäfts im Optimum den Grenzkosten aus Kredit- und Einlagengeschäft entsprechen müssen. Obwohl Bedingung (2.8) nicht hinreichend ist, gibt sie Aufschluss darüber, wie die Bank Anpassungen ihrer optimalen Geschäftspolitik vornimmt. Wenn die Manager beispielsweise das optimale Einlagenvolumen reduzieren, weil sich ein exogener Parameter verändert hat, wobei es sich vereinfachend nicht um den Kredit- und Einlagenzins sowie die Kostenfunktionen handelt, müssen sie das optimale Kreditvolumen erhöhen, um die notwendige Bedingung nicht zu verletzen. Anpassungen der optimalen Geschäftspolitik finden demnach immer auf der Aktiv- und auf der Passivseite statt. Eine isolierte Steuerung des Aktivgeschäfts (Asset Management) oder des Passivgeschäfts (Liability Management) ist nicht optimal. Dies hat weitreichende Konsequenzen für die Organisation einer Bank. Die Bankmanager müssen Asset Liability Management Abteilungen einrichten, in denen sie simultan das optimale Investitions- und Finanzierungsprogramm festlegen. Die Möglichkeit, die Entscheidungsfindung zu delegieren, besteht nicht.

Der nächste Satz gibt eine Antwort auf die Frage, wie sich die Einführung von Marktrisiko auf die optimalen Entscheidungen des Bankmanagements auswirkt. Wahl/Broll (2000a) haben diese Problematik für eine Bank mit einer Aktivposition untersucht, Wahl/Broll (2000b) unterstellen ein Kreditinstitut, das im Kredit- und im Einlagenmarkt als Preisgeber fungiert.[24]

Satz 2 *Wenn Marktrisiko eingeführt wird und die erwartete Rendite der Finanzanlagen der vormals deterministischen Finanzanlagenrendite entspricht, steigt das optimale Kreditvolumen einer Bank ohne Absicherungsmöglichkeiten an, während das optimale Finanzanlagen- und das optimale Einlagenvolumen abnehmen.*

[23]Mit der Frage, wie sich Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung auf die optimale Bankpolitik auswirken, beschäftigt sich Abschnitt 2.1.4.

[24]Dieser als „certainty equivalent case“ bezeichnete Fall ist in der Literatur vielfach diskutiert worden. Für Unternehmen unter Wechselkurs- oder Preisrisiko vgl. Sandmo (1971), Leland (1972), Hartman (1976), Sproule (1987), Broll/Wahl (1992a) und Broll/Wahl (1992d).

BEWEIS: Unter Sicherheit legt eine in allen Ausstattungsmerkmalen gleiche, nutzenmaximierende Bank ihr optimales Kredit- und Einlagenvolumen, L_C^* und D_C^*, anhand der notwendigen und hinreichenden Bedingungen

$$\begin{aligned} r_L - r_C &= C_L'(L_C^*)\,, \\ r_C - r_D &= C_D'(D_C^*) \end{aligned} \tag{2.9}$$

fest. Dabei bezeichnet r_C die deterministische Finanzanlagenrendite. Unter Risiko ist die Bedingung erster Ordnung (2.6) äquivalent zu[25]

$$\begin{aligned} & E\left[U'(\tilde{W}^*)\right](r_L - C_L'(L^*)) = E\left[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\right] \\ \Leftrightarrow\quad & E\left[U'(\tilde{W}^*)\right](r_L - C_L'(L^*)) = E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] E[\tilde{r}_A] + \operatorname{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right] \\ \Leftrightarrow\quad & E[\tilde{r}_A] = r_L - C_L'(L^*) - \frac{\operatorname{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right]}{E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]}\,. \end{aligned} \tag{2.10}$$

Für die zweite Bedingung erster Ordnung, (2.7), gilt analog

$$E[\tilde{r}_A] = r_D + C_D'(D^*) - \frac{\operatorname{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right]}{E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]}\,. \tag{2.11}$$

Bei $A^* > 0$ ist das Endvermögen des Eigentümers umso höher, je größer die Realisation von $\tilde{r}_A$ ist. Wegen $U''(W) < 0\ \forall W$ folgt $\operatorname{cov}[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A] < 0$. Unter Berücksichtigung des positiven Grenznutzens ergeben sich die Abschätzungen

$$\begin{aligned} E[\tilde{r}_A] &> r_L - C_L'(L^*)\ , \\ E[\tilde{r}_A] &> r_D + C_D'(D^*)\ . \end{aligned} \tag{2.12}$$

Einsetzen der Gleichungen (2.9) und der Ungleichungen (2.12) in $r_C = E[\tilde{r}_A]$ liefert $C_L'(L_C^*) < C_L'(L^*)$ und $C_D'(D_C^*) > C_D'(D^*)$, und wegen des steigenden Verlaufs der Grenzkosten ergibt sich $L_C^* < L^*$ und $D_C^* > D^*$. Die Behauptung $A_C^* > A^*$ folgt durch die Bilanzgleichung (2.1). □

Im Vergleich zu einer Bank unter Sicherheit investiert die Universalbank unter Unsicherheit weniger in die risikobehafteten Finanzanlagen. Der Grund dafür liegt in der Risikoaversion des Bankeigentümers, der die geschäftspolitischen Entscheidungen des Unternehmens trifft. Risikoaversion erzeugt ein Motiv, Risiken zu reduzieren, und die

[25] $\operatorname{cov}[\cdot,\cdot]$ kennzeichnet den Kovarianzoperator.

einzige Möglichkeit, dies zu realisieren, besteht in einer Reduzierung des risikobehafteten Investitionsbetrages. Für das Kredit- und Einlagengeschäft bedeutet die Veränderung des Finanzanlagenumfangs, dass Anpassungen vorzunehmen sind, da ansonsten die Bilanzgleichung der Bank verletzt wäre. Im Passivgeschäft nimmt die Bank weniger Einlagen auf, so dass insgesamt weniger zu investierende Mittel zur Verfügung stehen. Im Aktivgeschäft schichtet sie ihr Portefeuille um, indem mehr risikolose Kredite vergeben werden.

Unter Sicherheit legt eine Bank ihre optimale Geschäftspolitik in der Höhe fest, dass die Grenzerlöse mit den Grenzkosten übereinstimmen. Dieser aus der mikroökonomischen Theorie bekannte Zusammenhang stellt eine notwendige Optimalitätsbedingung dar, die in den Gleichungen (2.9) wiederzufinden ist.[26] Beim optimalen Kreditvolumen entsprechen die Grenzerlöse dem Kreditzinssatz, während sich die Grenzkosten aus dem Opportunitätskostensatz der entgangenen Finanzanlagenerträge und den Grenzkosten des Kreditgeschäfts zusammensetzen. Da die Bankmanager bei feststehendem Kreditvolumen weitere Einlagen ausschließlich in die Finanzanlagen investieren, liegt das optimale Einlagenvolumen an der Stelle, an der die Grenzerlöse in Höhe der Finanzanlagenrendite identisch zu den Grenzkosten des Einlagengeschäfts sind.

Wie verhält sich der Zusammenhang zwischen Grenzerlösen und Grenzkosten bei einer Bank unter Unsicherheit? Den Ungleichungen (2.12) ist zu entnehmen, dass es zu Abweichungen zwischen den Grenzerlösen und den Grenzkosten kommt. In Bezug auf das Kreditvolumen gilt, dass die Grenzerlöse im Optimum kleiner als die erwarteten Grenzkosten, berechnet anhand der erwarteten, entgangenen Finanzanlagenerträge, sind. Demgegenüber liegen die erwarteten Grenzerlöse beim Einlagenvolumen über den Grenzkosten.

In den bisherigen Untersuchungen wurde davon ausgegangen, dass die Bank die Intermediärstätigkeit wahrnimmt und sowohl auf dem Kredit- als auch auf dem Einlagenmarkt als Marktteilnehmer agiert. Der nächste Satz soll klären, unter welchen Umständen diese Verhaltensweise optimal ist.[27] Unter der Annahme, dass der Kreditzinssatz größer als der Einlagenzinssatz ist, findet aus mathematischer Sicht eine Analyse der Randlösungen des Optimierungsproblems (2.5) statt.[28]

[26] Vgl. z. B. Varian (1992), S. 25 ff.
[27] Vgl. Wong (1997), Wahl/Broll (2000a) und Broll/Wahl (2002b).
[28] Liegt der Einlagenzins über dem Kreditzins, muss eine der Entscheidungsvariablen A, L oder D im Optimum einen negativen Wert annehmen, vgl. Gleichung (2.8).

SATZ 3 *Die Aufnahme von Einlagen ist für eine Bank unter Marktrisiko nur dann optimal, wenn die erwartete Finanzanlagenrendite größer als der Einlagenzinssatz ist. Schätzt die Bank die erwartete Finanzanlagenrendite ausreichend hoch gegenüber dem Kreditzinssatz ein, ist es für die Bank optimal, keine Kredite zu vergeben.*

BEWEIS: In dem Beweis von Satz 2 wurde gezeigt, dass $\mathrm{cov}[\,U'(\tilde{W}), \tilde{r}_A\,] \leq 0$ für $A \geq 0$ ist. Unter der Annahme $E[\tilde{r}_A] \leq r_D$ folgt für die partielle Ableitung des Erwartungsnutzens nach D:

$$E\left[\tilde{r}_A\right] - r_D + \frac{\mathrm{cov}\left[U'(\tilde{W}), \tilde{r}_A\right]}{E\left[U'(\tilde{W})\right]} - C'_D(D) \leq 0 \tag{2.13}$$

für alle $D, L \geq 0$. Dabei ist die Gleichheit nur bei $D = 0$ möglich, ansonsten gilt wegen der strikten Konvexität der Einlagenkosten stets die strikte Ungleichung. Nach den Kuhn-Tucker-Bedingungen ist (2.13) eine notwendige und auf Grund der konkaven Zielfunktion auch eine hinreichende Bedingung für die Optimalität der Randlösung $D^* = 0$.[29] Gilt $E[\tilde{r}_A] \gg r_L$, ergibt sich analog $L^* = 0$. □

Eine sehr geringe oder eine sehr hohe Einschätzung der erwarteten Finanzanlagenrendite ist hinreichend dafür, dass die Bank keine Einlagen aufnimmt bzw. Kredite vergibt. Erwirtschaften die Finanzanlagen im Schnitt eine geringere Rendite als der Einlagenzins, übersteigen die Grenzkosten des Einlagengeschäfts unabhängig von der Wahl des Einlagenvolumens die erwarteten Grenzerlöse $E[\tilde{r}_A]$, und nach den Optimalitätsbedingungen (2.12) ist es für die Bank optimal, auf das Einlagengeschäft zu verzichten. Gehen die Bankmanager auf der anderen Seite von einer sehr hohen erwarteten Finanzanlagenrendite aus, verliert das Kreditgeschäft zunehmend an Attraktivität. Im Grenzfall investiert die Bank das gesamte Eigenkapital und die gesamten Einlagen risikobehaftet. Im weiteren Verlauf wird davon ausgegangen, dass die Bank sowohl im Kredit- als auch im Einlagen- und im Finanzanlagengeschäft tätig ist und aus mathematischer Sicht keine Randlösung präferiert.

Die Einführung von Marktrisiko hat eindeutige Auswirkungen auf die optimale Geschäftspolitik einer Universalbank, für die keine Regulierungsvorschriften bestehen. Ob sich eine vergleichbare Aussage auch bei einer Erhöhung des Marktrisikos aufrechterhalten lässt, bleibt abzuklären. Diesem Unterfangen sowie der Durchführung weiterer

[29] Vgl. Chiang (1984), S. 722 ff.

komparativ-statischer Analysen widmen sich die folgenden drei Abschnitte. Zunächst werden Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten untersucht. Sie nehmen eine zentrale Stellung ein, da die Ergebnisse in den weiteren Sensitivitätsanalysen oft wiederzufinden sind. Im Anschluss stehen die Auswirkungen von Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite im Vordergrund. Dabei wird unterschieden, ob es sich um Änderungen einzelner Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung, wie des Erwartungswertes oder der Varianz, handelt, oder ob die Änderungen allgemeinerer Art sind. Dies können Änderungen im Sinne stochastischer Dominanz erster oder zweiter Ordnung oder Erwartungswert-neutrale Spreizungen sein. Den Abschluss der Analysen bilden Untersuchungen hinsichtlich der variablen Kosten des Kreditgeschäfts, des Kreditzinssatzes sowie des Eigenkapitals.

2.1.3 Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten

Ein Bernoulli-rationaler Entscheider verhält sich per Definition risikoavers, wenn er sämtliche Risiken mit einem Erwartungswert von null ablehnt.[30] Hinreichend für Risikoaversion ist ein konkaver Verlauf seiner Nutzenfunktion. Besitzen zwei Entscheidungsträger dasselbe Vermögen, heißt derjenige stärker risikoavers, der alle Risiken, die der andere Entscheidungsträger ablehnt, unabhängig von der Höhe seines Vermögens selbst ablehnt.[31] Dies ist genau dann der Fall, wenn die Nutzenfunktion des einen Entscheidungsträgers eine konkave Transformation der Nutzenfunktion des anderen Entscheidungsträgers ist, oder wenn der Koeffizient der absoluten Risikoaversion, der durch $-U''(W)/U'(W)$ definiert ist, bei dem risikoaverseren Entscheidungsträger für jedes Vermögen größer ist.[32]

Sandmo (1971) und Leland (1972) haben in einem einfachen Modellrahmen gezeigt, dass Unternehmen mit einer höheren Risikoaversion nur in geringerem Maße bereit sind, Risiko zu übernehmen.[33] Falls sich die Ergebnisse auf Banken übertragen lassen,

[30] Vgl. Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 25 ff. oder Gollier (2001), S. 17 f. Für Risiken mit Erwartungswerten ungleich null vgl. Franke/Hax (2004), S. 302 f.

[31] Vgl. Pratt (1964), S. 127 ff., Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 32 ff. und Gollier (2001), S. 19 f. In dieser Definition wird unterstellt, dass sich das Vermögen des Entscheiders aus einem risikolosen und einem risikobehafteten Teil zusammensetzt.

[32] Vgl. Pratt (1964), S. 128 ff. und Arrow (1965), S. 33 ff. Pratt (1964) formuliert neben den oben beschriebenen Bedingungen noch zwei weitere, äquivalente Bedingungen für größere absolute Risikoaversion.

[33] Ursprünglich wurde diese Fragestellung im Rahmen der Portefeuille-Theorie untersucht. Für Investoren, die ihr Vermögen auf ein risikoloses und ein risikobehaftetes Wertpapier aufteilen, lässt sich

dürfte es für Institute mit stärker risikoaversen Eigentümern ceteris paribus vorteilhaft sein, weniger Marktrisiko zu akzeptieren. Dazu müssten die Bankmanager das Finanzanlagenvolumen reduzieren. Ob ein geringeres Finanzanlagenvolumen und die damit einhergehenden geringeren Endvermögensschwankungen des Eigentümers tatsächlich zu einem höheren Erwartungsnutzenniveau führen, zeigt der nächste Satz:[34]

Satz 4 *Mit einer Zunahme der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers steigt das optimale Kreditvolumen der Bank an, während das optimale Einlagen- und das optimale Finanzanlagenvolumen abnehmen.*

Beweis: Sei $U_1(W)$ die Nutzenfunktion mit der höheren absoluten Risikoaversion gegenüber $U_2(W)$ für alle W. Die zugehörigen optimalen Kredit- und Einlagenvolumina werden mit L_1^* und D_1^* bzw. L_2^* und D_2^* bezeichnet. $\tilde{W}_1^*$ und $\tilde{W}_2^*$ kennzeichnen die jeweiligen optimalen Endvermögen der Eigentümer. Der Beweis besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird gezeigt, dass die Bedingungen erster Ordnung für $U_2(W)$ ausgewertet am Optimum von $U_1(W)$ von null verschieden sind. Anhand der Vorzeichen der partiellen Ableitungen lässt sich im zweiten Teil die Behauptung ableiten.

Sei $\tilde{X}_1^* = r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L_1^*)$, $\tilde{Y}_1^* = \tilde{r}_A - r_D - C_D'(D_1^*)$ und ${r_A}^0$ diejenige Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $X_1^{*0} = X_1^*\,({r_A}^0) = 0$ gilt, mit zugehörigem Endvermögen $W_1^{*0} = W_1^*\,({r_A}^0)$. Unter Berücksichtigung von (2.8) folgt $Y_1^{*0} = Y_1^*\,({r_A}^0) = 0$. Die Vorzeichen der Bedingungen erster Ordnung für $U_2(W)$ ausgewertet an der Stelle (L_1^*, D_1^*) sind äquivalent zu den Vorzeichen von

$$\begin{aligned} &E\left[\left(\frac{U_2'(\tilde{W}_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} - \frac{U_1'(\tilde{W}_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})}\right)\tilde{X}_1^*\right], \\ &E\left[\left(\frac{U_2'(\tilde{W}_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} - \frac{U_1'(\tilde{W}_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})}\right)\tilde{Y}_1^*\right]. \end{aligned} \tag{2.14}$$

Dies ergibt sich durch die Bedingungen erster Ordnung für $U_1(W)$ und durch die obigen Definitionen.

Für Realisationen $r_A < {r_A}^0$ gilt $X_1^* > X_1^{*0} = 0$ und $Y_1^* < Y_1^{*0} = 0$, und wegen $A_1^* > 0$ ist $W_1^* < W_1^{*0}$.[35] Entscheidungsträger 1 ist genau dann stärker risikoavers als

nachweisen, dass ein höherer Grad der absoluten Risikoaversion zu einer weniger risikobehafteten Investitionspolitik führt. Vgl. Arrow (1965), S. 28 ff.

[34] Für Exportunternehmen haben sich Eldor/Zilcha (1987), S. 464 und Broll/Zilcha (1992), S. 824 f. mit dieser Thematik beschäftigt.

[35] X_1^*, Y_1^* und W_1^* sind die Realisationen von $\tilde{X}_1^*$, $\tilde{Y}_1^*$ und $\tilde{W}_1^*$ bei der Rendite r_A.

Entscheidungsträger 2, wenn für jedes beliebige Vermögen W gilt:[36]

$$\begin{aligned} & -\frac{U_1''(W)}{U_1'(W)} > -\frac{U_2''(W)}{U_2'(W)} \\ \Leftrightarrow \qquad & -\left(\ln U_1'(W)\right)' > -\left(\ln U_2'(W)\right)' \,. \end{aligned} \tag{2.15}$$

Wegen der Risikoaversion des Eigentümers sind beide Seiten der Ungleichung für jedes beliebige Vermögen W positiv, so dass eine Integration der Ungleichung von einem beliebigen $W_1^* < W_1^{*0}$ bis W_1^{*0} das Ungleichheitszeichen nicht verändert. Es gilt:[37]

$$\begin{aligned} & \int_{W_1^*}^{W_1^{*0}} -\left(\ln U_1'(W)\right)' dW > \int_{W_1^*}^{W_1^{*0}} -\left(\ln U_2'(W)\right)' dW \\ \Leftrightarrow \qquad & -\Big(\ln U_1'(W_1^{*0}) - \ln U_1'(W_1^*)\Big) > -\Big(\ln U_2'(W_1^{*0}) - \ln U_2'(W_1^*)\Big) \\ \Leftrightarrow \qquad & \ln\frac{U_1'(W_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})} > \ln\frac{U_2'(W_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} \\ \Leftrightarrow \qquad & \frac{U_1'(W_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})} > \frac{U_2'(W_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} \qquad \forall\, W_1^* < W_1^{*0}\,. \end{aligned} \tag{2.16}$$

Für beliebige $r_A < {r_A}^0$ ist das Produkt im oberen (unteren) Erwartungswert von (2.14) negativ (positiv). Für Realisationen $r_A > {r_A}^0$ gilt $X_1^* < 0$, $Y_1^* > 0$ und $W_1^* > W_1^{*0}$. In (2.16) drehen sich die Integrationsgrenzen um, was zu einem entgegengesetzten Ungleichheitszeichen in der letzten Zeile führt. Damit ist auch in diesem Fall das Produkt im oberen (unteren) Erwartungswert von (2.14) negativ (positiv). Die Vorzeichen müssen somit auch im Erwartungswert gelten, und es ergibt sich $E[U_2'(\tilde W_1^*)\,\tilde X_1^*] < 0$ und $E[U_2'(\tilde W_1^*)\,\tilde Y_1^*] > 0$.

Im zweiten Teil des Beweises ist zu zeigen, dass die Vorzeichen der partiellen Ableitungen $L_1^* > L_2^*$ und $D_1^* < D_2^*$ implizieren. Der Nachweis erfolgt über eine Vorzeichenanalyse der partiellen Ableitungen von $E[U_2'(\tilde W_1^*)\,\tilde X_1^*]$ und $E[U_2'(\tilde W_1^*)\,\tilde Y_1^*]$ nach L und D an der Stelle (L_1^*, D_1^*):[38]

$$\begin{aligned} \left.\frac{\partial E[U_2'(\tilde W)\,\tilde X]}{\partial L}\right|_{(L_1^*,D_1^*)} &= E\Big[U_2''(\tilde W_1^*)\,(\tilde X_1^*)^2 - U_2'(\tilde W_1^*)\,C_L''(L_1^*)\Big] < 0\,, \\ \left.\frac{\partial E[U_2'(\tilde W)\,\tilde X]}{\partial D}\right|_{(L_1^*,D_1^*)} &= \left.\frac{\partial E[U_2'(\tilde W)\,\tilde Y]}{\partial L}\right|_{(L_1^*,D_1^*)} = -E\Big[U_2''(\tilde W_1^*)\,(\tilde X_1^*)^2\Big] > 0\,, \\ \left.\frac{\partial E[U_2'(\tilde W)\,\tilde Y]}{\partial D}\right|_{(L_1^*,D_1^*)} &= E\Big[U_2''(\tilde W_1^*)\,(\tilde Y_1^*)^2 - U_2'(\tilde W_1^*)\,C_D''(D_1^*)\Big] < 0\,. \end{aligned} \tag{2.17}$$

[36] $\ln(\cdot)$ kennzeichnet den Logarithmus zur Basis e, vgl. Chiang (1984), S. 282 ff.

[37] Vgl. Pratt (1964), S. 129 f.

[38] $\partial^{i+j} f(x,y)/(\partial x^i\,\partial y^j)$ kennzeichnet die $i+j$-te Ableitung einer einer Funktion $f(x,y)$, wobei i-mal partiell nach x und j-mal partiell nach y abzuleiten ist.

Die Vorzeichen ergeben sich unter Berücksichtigung der Annahmen an die Nutzen- und Kostenfunktionen, der notwendigen Bedingung (2.8) und der Annahme, dass die Finanzanlagenrendite nicht degeneriert ist. Eine Zunahme von L_1^* oder eine Abnahme von D_1^* vermindert $E[U_2'(\tilde{W}_1^*)\,\tilde{X}_1^*]$ und erhöht $E[U_2'(\tilde{W}_1^*)\,\tilde{Y}_1^*]$. Um die Bedingungen erster Ordnung für Manager 2 zu erfüllen, sind L_2^* und D_2^* so festzusetzen, dass $E[U_2'(\tilde{W}_1^*)\,\tilde{X}_1^*] < 0$ steigt und gleichzeitig $E[U_2'(\tilde{W}_1^*)\,\tilde{Y}_1^*] > 0$ sinkt. Im Vergleich zu L_1^* muss L_2^* sinken ($L_1^* > L_2^*$), während D_2^* gegenüber D_1^* zu erhöhen ist ($D_1^* < D_2^*$).[39] Mit der Bilanzgleichung folgt anschließend $A_1^* < A_2^*$. □

Zwei Banken, die bis auf den Grad ihrer absoluten Risikoaversion identisch sind, unterscheiden sich in ihrer optimalen Geschäftspolitik voneinander. Je höher $-U''(W)/U'(W)$ ist, desto weniger Einlagen nehmen die Manager auf und desto weniger investieren sie die zur Verfügung stehenden Mittel risikobehaftet. Dies führt gleich in doppelter Hinsicht zu einer Reduzierung des Finanzanlagenvolumens. Auf der einen Seite sinkt das Investitionsvolumen der Bank, da bei konstantem Eigenkapital weniger Fremdkapital aufgenommen wird. Auf der anderen Seite findet außerdem eine Substitution des Finanzanlagengeschäfts durch das Kreditgeschäft statt. Insgesamt sinkt das an der Summe der Einzelgeschäfte gemessene Gesamt-Geschäftsvolumen $L^* + A^* + D^*$ der Bank.[40] Durch eine Reduzierung des Finanzanlagenvolumens ist der Eigentümer geringeren Endvermögensschwankungen ausgesetzt. Unter Berücksichtigung der Bankerträge wirkt sich dies positiv auf seinen erwarteten Nutzen aus.

Abbildung 2.2 zeigt den Einfluss der absoluten Risikoaversion auf die optimale Geschäftspolitik eines Kreditinstituts anhand eines Beispiels auf.[41] Für unterschiedliche Grade der konstanten absoluten Risikoaversion, bezeichnet mit a, sind die jeweiligen optimalen Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumina abgetragen. Unterschreitet die Risikoaversion des Bankgründers eine vorgegebene Grenze, ist der Eigentümer bereit, hohe Endvermögensschwankungen zu akzeptieren. Eine Kreditvergabe ist in diesem Fall nicht mehr optimal, und die Bank legt das gesamte Einlagenvolumen zuzüglich des vorhandenen Eigenkapitals risikobehaftet an. Mit zunehmender absoluter Risikoaversion nimmt die Bereitschaft, riskante Positionen einzugehen, ab. Die Manager reagieren darauf, indem sie das Einlagenvolumen reduzieren und das Kreditvolumen

[39] Eine separate Verminderung des Kreditvolumens bei Konstanz des Einlagenvolumens oder eine separate Erhöhung des Einlagenvolumens bei Konstanz des Kreditvolumens kann wegen Bedingung (2.8) nicht optimal sein.

[40] Es gilt: $L_1^* + A_1^* + D_1^* = \overline{K} + 2\,D_1^* < \overline{K} + 2\,D_2^* = L_2^* + A_2^* + D_2^*$.

[41] Die zugehörige Datenkonstellation ist im Anhang B auf S. 260 zu finden.

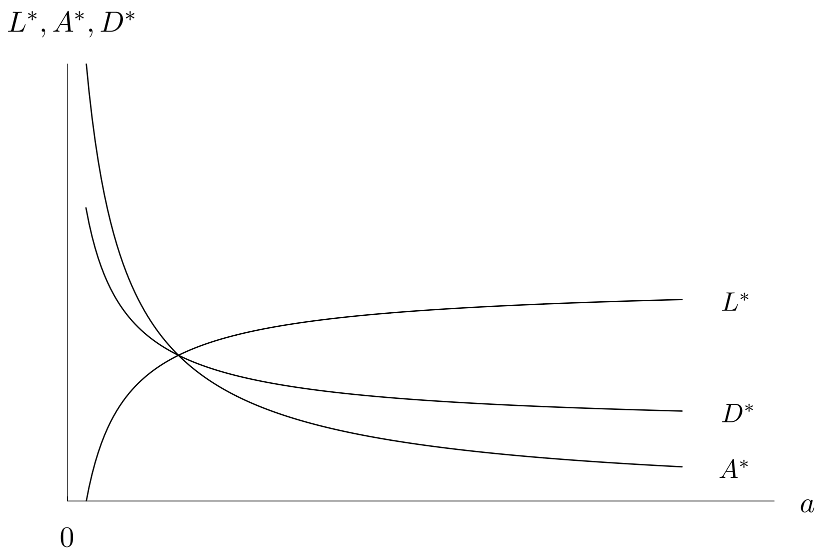

Abbildung 2.2: Optimale Geschäftspolitik einer Universalbank unter Marktrisiko in Abhängigkeit der absoluten Risikoaversion a

ausweiten. Durch die Anpassungen des Aktiv- und Passivgeschäfts erreichen sie, dass das Finanzanlagenvolumen, wie in Satz 4 gefordert, sinkt. Eher zufällig kommt in dieser Abbildung der Schnittpunkt aller drei Kurven zu Stande. In diesem Punkt stimmt das optimale Kreditvolumen mit dem optimalen Einlagenvolumen und dem optimalen Finanzanlagenvolumen überein. Notwendigerweise muss dann auch das Eigenkapital denselben Wert annehmen. Wäre das Eigenkapital größer, würde die Bank eine davon abweichende Geschäftspolitik präferieren, und ein gemeinsamer Schnittpunkt käme nicht mehr vor. Sofern der Grenzwert des optimalen Einlagenvolumens positiv ist, konvergiert der optimale Finanzanlagenumfang bei sehr hohen Risikoaversionsgraden gegen null. Die optimale Kredit- und Einlagenpolitik ergibt sich dann mit Hilfe der Bilanzgleichung $L^* = \overline{K} + D^*$ sowie der Optimalitätsbedingung (2.8).

Eng verwandt mit dem Effekt einer höheren absoluten Risikoaversion ist der Effekt von Fixkostenveränderungen oder Veränderungen des Anfangsvermögens, um die es im nächsten Satz geht. Da Erhöhungen der Fixkosten wie Verminderungen des Anfangsvermögens wirken, reicht es aus, eine der beiden komparativ-statischen Analysen durchzuführen. Die andere folgt unmittelbar. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit werden im nächsten Satz die Auswirkungen von Fixkostenerhöhungen untersucht.

Obwohl die Fixkosten keinen direkten Einfluss auf die Bedingungen erster Ordnung haben, können sie indirekt über die Nutzenfunktion auf die optimale Geschäftspolitik des Kreditinstituts wirken. Eine Zunahme der Fixkosten führt ceteris paribus dazu, dass das Endvermögen des Bankeigentümers in jedem Zustand sinkt. Verändert sich dadurch die Risikobereitschaft des Investors, was genau dann der Fall ist, wenn der Koeffizient der absoluten Risikoaversion im Endvermögen steigt oder fällt, passen die Bankmanager ihre optimalen Entscheidungen an. In diesem Fall üben die Fixkosten einen indirekten Einfluss auf die optimale Bankpolitik aus.[42]

Satz 5 *Sofern der Bankeigentümer Präferenzen mit abnehmender [zunehmender] absoluter Risikoaversion besitzt, steigt [sinkt] das optimale Kreditvolumen der Bank mit einer Zunahme der Fixkosten, während das optimale Finanzanlagen- und das optimale Einlagenvolumen sinken [steigen]. Verfügt der Eigentümer über Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion, verändert sich die optimale Geschäftspolitik bei zunehmenden Fixkosten nicht.*

Beweis: Da die Bedingungen erster Ordnung nicht explizit nach L^* und D^* aufzulösen sind, sondern L^* und D^* implizite Funktionen darstellen, beruht der Beweis auf der Anwendbarkeit des mehrdimensionalen impliziten Funktionentheorems.[43] Die Voraussetzungen für die Gültigkeit des Theorems sind, dass die partiellen Ableitungen der Bedingungen erster Ordnung nach L, D und C_F stetig sind, und dass die Determinante der Jacobi-Matrix von (2.6) und (2.7) an der Stelle (L^*, D^*) für beliebige Fixkosten von null verschieden ist. Beides soll zunächst überprüft werden.

Die partiellen Ableitungen der Bedingungen erster Ordnung nach L und D ausgewertet an der Stelle (L^*, D^*) lauten:[44]

$$\begin{aligned} M_1 &= E\left[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*))^2 - U'(\tilde{W}^*)\, C_L''(L^*)\right] < 0\,, \\ M_2 &= E\left[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*))(\tilde{r}_A - r_D - C_D'(D^*))\right] > 0\,, \\ M_3 &= E\left[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A - r_D - C_D'(D^*))^2 - U'(\tilde{W}^*)\, C_D''(D^*)\right] < 0\,. \end{aligned} \tag{2.18}$$

Auf Grund der Stetigkeit der Nutzen- und Kostenfunktionen sowie deren Ableitungen sind M_1, M_2 und M_3 stetig. Gleiches trifft auch für jede andere Stelle des Definitionsbereichs zu und, wie die rechte Seite von (2.19) zeigt, ebenso für die partiellen Ableitungen der Bedingungen erster Ordnung nach C_F.

[42]Diese Erkenntnis ist nicht neu, sondern wurde bereits von Sandmo (1971), Rothschild/Stiglitz (1971) und Leland (1972) in einem einfacheren Modellrahmen nachgewiesen. Wahl/Broll (2000a) haben die Auswirkungen höherer Fixkosten bei Banken analysiert.

[43]Vgl. Chiang (1984), S. 210 ff.

[44]Das positive Vorzeichen von M_2 folgt durch Einsetzen von Bedingung (2.8).

Die zweite Voraussetzung für die Anwendbarkeit des impliziten Funktionentheorems ist ebenfalls erfüllt, denn die Jacobi-Matrix der Bedingungen erster Ordnung entspricht der Hessematrix des Optimierungsproblems. Deren Determinante an der Stelle (L^*, D^*), $M_1\, M_3 - M_2^2$, ist nach den hinreichenden Optimalitätsbedingungen für beliebige Fixkosten positiv.[45]

Da beide Voraussetzungen erfüllt sind, existieren implizite Funktionen $L^* = L^*(C_F)$ und $D^* = D^*(C_F)$, die stetig sind, stetige Ableitungen besitzen und die Bedingungen erster Ordnung erfüllen. Es gilt:

$$\begin{pmatrix} M_1 & M_2 \\ M_2 & M_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*}{d\,C_F} \\ \dfrac{d\,D^*}{d\,C_F} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E\left[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))\right] \\ E\left[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A - r_D - C'_D\,(D^*))\right] \end{pmatrix}. \tag{2.19}$$

Die Lösung dieses nicht homogenen Gleichungssystems, $d\,L^*/d\,C_F$ und $d\,D^*/d\,C_F$, ist eindeutig und nicht trivial, da die Determinante der Matrix auf der linken Seite positiv und damit von null verschieden und der Vektor auf der rechten Seite ungleich null ist.[46] Mit Hilfe der Cramer'schen Regel und der notwendigen Bedingung (2.8) ergibt sich:[47]

$$\begin{aligned} \frac{d\,L^*}{d\,C_F} &= \frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))]\,M_3 - E[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A - r_D - C'_D\,(D^*))]\,M_2}{M_1\,M_3 - M_2^2} \\ &= \frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))]\,(M_2 + M_3)}{M_1\,M_3 - M_2^2} \\ &= \frac{-E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))]\,E[U'(\tilde{W}^*)\,C''_D\,(D^*)]}{M_1\,M_3 - M_2^2} \end{aligned} \tag{2.20}$$

und

$$\begin{aligned} \frac{d\,D^*}{d\,C_F} &= \frac{E[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A - r_D - C'_D\,(D^*))]\,M_1 - E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))]\,M_2}{M_1\,M_3 - M_2^2} \\ &= \frac{-E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))]\,(M_1 + M_2)}{M_1\,M_3 - M_2^2} \\ &= \frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\,(L^*))]\,E[U'(\tilde{W}^*)\,C''_L\,(L^*)]}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,. \end{aligned} \tag{2.21}$$

[45] Vgl. diesbezüglich auch Fußnote 22.
[46] Vgl. Chiang (1984), S. 107 ff.
[47] Vgl. Sydsæter et al. (1999), S. 134.

Der Grenznutzen und die zweiten Ableitungen der Kostenfunktionen sind wie der Nenner positiv. Demnach stimmen die Vorzeichen von $-d\,L^*/d\,C_F$ und $d\,D^*/d\,C_F$ mit dem Vorzeichen von $E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*))]$ überein. Um Aussagen über den Verlauf des Kredit- und Einlagenvolumens treffen zu können, muss bekannt sein, welches Vorzeichen $E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*))]$ annimmt. Dies gilt es im weiteren Verlauf zu bestimmen.

Sei ${r_A}^0$ diejenige Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $r_L - {r_A}^0 - C_L'(L^*) = 0$ ist, mit zugehörigem Endvermögen W^{*0}. Für Realisationen $r_A < {r_A}^0$ folgt $r_L - r_A - C_L'(L^*) > 0$ und $W^* < W^{*0}$, da $A^* > 0$ ist. Dies führt bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion zu

$$-\frac{U''(W^*)}{U'(W^*)} > (=,<)\ -\frac{U''(W^{*0})}{U'(W^{*0})}\,. \tag{2.22}$$

Multipliziert man (2.22) mit $-U'(W^*)(r_L - r_A - C_L'(L^*)) < 0$, muss

$$U''(W^*)(r_L - r_A - C_L'(L^*)) < (=,>)\ \frac{U''(W^{*0})}{U'(W^{*0})}\,U'(W^*)(r_L - r_A - C_L'(L^*)) \tag{2.23}$$

gelten, sofern abnehmende (konstante, zunehmende) absolute Risikoaversion vorliegt. Sämtliche Realisationen $r_A > {r_A}^0$ erfüllen $r_L - r_A - C_L'(L^*) < 0$ und $W^* > W^{*0}$. Die Ungleichheitszeichen in (2.22) kehren sich um, die in (2.23) bleiben durch den positiven Multiplikator erhalten. Insgesamt ist (2.23) für sämtliche Realisationen der Finanzanlagenrendite und damit auch im Erwartungswert gültig. Wegen (2.6) hat dies bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion

$$\begin{aligned} E&\left[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*))\right] \\ &\qquad < (=,>)\ \frac{U''(W^{*0})}{U'(W^{*0})}\,E\left[U'(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*))\right] = 0 \end{aligned} \tag{2.24}$$

zur Folge. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass $d\,L^*/d\,C_F$ bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion positiv (null, negativ) ist, während $d\,D^*/d\,C_F$ ein negatives (null, positives) Vorzeichen besitzt. Differenziert man die Bilanzgleichung nach C_F und setzt die Ergebnisse ein, erhält man die Behauptung für $d\,A^*/d\,C_F$. □

Höhere Fixkosten oder ein geringeres Anfangsvermögen des Bankeigentümers beeinflussen die optimale Geschäftspolitik eines Kreditinstituts immer dann, wenn die Präferenzen die Eigenschaft abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion aufweisen. Denn in beiden Fällen führen zustandsunabhängige Verminderungen des Endvermögens dazu, dass sich der Grad der absoluten Risikoaversion und demzufolge die

Bereitschaft des Eigentümers, riskante Positionen einzugehen, verändern. Wenn höhere Fixkosten beispielsweise für eine geringere Risikobereitschaft des Eigentümers sorgen, was bei abnehmender absoluter Risikoaversion der Fall ist, nehmen die Bankmanager nach Satz 4 weniger Einlagen auf, erhöhen die Kreditvergabe und investieren einen geringeren Betrag risikobehaftet. Obwohl die Fixkosten unabhängig davon anfallen, welche Entscheidung das Bankmanagement trifft, kommt es in diesem Fall zu Änderungen der optimalen Geschäftspolitik.

Die geschäftspolitischen Auswirkungen eines Fixkostenanstiegs lassen sich als Einkommenseffekt interpretieren, denn das Endvermögen des Bankeigentümers ist äquivalent zum Einkommen eines Haushaltes in der Konsumtheorie.[48] Wie gezeigt wurde, ist der Einkommenseffekt unter Unsicherheit nicht eindeutig, sondern von der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers abhängig. Aus der mikroökonomischen Literatur ist bekannt, dass neben dem Einkommenseffekt üblicherweise ein zweiter Effekt besteht. Dieser wird als Substitutionseffekt bezeichnet. Er tritt auf, wenn sich die Preise oder Verteilungen von Preisen verändern. Im Fall von Fixkostenänderungen entfällt der Substitutionseffekt allerdings.

2.1.4 Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite

Die optimale Geschäftspolitik einer Universalbank, die ihre Marktrisikoposition ausschließlich über die Wahl der Aktiv- und Passivpolitik gestaltet, hängt neben den Präferenzen und den Fixkosten auch von der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite ab. Unter welchen Umständen Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung eindeutige Veränderungen der Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik hervorrufen, soll in diesem Abschnitt geklärt werden. In Abschnitt 2.1.4.1 stehen zunächst sehr spezielle Änderungen von Erwartungswert und Varianz der Finanzanlagenrendite im Vordergrund. Sie basieren auf einfachen Parametrisierungen der Rendite und unterstellen restriktive Annahmen. Die Wirkungen allgemeinerer Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung, wie Änderungen der Verteilungsfunktion im Sinne stochastischer Dominanz erster oder zweiter Ordnung oder Erwartungswert-neutrale Spreizungen, werden in Abschnitt 2.1.4.2 erörtert.

[48] Vgl. Henderson/Quandt (1971), S. 31 ff., Sandmo (1971), S. 69, Davis (1989), S. 133 ff., Varian (1992), S. 120 ff. sowie die Ausführungen im nächsten Abschnitt.

2.1.4.1 Änderungen des Erwartungswertes und der Varianz

Ein höherer Erwartungswert der Finanzanlagenrendite sorgt bei positivem Finanzanlagenvolumen für ein höheres erwartetes Endvermögen des Bankeigentümers. Sofern sich die übrigen Rahmenbedingungen nicht verändern, verbessern sich die Ertrags- und Risikoaussichten, und der erwartete Nutzen des Bankgründers nimmt zu.[49] Um an den optimistischeren Einschätzungen der Marktbedingungen möglichst umfangreich zu partizipieren, erscheint es plausibel, dass die Bankmanager Umschichtungen des Aktivgeschäfts vornehmen und stärker risikobehaftet investieren. Wie zahlreiche Beispiele in der finanzwirtschaftlichen Literatur gezeigt haben, ist diese Verhaltensweise nur unter bestimmten Umständen optimal.[50] Welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit die Bank ihre Marktrisikoposition ausbaut, zeigt der folgende Satz.[51] Die unterstellten Änderungen des Erwartungswertes sind dabei zunächst sehr speziell. Sie entstehen, indem zu jeder Realisation der Finanzanlagenrendite ein konstanter Wert addiert oder subtrahiert wird. In dem Bankmodell (2.4) ist dazu die Finanzanlagenrendite $\tilde{r}_A$ durch die parametrisierte Finanzanlagenrendite $\tilde{r}_A{}^n = \tilde{r}_A + \gamma$ zu ersetzen. Über eine Variation von γ lassen sich die angestrebten Änderungen analysieren.[52]

Satz 6 *Nimmt die Finanzanlagenrendite in allen Realisationen in gleichem Umfang marginal zu, so erhöht eine Universalbank ihr optimales Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und reduziert ihr optimales Kreditvolumen, wenn der Eigentümer Präferenzen mit abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion besitzt.*

---

[49] Der Erwartungsnutzen eines Entscheidungssubjektes hängt in der Regel nicht nur von den ersten beiden, sondern auch von höheren Momenten ab. Für beliebig oft stetig differenzierbare Nutzenfunktionen lässt sich dies am einfachsten mit Hilfe einer Taylor-Reihenentwicklung veranschaulichen, vgl. Kruschwitz (1999), S. 122 f. Der Erwartungswert geht aber unter bestimmten Voraussetzungen immer positiv in den Erwartungsnutzen ein. Eine hinreichende Bedingung für Investoren mit positivem Grenznutzen ist, dass sich die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der zu beurteilenden Alternativen nur durch eine „Location- und Scale“-Bedingung voneinander unterscheiden, vgl. Meyer (1987), S. 424. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Ergebnisgröße, wie das Endvermögen hier, nur von einer Zufallsvariable abhängt und die Zufallsvariable linear in die Ergebnisgröße eingeht. Für normalverteilte Ergebnisgrößen vgl. diesbezüglich auch Ingersoll (1987), S. 96 f.

[50] Vgl. Sandmo (1968), S. 111 ff., Sandmo (1971), S. 64 f., Arrow (1971), S. 104 ff., Batra/Ullah (1974), S. 544 f. und Adam-Müller (1995), S. 25 f. für Unternehmen unter Preisrisiko. Für Kreditinstitute vgl. Zarruk (1989), S. 806 f. und Wong (1997), S. 260 f.

[51] Für Entscheider mit (μ, σ)-Präferenzen geben Eichner/Wagener (2004) Bedingungen an, unter denen Verteilungsänderungen zu eindeutigen Änderungen der Entscheidungsvariablen führen. Vgl. Eichner/Wagener (2004), S. 165 ff. Vergleichbare Ergebnisse sind auch bei Battermann et al. (2002a), S. 524 ff. und Battermann et al. (2002b), S. 147 zu finden.

[52] $\tilde{r}_A{}^n$ unterscheidet sich von $\tilde{r}_A$ bei $\gamma \neq 0$ nur im Erwartungswert, während höhere Momente unbeeinflusst bleiben. Für alle $m \geq 2$ gilt: $E[(\tilde{r}_A{}^n - E[\tilde{r}_A{}^n])^m] = E[(\tilde{r}_A + \gamma - E[\tilde{r}_A + \gamma])^m] = E[(\tilde{r}_A - E[\tilde{r}_A])^m]$.

Beweis: Der Beweis erfolgt über die Anwendung des impliziten Funktionentheorems.[53] Differenziert man die Bedingungen erster Ordnung implizit nach γ, entsteht[54]

$$\begin{pmatrix} M_1 & M_2 \\ M_2 & M_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*}{d\,\gamma} \\ \dfrac{d\,D^*}{d\,\gamma} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L\,(L^*)) - U'(\tilde{W}^*)\right] \\ -E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*)) + U'(\tilde{W}^*)\right] \end{pmatrix}. \tag{2.25}$$

Das Gleichungssystem besitzt eine eindeutige Lösung, die mit Hilfe der Cramer'schen Regel berechenbar ist. Mit der Bedingung (2.8) ergibt sich:

$$\begin{aligned} \frac{d\,L^*}{d\,\gamma} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L\,(L^*))\right] M_3 + E\left[U'(\tilde{W}^*)\right](M_2 + M_3) \\ &\qquad + E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right] M_2\Big\}\ (M_1\,M_3 - M_2^2)^{-1} \\ &= -A^*\,\frac{d\,L^*}{d\,C_F} - \frac{E[U'(\tilde{W}^*)]^2\,C''_D\,(D^*)}{M_1\,M_3 - M_2^2} \end{aligned} \tag{2.26}$$

und

$$\begin{aligned} \frac{d\,D^*}{d\,\gamma} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right] M_1 - E\left[U'(\tilde{W}^*)\right](M_1 + M_2) \\ &\qquad + E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L\,(L^*))\right] M_2\Big\}\ (M_1\,M_3 - M_2^2)^{-1} \\ &= -A^*\,\frac{d\,D^*}{d\,C_F} + \frac{E[U'(\tilde{W}^*)]^2\,C''_L\,(L^*)}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,. \end{aligned} \tag{2.27}$$

Der jeweils zweite Term auf der rechten Seite von (2.26) und (2.27) ist beim optimalen Kreditvolumen negativ und beim optimalen Einlagenvolumen positiv. Wegen $A^* > 0$ besitzen $d\,L^*/d\,\gamma$ und $d\,D^*/d\,\gamma$ nur dann eindeutige Vorzeichen, wovon das erste ein negatives, das zweite ein positives ist, wenn $d\,L^*/d\,C_F \geq 0$ und $d\,D^*/d\,C_F \leq 0$ gilt. Nach Satz 5 ist die Annahme nicht-zunehmender absoluter Risikoaversion hinreichend dafür. Die Ableitung der Bilanzgleichung (2.1) nach γ liefert die Behauptung für $d\,A^*/d\,\gamma$. □

[53] Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Theorems sind sowohl in diesem als auch in allen weiteren Beweisen, die das Theorem benutzen, erfüllt. Zur Überprüfung der Voraussetzungen vgl. die Ausführungen in dem Beweis von Satz 5.

[54] Um die Notation nicht unnötig zu verkomplizieren, wird auf eine besondere Kennzeichnung von M_1, M_2, M_3 und $\tilde{W}^*$, die auf eine Verwendung von $\tilde{r}_A{}^n$ hinweist, verzichtet.

Eine höhere Einschätzung der erwarteten Finanzanlagenrendite führt nicht automatisch dazu, dass die Bank mehr Risiko in ihr Portefeuille aufnimmt. Obwohl die Attraktivität der Finanzanlagen gegenüber den Krediten zugenommen hat, kann es sein, dass der Eigentümer ein höheres Kreditvolumen und geringere Finanzanlagen- und Einlagenvolumina bevorzugt. Um die Auswirkungen höherer Finanzanlagenrenditen zu analysieren, bietet sich eine Zerlegung des Gesamteffektes in einen Einkommens- und einen Substitutionseffekt an. Definiert man den Einkommenseffekt als den auf Fixkostenänderungen zurückführbaren Effekt und den Substitutionseffekt als den darüber hinausgehenden Effekt, so ist der jeweils erste Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichungen (2.26) und (2.27) dem Einkommenseffekt zuzurechnen, wohingegen der jeweils zweite Ausdruck den Substitutionseffekt angibt.[55] Schätzen die Bankmanager die Finanzanlagenrendite in jedem Zustand höher ein, indem sie ein höheres γ unterstellen, wirkt sich der Substitutionseffekt negativ auf das optimale Kreditvolumen und positiv auf das optimale Einlagenvolumen aus. Er ist eindeutig und sorgt isoliert gesehen für einen Anstieg des Finanzanlagenvolumens, was auf die höhere Attraktivität der Finanzanlagengeschäfte zurückzuführen ist. Allerdings besteht neben dem Substitutionseffekt ein nicht eindeutiger Einkommenseffekt. Dieser beruht darauf, dass eine Erhöhung der Finanzanlagenrendite zu einem höheren Endvermögen des Bankeigentümers in jedem Zustand führt, und sich dadurch unter Umständen seine Risikobereitschaft verändert. Da die Finanzanlagenrendite mit A^* multipliziert in das Endvermögen eingeht, entspricht er formal einer mit A^* multiplizierten Fixkostensenkung. Der Einkommenseffekt kann gleichgerichtet, gar nicht oder entgegengerichtet zu dem Substitutionseffekt wirken, je nachdem, wie sich der Koeffizient der absoluten Risikoaversion bei zunehmendem Endvermögen verhält. Wenn die Risikobereitschaft des Eigentümers beispielsweise mit steigendem Endvermögen zunimmt (abnehmende absolute Risikoaversion), besteht ein Motiv, stärker risikobehaftet zu investieren. Das Kreditvolumen ist in diesem Fall zu reduzieren und das Einlagenvolumen zu erhöhen. Demnach verstärkt der Einkommenseffekt den Substitutionseffekt. Hat ein höheres Endvermögen keine Auswirkungen auf die Risikobereitschaft des Eigentümers (konstante absolute Risikoaversion), entfällt der Einkommenseffekt und der Gesamteffekt entspricht dem Substitutionseffekt. Sofern die Risikobereitschaft abnimmt (zunehmende absolute Risikoaversion) wirkt der Einkommenseffekt entgegengesetzt zum Substitutionseffekt, und eine Aussage über die Richtung des Gesamteffektes ist ohne weitere Annahmen nicht mehr möglich.

[55] Vgl. Henderson/Quandt (1971), S. 31 ff., Sandmo (1971), S. 69, oder Davis (1989), S. 133 f.

Der nächste Satz befasst sich mit den Auswirkungen einer höheren Varianz der Finanzanlagenrendite. Wie in den Untersuchungen zuvor soll ebenfalls eine bestimmte Parametrisierung zum Einsatz kommen, nämlich $\tilde{r}_A{}^n = E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}$ mit $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\beta > 0$.[56] Dabei lässt sich $E[\tilde{r}_A]$ als Ertragsanteil und $\beta\,\tilde{\epsilon}$ als Risikoanteil der Finanzanlagenrendite interpretieren. Mit zunehmendem β streuen die Renditerealisationen stärker um einen konstanten Erwartungswert, denn der Risikoanteil $\beta\,\epsilon$ nimmt für Realisationen $\epsilon > 0$ zu und für Realisationen $\epsilon < 0$ ab. Neben einer Erhöhung der Varianz führt dies auch zu Veränderungen höherer Momente.[57] Wie sich herausstellen wird, handelt es sich bei dieser Parametrisierung um einen Spezialfall einer Erwartungswert-neutralen Spreizung, die in allgemeiner Form in Abschnitt 2.1.4.2 untersucht werden.

Wie unterscheiden sich die Investitions- und Finanzierungsprogramme zweier Kreditinstitute, die in Bezug auf die Varianz der Finanzanlagenrendite andere Vorstellungen haben, aber in allen anderen Ausstattungsmerkmalen völlig identisch sind? Da mit zunehmender Varianz die Bankgewinne stärker schwanken und risikoaverse Bankeigentümer größere Schwankungen als nachteilig ansehen, ist zu vermuten, dass die Manager, die von einer höheren Varianz ausgehen, weniger risikobehaftet investieren, um die Endvermögensschwankungen zu reduzieren. Im nächsten Satz wird gezeigt, dass die Annahme der Risikoaversion alleine nicht ausreicht, um diese Vermutung zu bestätigen.[58]

Satz 7 *Sofern die Präferenzen des Bankeigentümers durch abnehmende oder konstante absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind und eine Veränderung in den Realisationen der Finanzanlagenrendite zu einer Varianzerhöhung führt, ohne den Erwartungswert zu verändern, reduzieren die Bankmanager das optimale Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und erhöhen das optimale Kreditvolumen.*

[56] Vgl. Davis (1989), S. 132. Zu beachten ist, dass sämtliche Renditerealisationen größer oder gleich −100 % sein müssen.

[57] Für alle $m \geq 2$ gilt $E[(\tilde{r}_A{}^n - E[\tilde{r}_A{}^n])^m] = E[(E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon} - E[E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}])^m] = \beta^m\,E[\tilde{\epsilon}^m] = \beta^m\,E[(\tilde{\epsilon} - E[\tilde{\epsilon}])^m]$. Ist die Varianz von $\tilde{\epsilon}$ ungleich null, sind die geraden höheren Momente von $\tilde{\epsilon}$ ($m = 4, 6, \ldots$) von null verschieden. Eine Variation von β bewirkt in diesem Fall, dass neben der Varianz auch Veränderungen der geraden, höheren Momente von $\tilde{r}_A{}^n$ stattfinden. Ob sich die ungeraden höheren Momente von $\tilde{r}_A{}^n$ ebenfalls verändern, hängt davon ab, ob diese bei $\tilde{\epsilon}$ von null verschieden sind.

[58] Zu vergleichbaren Ergebnissen für unterschiedliche Entscheidungssituationen unter Unsicherheit kommen Arrow (1971), S. 104 ff., Sandmo (1971), S. 67 f., Batra/Ullah (1974), S. 542 f., Ishii (1977), S. 768 f., Feder et al. (1980), S. 322 f., Wahl/Broll (2000a), S. 8. und Wahl/Broll (2000b), S. 219 f. Sie unterstellen allesamt eine Parametrisierung des obigen Typs.

Beweis: Nach dem impliziten Funktionentheorem müssen $L^*(\beta)$ und $D^*(\beta)$ folgendes Gleichungssystem erfüllen:[59]

$$\begin{pmatrix} M_1 & M_2 \\ M_2 & M_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*}{d\,\beta} \\ \dfrac{d\,D^*}{d\,\beta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*\tilde{\epsilon}\,(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L\,(L^*)) - U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right] \\ -E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*\tilde{\epsilon}\,(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*)) + U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right] \end{pmatrix}. \tag{2.28}$$

Unter Berücksichtigung der notwendigen Bedingung (2.8) beläuft sich die Lösung dieses nicht homogenen Gleichungssystems auf

$$\begin{aligned} \frac{d\,L^*}{d\,\beta} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*\tilde{\epsilon}\,(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L\,(L^*))\right] M_3 + E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right](M_2 + M_3) \\ &\qquad + E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*\tilde{\epsilon}\,(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right] M_2\Big\}\left(M_1\,M_3 - M_2^2\right)^{-1} \\ &= \frac{M_2 + M_3}{M_1\,M_3 - M_2^2}\left\{E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right] + \frac{A^*}{\beta}E\left[U''(\tilde{W}^*)\beta\,\tilde{\epsilon}\,(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right]\right\} \\ &= \frac{M_2 + M_3}{M_1\,M_3 - M_2^2}\left\{E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right] + \frac{A^*}{\beta}\Big(E\left[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))^2\right]\right. \\ &\qquad \left. - E\left[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right](E\left[\tilde{r}_A\right] - r_D - C'_D\,(D^*))\Big)\right\} \end{aligned} \tag{2.29}$$

und

$$\begin{aligned} \frac{d\,D^*}{d\,\beta} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*\tilde{\epsilon}\,(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right] M_1 - E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right](M_1 + M_2) \\ &\qquad + E\left[U''(\tilde{W}^*)A^*\tilde{\epsilon}\,(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L\,(L^*))\right] M_2\Big\}\left(M_1\,M_3 - M_2^2\right)^{-1} \\ &= -\frac{M_1 + M_2}{M_1\,M_3 - M_2^2}\left\{E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right] + \frac{A^*}{\beta}E\left[U''(\tilde{W}^*)\beta\,\tilde{\epsilon}\,(\tilde{r}_A{}^n - r_D - C'_D\,(D^*))\right]\right\} \\ &= -\frac{M_1 + M_2}{M_2 + M_3}\,\frac{d\,L^*}{d\,\beta}\,. \end{aligned} \tag{2.30}$$

Wegen $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ gilt $E[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}] = \text{cov}[U'(\tilde{W}^*), \tilde{\epsilon}]$. Da A^* und β positiv sind, steigt das Endvermögen in ϵ, wohingegen der Grenznutzen wegen $U''(W) < 0$ fällt. Der Kovarianzterm ist negativ, da dieser Zusammenhang für sämtliche Realisationen von $\tilde{\epsilon}$ gilt.

[59]In M_1, M_2, M_3 und $\tilde{W}^*$ geht nicht $\tilde{r}_A$, sondern die parametrisierte Finanzanlagenrendite $\tilde{r}_A{}^n$ ein. Eine gesonderte Kennzeichnung entfällt jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit.

Der zweite Erwartungswert auf der rechten Seite von (2.29) weist ebenfalls ein negatives Vorzeichen auf. Demgegenüber ist der dritte Erwartungswert von der absoluten Risikoaversion abhängig. Ohne das Minuszeichen einzubeziehen, ist er wegen (2.24) und (2.8) bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion positiv (null, negativ). In dem Beweis von Satz 2 wurde gezeigt, dass die Grenzerlöse des Einlagengeschäfts größer als die Grenzkosten sein müssen, d. h. $E[\tilde{r}_A] > r_D + C'_D(D^*)$, vgl. (2.12). Zusammengenommen folgt für den in geschweiften Klammern stehenden Ausdruck in (2.29), dass er bei abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion ein negatives Vorzeichen besitzt. Für den Bruch vor der geschweiften Klammer gilt, dass der Zähler, $M_2 + M_3 = -E[U'(\tilde{W}^*)]C''_D(D^*)$, negativ und der Nenner positiv ist. Zusammengefasst ergibt sich $d\,L^*/d\,\beta > 0$, falls abnehmende oder konstante absolute Risikoaversion vorliegt.

Wie (2.30) zeigt, unterscheiden sich $d\,L^*/d\,\beta$ und $d\,D^*/d\,\beta$ nur durch den Bruch $-(M_1 + M_2)/(M_2 + M_3)$. Setzt man M_1, M_2 und M_3 gemäß (2.18) ein und wendet die Optimalitätsbedingung (2.8) an, ist er äquivalent zu $-C''_L(L^*)/C''_D(D^*) < 0$. Folglich besitzt $d\,D^*/d\,\beta$ ein entgegengesetztes Vorzeichen wie $d\,L^*/d\,\beta$. Durch Einsetzen der Ergebnisse in die nach β abgeleitete Bilanzgleichung erhält man abschließend die Aussage für $d\,A^*/d\,\beta$. □

Eine höhere Varianz der Finanzanlagenrendite veranlasst die Manager einer Bank unter Marktrisiko nicht notwendigerweise dazu, weniger risikobehaftet zu investieren.[60] Denn obwohl der Eigentümer größere Schwankungen als nachteilig ansieht, kann es sein, dass sich seine Risikobereitschaft durch auftretende Vermögensverschiebungen derart verändert, dass er ein höheres Finanzanlagenvolumen bevorzugt. In diesem Fall weist der Ausdruck in der unteren Zeile von (2.29) ein entgegengesetztes Vorzeichen zu dem in der geschweiften Klammer stehenden Ausdruck in der oberen Zeile auf. Dies ist nur bei Präferenzen mit zunehmender absoluter Risikoaversion möglich. Wenn auf der anderen Seite Präferenzen mit konstanter oder abnehmender absoluter Risikoaversion vorliegen, führen Erhöhungen von β immer zu einer Reduzierung des Finanzanlagen- und Einlagenvolumens und zu einer Ausweitung des Kreditvolumens.

[60] Dieses Ergebnis ist nicht nur im Bereich der Theorie einer Firma wiederzufinden, sondern auch in verwandten Themenbereichen wie der Portefeuille-Theorie oder der Theorie der optimalen Versicherungsnachfrage. Im Rahmen der Portefeuille-Theorie wurde es u.a. von Pratt (1964), S. 135 f., Arrow (1971), Kapitel 3, Rothschild/Stiglitz (1971), 68 ff., Hadar/Seo (1990), S. 723 ff., Eeckhoudt/Gollier (1995), Kapitel 9 und Gollier (2001), Kapitel 4 nachgewiesen. In Bezug auf die optimale Versicherungsnachfrage diskutieren Mossin (1968), S. 555 f., Turnbull (1983), S. 223, Alarie et al. (1992), S. 280 f., Eeckhoudt/Kimball (1992), S. 246 ff. und Battermann et al. (2002b), S. 147 f. die Auswirkungen eines höheren Risikos.

Der Gesamteffekt einer Varianzerhöhung setzt sich additiv aus drei Einzeleffekten zusammen, die durch die drei Erwartungswerte in der geschweiften Klammer von (2.29) charakterisiert sind. Um den Gesamteffekt in einen Einkommens- und einen Substitutionseffekt zu zerlegen, ist zu klären, welcher Einzeleffekt dem Einkommens- und welcher dem Substitutionseffekt zuzurechnen ist. Dies soll im weiteren Verlauf exemplarisch anhand des optimalen Kreditvolumens aufgezeigt werden.

In Entscheidungssituationen unter Unsicherheit ist der Einkommenseffekt nicht eindeutig, sondern von der absoluten Risikoaversion abhängig. Da es in (2.29) nur einen einzigen Erwartungswert gibt, auf den dies zutrifft, scheint klar zu sein, dass der dritte Einzeleffekt dem Einkommenseffekt angehört. Fraglich ist, ob ein weiterer Erwartungswert dem Einkommenseffekt zuzurechnen ist, oder ob die restlichen zwei Erwartungswerte den Substitutionseffekt bilden. Um eine Antwort auf die Frage zu finden, bietet sich eine zweite Definition des Substitutionseffektes an.[61] Dabei wird der Substitutionseffekt als derjenige Effekt angesehen, bei dem die Entscheidungsträger nach Änderung der exogenen Größe dasselbe Erwartungsnutzenniveau wie vor der Änderung erzielen. Die Differenz zwischen dem Gesamteffekt und dem Substitutionseffekt wird als Einkommenseffekt bezeichnet. Um den Substitutionseffekt zu isolieren, bietet es sich an, bei feststehender, optimaler Geschäftspolitik das Endvermögen des Bankeigentümers durch fiktive Zahlung einer Kompensation für beliebige Werte von β auf demselben Niveau zu halten.[62] Da β multipliziert mit $\tilde{\epsilon}$ in das Endvermögen eingeht, ist die Höhe der Kompensation sowohl von β als auch von der Realisation von $\tilde{\epsilon}$ abhängig und deshalb stochastisch. Bezeichnet man die Kompensationszahlung mit $\tilde{\Theta}(\beta)$ und erhöht das Endvermögen um die Kompensationszahlung, muss für jede Realisation von $\tilde{\epsilon}$ gelten:

$$\begin{aligned} & \frac{d\,W^*}{d\,\beta} = A^*\,\epsilon + \frac{d\,\Theta(\beta)}{d\,\beta} = 0 \\ \Leftrightarrow \qquad & \frac{d\,\Theta(\beta)}{d\,\beta} = -A^*\,\epsilon\,. \end{aligned} \tag{2.31}$$

Unter dieser Voraussetzung verändert sich das um $\tilde{\Theta}(\beta)$ erweiterte Endvermögen des Eigentümers unabhängig von der Wahl von β in keinem Zustand. Der Erwartungsnutzen bleibt ebenfalls konstant, so dass die geschäftspolitischen Auswirkungen einer marginalen Zunahme von β vollständig dem Substitutionseffekt zuzurechnen sind. Differenziert man das implizit definierte, optimale Kreditvolumen nach β und berück-

[61] Vgl. Davis (1989), S. 132 oder Adam-Müller (1995), S. 29.
[62] Vgl. Davis (1989), S. 132 f.

sichtigt die Kompensationszahlung, entsteht:

$$\begin{aligned}\frac{d\,L^*}{d\,\beta} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)(A^*\tilde{\epsilon}+\tilde{\Theta}'(\beta))(r_L-\tilde{r}_A{}^n-C_L'(L^*))\right]M_3+E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right](M_2+M_3)\\ &\quad +E\left[U''(\tilde{W}^*)(A^*\tilde{\epsilon}+\tilde{\Theta}'(\beta))(\tilde{r}_A{}^n-r_D-C_D'(D^*))\right]M_2\Big\}\left(M_1\,M_3-M_2^2\right)^{-1}\\ &= \frac{M_2+M_3}{M_1\,M_3-M_2^2}\;E\left[U'(\tilde{W}^*)\tilde{\epsilon}\right]\,. \end{aligned} \qquad (2.32)$$

Das zweite Gleichheitszeichen ist eine direkte Implikation von (2.31), da in den beiden entfallenden Erwartungswerten der Ausdruck $A^*\tilde{\epsilon}+\tilde{\Theta}'(\beta)$ für sämtliche Realisationen von $\tilde{\epsilon}$ den Wert null annimmt.

Unter dem hier verwendeten Kompensationsschema $\tilde{\Theta}(\beta)$ gibt der erste Erwartungswert in (2.29) den Substitutionseffekt an, während die übrigen zwei Erwartungswerte den Einkommenseffekt bilden. Der Substitutionseffekt ist eindeutig und wegen des negativen Zählers, positiven Nenners und negativen Erwartungswertes in (2.32) positiv. Der Einkommenseffekt ist nicht eindeutig; er hängt von der absoluten Risikoaversion ab. Bei abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion wirkt er positiv auf die optimale Kreditpolitik, wohingegen er bei zunehmender absoluter Risikoaversion – im Gegensatz zum Einkommenseffekt bei Fixkostenveränderungen – unbestimmt ist.

Die Aufteilung des Gesamteffektes in einen Einkommens- und einen Substitutionseffekt setzt die Verwendung eines Kompensationsschemas voraus. Im obigen Beispiel wurde eine einmalige, von β abhängige, stochastische Kompensationszahlung benutzt, um einen von β unabhängigen Erwartungsnutzen zu erzielen. Neben diesem Schema existieren weitere, anhand derer andere Aufteilungen des Gesamteffektes möglich sind.[63] Im Gegensatz zur mikroökonomischen Theorie unter Sicherheit ist die Höhe des Einkommens- und des Substitutionseffektes unter Unsicherheit daher nicht eindeutig, sondern vom verwendeten Kompensationsschema abhängig.[64]

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird die in Abschnitt 2.1.3 angegebene Definition des Substitutions- und Einkommenseffektes benutzt. Der Einkommenseffekt entspricht dem auf Fixkostenänderungen zurückführbaren Effekt, der Substitutionseffekt ist der Gesamteffekt abzüglich des Einkommenseffektes. Ein Vorteil dieser Definition ist die Vermeidung der kompensationsabhängigen Uneindeutigkeit des Substitutionseffektes.[65]

[63] Vgl. Davis (1989), S. 134 f.
[64] Vgl. Davis (1989), S. 135 und Adam-Müller (1995), S. 30.
[65] Vgl. Adam-Müller (1995), S. 31.

2.1.4.2 Allgemeine Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung

Die bislang durchgeführten komparativ-statischen Analysen basierten auf sehr speziellen Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, bei denen sämtliche Realisationen entweder um einen konstanten Faktor erhöht oder mit einem positiven Faktor multipliziert wurden. Obwohl die Wirkungen auf die optimale Geschäftspolitik einfach zu analysieren sind, ist der Nachteil derartiger Parametrisierungen, dass keine Aussagen über Wahrscheinlichkeitsverteilungen möglich sind, die sich lediglich in einzelnen Realisationen voneinander unterscheiden. Außerdem stellen die Parametrisierungen des obigen Typs nicht sicher, dass ökonomisch nicht sinnvolle Realisationen der Finanzanlagenrendite, z. B. Renditen kleiner -100 % pro Periode, ausgeschlossen sind.

Um diesen Kritikpunkten Rechnung zu tragen, sollen nun weniger spezielle Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung untersucht werden. Dabei handelt es sich um Änderungen im Sinne stochastischer Dominanz erster und zweiter Ordnung und um Erwartungswert-neutrale Spreizungen. Hadar/Seo (1990), Hadar/Seo (1992) und Adam-Müller (1995) haben die Auswirkungen derartiger Änderungen in einfachen Entscheidungsmodellen untersucht.

Der weitere Ablauf dieses Abschnitts ist wie folgt gegliedert: Zunächst werden die im Mittelpunkt stehenden Verteilungsänderungen exakt definiert und charakteristische Eigenschaften herausgestellt. Im Anschluss erfolgt der Beweis eines Lemmas, das zur Vereinfachung der Beweise der nachfolgenden komparativ-statischen Analysen dient. Sowohl die Definitionen als auch die Sätze gehen aus Vereinfachungsgründen von stetig verteilten Finanzanlagenrenditen aus, deren Realisationen sich im Intervall $[-1, \bar{r}_A]$, mit $\bar{r}_A \in \mathbb{R}^+$, befinden.[66]

Die Theorie der stochastischen Dominanz befasst sich mit der Frage, unter welchen Bedingungen an die Wahrscheinlichkeitsverteilungen zweier Zufallsvariablen $\tilde{r}_A{}^1$ und

[66] Diese Einschränkung wird im Wesentlichen aus zwei Gründen vorgenommen: aus Notationsgründen auf der einen Seite und Existenzgründen auf der anderen Seite. Die Zulassung diskret verteilter Zufallsvariablen erfordert eine andere Darstellungsweise, bei der sämtliche Integrale, z. B. bei der Erwartungswertberechnung, durch endliche Summen zu ersetzen sind. Vgl. in diesem Zusammenhang Fishburn/Vickson (1978), S. 61 ff. bei stochastischer Dominanz und Rothschild/Stiglitz (1970), S. 103 sowie die Korrekturen von Leshno et al. (1997), S. 224 f. bei Erwartungswert-neutralen Spreizungen. Auf der anderen Seite dient eine Beschränkung der Zufallsvariablen dazu, die Existenz von Momenten wie Erwartungswerten, Varianzen, etc. zu sichern. Machina/Pratt (1997), S. 104 ff. und Müller (1998), S. 231 ff. geben die Definitionen von Erwartungswert-neutralen Spreizungen für den Fall unbeschränkter Zufallsvariablen an.

$\tilde{r}_A{}^2$ der Erwartungsnutzen von $\tilde{r}_A{}^1$ für sämtliche Nutzenfunktionen einer bestimmten Klasse nicht kleiner als der Erwartungsnutzen von $\tilde{r}_A{}^2$ ist. Je nach Definition der Nutzenfunktionsklasse lassen sich unterschiedliche Grade der stochastischen Dominanz unterscheiden.

Definition: *Die Verteilungsfunktion $F^1(r_A)$ der Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^1$ dominiert die Verteilungsfunktion $F^2(r_A)$ der Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^2$ im Sinne stochastischer Dominanz erster [zweiter] Ordnung, $F^1(r_A) >_1 [>_2]\ F^2(r_A)$, wenn für alle Nutzenfunktionen mit positivem [positivem, abnehmendem] Grenznutzen der erwartete Nutzen von $\tilde{r}_A{}^1$ größer oder gleich dem erwarteten Nutzen von $\tilde{r}_A{}^2$ ist.*[67]

Anhand dieser Definition ist es möglich, Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Finanzanlagenrendite unabhängig von der Wahl der Entscheidungsvariablen partiell zu ordnen. Maßgeblich ist dabei nicht der erwartete Nutzen des Endvermögens, sondern der erwartete Nutzen der Finanzanlagenrendite. Unter welchen Bedingungen eine Verbesserung oder Verschlechterung der Wahrscheinlichkeitsverteilung eindeutige Aussagen über die Auswirkungen auf die optimale Geschäftspolitik einer Bank zulässt, bleibt zu klären. Aus der entscheidungstheoretischen Literatur ist folgendes Lemma bekannt, das notwendige und hinreichende Bedingungen für die stochastische Dominanz erster und zweiter Ordnung angibt und im Anhang A, A.1 auf S. 255 bewiesen wird.[68]

Lemma 1 *Angenommen, die Realisationen der Zufallsvariablen $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ befinden sich in dem Intervall $[-1, \bar{r}_A]$. Dann gilt:*

1. $F^1(r_A) >_1 F^2(r_A) \quad \Leftrightarrow \quad F^1(r_A) \leq F^2(r_A) \quad \forall\, r_A \in [-1, \bar{r}_A]$ *und*
2. $F^1(r_A) >_2 F^2(r_A) \quad \Leftrightarrow \quad \int_{-1}^{r_A} F^1(v)\, dv \leq \int_{-1}^{r_A} F^2(v)\, dv \quad \forall\, r_A \in [-1, \bar{r}_A]\,.$

Verläuft die Verteilungsfunktion einer Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^1$ im gesamten Bereich $[-1, \bar{r}_A]$ nicht oberhalb der Verteilungsfunktion einer Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^2$ dominiert die Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^1$ die Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^2$ im Sinne stochastischer Dominanz erster Ordnung.[69]

[67] In dieser Arbeit reicht es aus, die nicht strikte Definition von stochastischer Dominanz zu verwenden und Gleichheit zwischen den Erwartungsnutzen zuzulassen. Sie erleichtert die nachfolgenden Beweise und geht auf Hadar/Russel (1969), S. 27 ff., Rothschild/Stiglitz (1970), S. 100 ff., Ingersoll (1987), S. 122 ff. und Gollier (2001), S. 42 ff. und S. 46 f. zurück. Die strikte Definition der stochastischen Dominanz, bei der verlangt wird, dass der erwartete Nutzen von $\tilde{r}_A{}^1$ echt größer als der erwartete Nutzen von $\tilde{r}_A{}^2$ sein muss, verwenden Fishburn/Vickson (1978), S. 52 f. und Bamberg/Coenenberg (2002), S. 114 f.

[68] Vgl. Fishburn/Vickson (1978), S. 72 ff., Ingersoll (1987), S. 122 ff. und Gollier (2001), S. 39 ff.

[69] Vgl. Ingersoll (1987), S. 122 f., Gollier (2001), S. 42 ff. und Bamberg/Coenenberg (2002), S. 115 f.

Stochastische Dominanz zweiter Ordnung liegt vor, wenn das Integral über die Verteilungsfunktion der dominierenden Zufallsvariable im gesamten Bereich $[-1, \bar{r}_A]$ nicht größer als das Integral über die Verteilungsfunktion der dominierten Zufallsvariable ist. Man sagt, dass in diesem Fall die „Integralbedingung" erfüllt ist.[70]

Der Erwartungswert einer Zufallsvariable $\tilde{r}_A$ lässt sich mit Hilfe der partiellen Integration umformen zu $E[\tilde{r}_A] = \bar{r}_A - \int_{-1}^{\bar{r}_A} F(r_A)\, d\, r_A$.[71] Dabei bezeichnet $F(r_A)$ die Verteilungsfunktion von $\tilde{r}_A$. Dominiert die Rendite $\tilde{r}_A{}^1$ die Rendite $\tilde{r}_A{}^2$ im Sinne stochastischer Dominanz zweiter Ordnung, so dass die Integralbedingung für sämtliche Realisationen erfüllt ist, muss der Erwartungswert von $\tilde{r}_A{}^1$ immer größer gleich dem Erwartungswert von $\tilde{r}_A{}^2$ sein. Dies ist eine notwendige Bedingung für stochastische Dominanz zweiter Ordnung. Der Spezialfall, bei dem die Erwartungswerte von $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ übereinstimmen, wird in der Literatur als Risikosteigerung bezeichnet.[72] Zwischen Risikosteigerungen und Erwartungswert-neutralen Spreizungen besteht eine enge Verwandtschaft, wie das nächste Lemma zeigt.

Definition: *Eine abschnittsweise definierte Funktion $s(r_A)$ wird als einfache Erwartungswert-neutrale Spreizung bezeichnet, wenn sie die folgenden drei Kriterien erfüllt:*

$$s(r_A) = \begin{cases} s_1 & \textit{für } r_1 < r_A < r_1 + t\,, \\ -s_1 & \textit{für } r_2 < r_A < r_2 + t\,, \\ -s_2 & \textit{für } r_3 < r_A < r_3 + t\,, \\ s_2 & \textit{für } r_4 < r_A < r_4 + t\,, \\ 0 & \textit{sonst}\,, \end{cases} \tag{2.33}$$

$$\begin{gathered} -1 + 2\,t \leq r_1 + 2\,t < r_2 + t < r_3 < r_4 - t \leq \bar{r}_A - 2\,t\,, \\ s_1,\, s_2, t > 0\,, \end{gathered} \tag{2.34}$$

$$s_1\,(r_2 - r_1) = s_2\,(r_4 - r_3)\,. \tag{2.35}$$

Die Summe mehrerer einfacher Erwartungswert-neutraler Spreizungen heißt (allgemeine) Erwartungswert-neutrale Spreizung.

Einfache Erwartungswert-neutrale Spreizungen ordnen jeder möglichen Realisation der Finanzanlagenrendite einen bestimmten Funktionswert zu. Charakteristisch ist dabei, dass nur die Renditen, die sich in vier festgelegten Intervallen befinden, von null

[70] Vgl. u. a. Rothschild/Stiglitz (1970), S. 103 ff. und Huang/Litzenberger (1988), S. 45 f.

[71] Vgl. Gollier (2001), S. 43. Der Erwartungswert existiert, da die Realisationen der Finanzanlagenrendite beschränkt sind.

[72] Vgl. Rothschild/Stiglitz (1970), S. 100 ff. und Gollier (2001), S. 43 f.

verschiedene Funktionswerte besitzen. Die Funktionswerte sind positiv bei Renditerealisationen, die sich in den äußeren beiden Intervallen befinden. Für Renditen in den inneren beiden Intervallen sind die Funktionswerte negativ.

Die Bedeutung von Erwartungswert-neutralen Spreizungen liegt darin begründet, dass sich mit ihrer Hilfe Dichtefunktionen konstruieren lassen, deren zugehörige Zufallsvariablen denselben Erwartungswert besitzen und sich im Sinne stochastischer Dominanz zweiter Ordnung voneinander unterscheiden. Diese Behauptung gilt es zunächst zu beweisen. Sei $f^1(r_A)$ eine Dichtefunktion und $s(r_A)$ eine Erwartungswert-neutrale Spreizung, die $f^1(r_A) + s(r_A) \geq 0$ für alle $r_A \in [-1, \bar{r}_A]$ erfüllt. Die Funktion $f^2(r_A) = f^1(r_A) + s(r_A)$ ist eine Dichtefunktion, da sie über den gesamten Definitionsbereich Werte größer gleich null annimmt und wegen $\int_{-1}^{\bar{r}_A} s(r_A)\, d\,r_A = 0$ die Normierungseigenschaft

$$
\begin{aligned}
\int_{-\infty}^{\infty} f^2(r_A)\, d\,r_A &= \int_{-1}^{\bar{r}_A} f^2(r_A)\, d\,r_A \\
&= \int_{-1}^{\bar{r}_A} f^1(r_A) + s(r_A)\, d\,r_A = \int_{\infty}^{\infty} f^1(r_A)\, d\,r_A = 1
\end{aligned}
\tag{2.36}
$$

einhält. Für die Funktion $s(r_A)$ gilt außerdem $\int_{-1}^{\bar{r}_A} r_A\, s(r_A)\, d\,r_A = 0$, wie man mit Hilfe der Annahme (2.35) leicht nachrechnen kann. Dies hat zur Folge, dass die zu $f^1(r_A)$ und $f^2(r_A)$ gehörenden Zufallsvariablen $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ über gleiche Erwartungswerte verfügen, denn

$$
\begin{aligned}
E\left[\tilde{r}_A{}^2\right] &= \int_{-\infty}^{\infty} r_A\, f^2(r_A)\, d\,r_A \\
&= \int_{-1}^{\bar{r}_A} r_A\, \left(f^1(r_A) + s(r_A)\right)\, d\,r_A = \int_{-\infty}^{\infty} r_A\, f^1(r_A)\, d\,r_A = E\left[\tilde{r}_A{}^1\right] .
\end{aligned}
\tag{2.37}
$$

Im Unterschied zu $\tilde{r}_A{}^1$ besitzen die Realisationen von $\tilde{r}_A{}^2$, die weiter entfernt vom (näher am) Erwartungswert liegen, höhere (niedrigere) Werte der Dichtefunktion. Rothschild/Stiglitz (1970) haben gezeigt, dass in diesem Fall zwischen $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ eine stochastische Dominanzbeziehung zweiten Grades besteht, wobei die Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^1$ die Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^2$ dominiert. Erwartungswert-neutrale Spreizungen sind somit äquivalent zu Risikosteigerungen und stellen einen Spezialfall stochastischer Dominanz zweiter Ordnung dar. Diese Aussage wird im nächsten Lemma manifestiert.[73]

[73]Kroll et al. (1995) geben notwendige und hinreichende Bedingungen an, unter denen Erwartungswert-neutrale Spreizungen den Erwartungsnutzen von Investoren erhöhen, deren Nutzenfunktion durch abnehmende absolute Risikoaversion gekennzeichnet ist.

Lemma 2 *Folgende Aussagen sind äquivalent:*

1. $\tilde{r}_A{}^2$ *ist eine Erwartungswert-neutrale Spreizung von* $\tilde{r}_A{}^1$, $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$.

2. $E[\tilde{r}_A{}^2] = E[\tilde{r}_A{}^1]$ *und für jede konkave [konvexe] Funktion* $U(r_A)$ *gilt:* $E[U(\tilde{r}_A{}^1)] \geq [\leq]\ E[U(\tilde{r}_A{}^2)]$.

Beweis: Vgl. Anhang A, A.2 auf S. 257.

Neben Lemma 1 und 2 verwenden die Beweise der anschließenden komparativ-statischen Analysen das folgende Lemma 3, das eine Erweiterung des Lemmas von Hadar/Seo (1990) bzw. Hadar/Seo (1992) ist. Es lässt sich nur bei optimalem Bankverhalten nachweisen.

Lemma 3 *Sei* $P^* = (L^*, D^*)$ *das optimale Kredit- und Einlagenvolumen und* $Q = (r_L, r_D, \overline{K}, C_L(\cdot), C_D(\cdot), C_F, I)$, *wobei* $C_L(\cdot)$ *und* $C_D(\cdot)$ *steigende und konvexe Funktionen sind. Weiter sei* $\Pi_F^* = W^* - I + C_F$ *der optimale Endvermögenszuwachs des Bankeigentümers vor Fixkosten bei einer beliebigen Realisation der Finanzanlagenrendite, mit* W *aus (2.4). Falls* $P^*, A^* > 0$ *sind, gilt für die Funktionen*

$$\Psi(r_A, P^*, Q) = U'(W^*)\,(r_L - r_A - C_L'(L^*))\ , \tag{2.38}$$

$$\Phi(\Pi_F^*) = \Pi_F^*\, U'(\Pi_F^* + I - C_F)\,: \tag{2.39}$$

1. *Die Funktion* $\Psi(r_A, P^*, Q)$ *ist für alle* Q *und alle* P^* *nicht-steigend in* r_A, *wenn* $\Phi(\Pi_F^*)$ *für alle* C_F *und alle* I *nicht-fallend ist und* $U''(W) \leq 0$ *gilt.*

2. *Die Funktion* $\Phi(\Pi_F^*)$ *ist für alle* C_F *und alle* I *nicht-fallend, wenn* $\Psi(r_A, P^*, Q)$ *für alle* Q *und alle* P^* *nicht-steigend in* r_A *ist.*

3. *Die Funktion* $\Psi(r_A, P^*, Q)$ *ist für alle* Q *und alle* P^* *schwach konvex in* r_A, *wenn* $\Phi(\Pi_F^*)$ *für alle* C_F *und alle* I *schwach konkav ist und* $U'''(W) \geq 0$ *gilt.*

4. *Die Funktion* $\Phi(\Pi_F^*)$ *ist für alle* C_F *und alle* I *schwach konkav, wenn* $\Psi(r_A, P^*, Q)$ *für alle* Q *und alle* P^* *schwach konvex in* r_A *ist.*

Beweis: Angenommen, $\hat{\Psi}$ ist durch $\hat{\Psi}(r_A, P^*, Q) = U'(W^*)(r_A - r_D - C'_D(D^*))$ definiert. Wegen (2.8) folgt $\Psi(r_A, P^*, Q) = -\hat{\Psi}(r_A, P^*, Q)$. Mit Hilfe von (2.1), (2.4) und (2.8) lässt sich $\Psi(r_A, P^*, Q)$ für beliebige Q und P^* umformen zu

$$\begin{aligned}
-A^* \Psi(r_A, P^*, Q) &= (L^* - \overline{K} - D^*) \Psi(r_A, P^*, Q) \\
&= (L^* - \overline{K}) \Psi(r_A, P^*, Q) + D^* \hat{\Psi}(r_A, P^*, Q) \\
&= U'(W^*) \big(L^*(r_L - r_A) - D^*(r_D - r_A) + \overline{K}\, r_A - C_L(L^*) - C_D(D^*)\big) \\
&\quad - U'(W^*)\, \overline{K}\, (r_L - C'_L(L^*)) + U'(W^*)\, (C_L(L^*) - L^*\, C'_L(L^*)) \\
&\quad + U'(W^*)\, (C_D(D^*) - D^*\, C'_D(D^*)) \qquad (2.40) \\
&= \Phi(\Pi_F^*) - U'(W^*)\, \overline{K}\, (r_D + C'_D(D^*)) + U'(W^*)\, (C_L(L^*) - L^*\, C'_L(L^*)) \\
&\quad + U'(W^*)\, (C_D(D^*) - D^*\, C'_D(D^*)) \ .
\end{aligned}$$

Differenziert man die Funktion $\Psi(r_A, P^*, Q)$ zweimal partiell nach r_A, ergibt sich[74]

$$\begin{aligned}
-A^* \Psi_{r_A}(r_A, P^*, Q) &= A^* \Phi'(\Pi_F^*) - A^* U''(W^*)\, \overline{K}\, (r_D + C'_D(D^*)) \\
&\quad + A^* U''(W^*)\, (C_L(L^*) - L^*\, C'_L(L^*)) \qquad (2.41) \\
&\quad + A^* U''(W^*)\, (C_D(D^*) - D^*\, C'_D(D^*)) \ ,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
-A^* \Psi_{(r_A)^2}(r_A, P^*, Q) &= A^{*2} \Phi''(\Pi_F^*) - A^{*2} U'''(W^*)\, \overline{K}\, (r_D + C'_D(D^*)) \\
&\quad + A^{*2} U'''(W^*)\, (C_L(L^*) - L^*\, C'_L(L^*)) \qquad (2.42) \\
&\quad + A^{*2} U'''(W^*)\, (C_D(D^*) - D^*\, C'_D(D^*)) \ .
\end{aligned}$$

Zunächst erfolgt der Beweis der ersten und dritten Aussage, anschließend der der zweiten und vierten Aussage.

Für jedes beliebige $L > 0$ liegt die Funktion $C_L(L)$ immer unterhalb der Funktion $L\, C'_L(L)$. Denn die an der Stelle $L = 0$ übereinstimmenden Funktionen besitzen für positive L unterschiedliche Steigungen. Dabei ist die Steigung der ersten Funktion, $C'_L(L)$, wegen der Annahme steigender Grenzkosten immer kleiner als die Steigung der zweiten Funktion, $C'_L(L) + L\, C''_L(L)$. Folglich muss $C_L(L) < L\, C'_L(L)$ für positive L, zu denen auch L^* gehört, gelten. Überträgt man die Argumentation auf das optimale Einlagenvolumen, folgt $C_D(D^*) < D^*\, C'_D(D^*)$ für $D^* > 0$. Unter Berücksichtigung von $\overline{K}, r_D > 0$ sowie der Annahmen $U''(W) \leq 0$ und $\Phi'(\Pi_F^*) \geq 0$ ist jeder der vier Terme auf der rechten Seite von (2.41) größer gleich null. Dies führt zu $-A^* \Psi_{r_A}(r_A, P^*, Q) \geq 0$, und die Division durch $-A^* < 0$ liefert die erste Behauptung.

[74] $\Psi_{(r_A)^i}(\cdot)$ kennzeichnet die i-te partielle Ableitung der Funktion $\Psi(\cdot)$ nach r_A.

Der Nachweis der dritten Aussage erfolgt analog. $U'''(W) \geq 0$ und $\Phi''(\Pi_F^*) \leq 0$ sorgen für ausschließlich nicht-positive Terme auf der rechten Seite von (2.42). Äquivalent dazu ist $\Psi_{(r_A)^2}(r_A, P^*, Q) \geq 0$.

Der Beweis der zweiten und vierten Aussage ist komplizierter und wird indirekt geführt. Angenommen, es existieren Werte ${\Pi_F^*}^0$, I^0 und C_F^0 mit $\Phi'({\Pi_F^*}^0) < 0$. Um Aussage 2 zu beweisen, ist zu zeigen, dass Werte r_A^0, P^{*0} und Q^0 existieren, für die $\Psi_{r_A}(r_A^0, P^{*0}, Q^0) > 0$ gilt. Ausgehend von einer Konstanten ξ, die durch

$$\xi = \frac{\Phi'({\Pi_F^*}^0)}{4\, U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)} \tag{2.43}$$

definiert ist und bei Risikoaversion einen positiven Wert annimmt, lassen sich konvexe Funktionen $C_L^0(L)$ und $C_D^0(D)$ konstruieren, die $C_L^0(0) = C_D^0(0) = 0$ erfüllen und sich asymptotisch den Geraden $y_L(L) = \lambda_L\, L - \frac{\xi}{2}$ bzw. $y_D(D) = \lambda_D\, D - \frac{\xi}{2}$ mit $\lambda_L, \lambda_D > 0$ annähern.[75] Die Steigung von $C_L^0(L)$ kann per Konstruktion niemals größer als die Steigung der Geraden $y_L(L)$ sein. Die Gründe für $\lambda_L \geq {C_L^0}'(L)$ für alle L sind, dass $y_L(0) < C_L^0(0) = 0$ gilt, $C_L^0(L)$ konvex verläuft und $C_L^0(L) - y_L(L)$ mit zunehmendem L gegen null konvergiert. Da die konstruierte Kostenfunktion immer oberhalb der Geraden $y_L(L)$ liegt, $C_L^0(L) > y_L(L)$ für alle L, folgt

$$\begin{aligned} \xi > \frac{\xi}{2} &= \lambda_L\, L - y_L(L) > \lambda_L\, L - C_L^0(L) \\ \Leftrightarrow \qquad & C_L^0(L) - \lambda_L\, L + \xi > 0\,. \end{aligned} \tag{2.44}$$

Unter Verwendung von $\lambda_L \geq {C_L^0}'(L)$ ergibt sich

$$C_L^0(L) - L\, {C_L^0}'(L) + \xi \geq C_L^0(L) - L\, \lambda_L + \xi > 0 \tag{2.45}$$

für alle L. Ebenso lässt sich die Kostenfunktion des Einlagenvolumens durch $C_D^0(D) - D\, {C_D^0}'(D) + \xi > 0$ für alle D abschätzen. Im nächsten Schritt legt man die Werte r_A^0, r_L^0, r_D^0 und $\overline{K}^0$ innerhalb der zulässigen Definitionsbereiche so fest, dass

$$\begin{aligned} L^{*0}\,(r_L^0 - r_A^0) - D^{*0}\,(r_D^0 - r_A^0) + \overline{K}^0\, r_A^0 - C_L^0(L^{*0}) - C_D^0(D^{*0}) = {\Pi_F^*}^0\,, \\ \overline{K}^0\left(r_D^0 + {C_D^0}'(D^{*0})\right) = \xi \end{aligned} \tag{2.46}$$

erfüllt sind und L^{*0} und D^{*0} das zu Grunde liegende Entscheidungsproblem lösen.

[75] Der Beweis für den Fall eines risikoneutralen Bankeigentümers ist trivial, vgl. (2.41). Die weiteren Ausführungen unterstellen daher Risikoaversion.

Dann lässt sich folgende Abschätzung treffen:

$$
\begin{aligned}
\Psi_{r_A}(r_A^0, P^{*0}, Q^0) &= -\Phi'({\Pi_F^*}^0) + U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\,\overline{K}^0 \left(r_D^0 + {C_D^0}'(D^{*0})\right) \\
&\qquad - U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\left(C_L^0(L^{*0}) - L^{*0}\,{C_L^0}'(L^{*0})\right) \\
&\qquad - U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\left(C_D^0(D^{*0}) - D^{*0}\,{C_D^0}'(D^{*0})\right) \\
&= -\Phi'({\Pi_F^*}^0) + 3\,U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\,\xi \qquad (2.47) \\
&\qquad - U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\left(C_L^0(L^{*0}) - L^{*0}\,{C_L^0}'(L^{*0}) + \xi\right) \\
&\qquad - U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\left(C_D^0(D^{*0}) - D^{*0}\,{C_D^0}'(D^{*0}) + \xi\right) \\
&> -\Phi'({\Pi_F^*}^0) + 3\,U''({\Pi_F^*}^0 + I^0 - C_F^0)\,\xi \\
&= -\Phi'({\Pi_F^*}^0) + \frac{3}{4}\,\Phi'({\Pi_F^*}^0) = -\frac{1}{4}\,\Phi'({\Pi_F^*}^0) > 0\,.
\end{aligned}
$$

Das erste Gleichheitszeichen resultiert aus (2.41), das zweite aus (2.46). Die Ungleichung wird durch (2.45) und das Analogon für das optimale Einlagenvolumen erzielt. Das dritte Gleichheitszeichen entsteht durch Einsetzen der Definition von ξ. Insgesamt ist die Existenz von r_A^0, P^{*0} und Q^0 bewiesen und Aussage zwei gezeigt.

Der Beweis von Aussage vier ist für $U'''(W) \leq 0$ trivial, denn wegen $C_L(L^*) < L^*\,C_L'(L^*)$ und $C_D(D^*) < D^*\,C_D'(D^*)$ und der Annahme $\Psi_{(r_A)^2}(r_A, P^*, Q) \geq 0$ folgt aus (2.42) unmittelbar $\Phi''(\Pi_F^*) \leq 0$. Es bleibt die Behauptung für $U'''(W) > 0$ zu zeigen. Angenommen, es existieren Werte ${\Pi_F^*}^+$, I^+ und C_F^+ mit $\Phi''({\Pi_F^*}^+) > 0$. Wie in dem Beweis von Aussage zwei können zwei konvexe Funktionen $C_L^+(L)$ und $C_D^+(D)$ konstruiert werden, die $C_L^+(0) = C_D^+(0) = 0$ erfüllen und sich asymptotisch den Geraden $y_L^+(L) = \lambda_L^+\,L - \frac{\xi^+}{2}$ und $y_D^+(D) = \lambda_D^+\,D - \frac{\xi^+}{2}$ mit $\lambda_L^+, \lambda_D^+ > 0$ annähern. Die Konstante ξ^+ ist dabei folgendermaßen definiert:

$$
\xi^+ = \frac{\Phi''({\Pi_F^*}^+)}{4\,U'''({\Pi_F^*}^+ + I^+ - C_F^+)} > 0\,. \qquad (2.48)
$$

Führt man dieselben Schlussfolgerungen wie in dem Beweis von Aussage zwei durch, müssen $C_L^+(L) - L\,{C_L^+}'(L) + \xi^+ > 0$ und $C_D^+(D) - D\,{C_D^+}'(D) + \xi^+ > 0$ für alle L und D sein. Im Anschluss bestimmt man Werte r_A^+, r_L^+, r_D^+ und $\overline{K}^+$, für die

$$
\begin{aligned}
L^{*+}\,(r_L^+ - r_A^+) - D^{*+}\,(r_D^+ - r_A^+) + \overline{K}^+\,r_A^+ - C_L^+(L^{*+}) - C_D^+(D^{*+}) &= {\Pi_F^*}^+\,, \\
\overline{K}^+\left(r_D^+ + {C_D^+}'(D^{*+})\right) &= \xi^+
\end{aligned}
\qquad (2.49)
$$

gilt und L^{*+} und D^{*+} Lösungen des Optimierungsproblems darstellen. Mit Hilfe von (2.42), (2.48), (2.49) und den Abschätzungen der Kostenfunktionen ergibt sich:

$$\begin{aligned}\Psi_{(r_A)^2}(r_A^+, P^{*+}, Q^+) &= -A^{*+}\,\Phi''(\Pi_F^{*+}) + 3\,A^{*+}\,U'''(\Pi_F^{*+} + I^+ - C_F^+)\,\xi^+ \\ &\quad - A^{*+}\,U'''(\Pi_F^{*+} + I^+ - C_F^+)\left(C_L^+(L^{*+}) - L^{*+}\,C_L^{+\prime}(L^{*+}) + \xi^+\right) \\ &\quad - A^{*+}\,U'''(\Pi_F^{*+} + I^+ - C_F^+)\left(C_D^+(D^{*+}) - D^{*+}\,C_D^{+\prime}(D^{*+}) + \xi^+\right) \\ &< -A^{*+}\,\Phi''(\Pi_F^{*+}) + 3\,A^{*+}\,U'''(\Pi_F^{*+} + I^+ - C_F^+)\,\xi^+ \qquad (2.50) \\ &= -A^{*+}\,\Phi''(\Pi_F^{*+}) + \frac{3}{4}\,A^{*+}\,\Phi''(\Pi_F^{*+}) = -\frac{1}{4}\,A^{*+}\,\Phi''(\Pi_F^{*+}) < 0\,.\end{aligned}$$

Demnach existieren Werte r_A^+, P^{*+} und Q^+, für die $\Psi_{(r_A)^2}(r_A^+, P^{*+}, Q^+) < 0$ ist, wodurch indirekt die vierte Aussage bewiesen ist. □

Mit Lemma 3 sind die Vorarbeiten zur Durchführung allgemeinerer komparativ-statischer Analysen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite abgeschlossen. Im Mittelpunkt der weiteren Untersuchungen steht nun die Frage, unter welchen Umständen Verschlechterungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung eindeutige Anpassungen der optimalen Geschäftspolitik einer Bank hervorrufen. Verschlechterungen sind dabei zunächst im Sinne stochastischer Dominanz erster Ordnung zu verstehen, anschließend als erwartungswert-neutrale Spreizungen und schließlich als Veränderungen im Sinne stochastischer Dominanz zweiter Ordnung. Es stellt sich heraus, dass den Eigenschaften der Funktion $\Phi(\Pi_F^*)$ aus (2.39) eine besondere Bedeutung zukommt. Hadar/Seo (1990) und Hadar/Seo (1992) haben dies für Unternehmen unter Preisrisiko herausgefunden, Adam-Müller (1995) für Unternehmen unter Wechselkursrisiko.[76] Die vorliegende Arbeit erweitert die Ergebnisse der Literatur in mehrfacher Hinsicht. Zum einen werden nicht nur Investitions-, sondern auch Finanzierungsentscheidungen in die Analyse mit einbezogen. Den Entscheidungsträgern stehen in diesem Fall mehrere Entscheidungsvariablen zur Verfügung, so dass aus mathematischer Sicht die Dimension des Optimierungsproblems steigt. Trotz der komplexeren Entscheidungssituation sind die wesentlichen Ergebnisse aus der Literatur in ähnlicher Form auch hier wiederzufinden. Sie scheinen insofern recht robust zu sein. Zum anderen werden positive Anfangsvermögen des Bankeigentümers zugelassen. Die oben genannten Beiträge verwenden allesamt den Endvermögenszuwachs als relevante Ergebnisgröße. Da das Bernoulli-Prinzip jedoch nicht auf der Basis von Zuwächsen, sondern auf der Basis des Endvermögens definiert ist und die Autoren die Nutzenfunktionen nicht in

[76] Gollier (2001) untersucht die Auswirkungen allgemeinerer Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung im Rahmen des Grundmodells der Portefeuilletheorie, wenn dem Investor ein risikoloses und ein risikobehaftetes Wertpapier zur Verfügung stehen. Um Aussagen treffen zu können, sind ebenfalls Einschränkungen der Präferenzen notwendig. Vgl. Gollier (2001), S. 59 ff.

Bezug auf die Monotonie der absoluten Risikoaversion einschränken, gehen sie implizit von einem Investor mit einem Anfangsvermögen von null aus.[77] Die für die weiteren Untersuchungen wichtige Funktion $\Phi(\Pi_F^*)$ hängt dann ausschließlich von den Fixkosten ab. In dieser Arbeit wird demgegenüber das Endvermögen als Ergebnisgröße benutzt. Dann sind auch positive Anfangsvermögen möglich, und die Funktion $\Phi(\Pi_F^*)$ hängt neben den Fixkosten auch von dem Anfangsvermögen ab.

Im weiteren Verlauf des Abschnitts kennzeichnen L_1^*, A_1^* und D_1^* die optimale Geschäftspolitik unter der Ausgangs-Wahrscheinlichkeitsverteilung und L_2^*, A_2^* und D_2^* die optimale Geschäftspolitik unter der jeweils schlechteren Wahrscheinlichkeitsverteilung. Analog zu Lemma 3 ist $Q = (r_L, r_D, \overline{K}, C_L(\cdot), C_D(\cdot), C_F, I)$ exogen vorgegeben, und $C_L(\cdot)$ und $C_D(\cdot)$ verlaufen steigend und konvex.

Satz 8 *Dominiert die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^1$ die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^2$ im Sinne stochastischer Dominanz erster Ordnung, $F^1(r_A) >_1 F^2(r_A)$, so nimmt die Bank genau dann weniger Einlagen auf $[D_1^* \geq D_2^*]$, vergibt mehr Kredite $[L_1^* \leq L_2^*]$ und investiert weniger risikobehaftet $[A_1^* \geq A_2^*]$ für alle Q, wenn $\Phi(\Pi_F^*)$ für alle C_F und alle I nicht-abnehmend ist.*

Beweis: „$\Leftarrow$": Um nachzuweisen, dass $\Phi'(\Pi_F^*) \geq 0$ hinreichend für $D_1^* \geq D_2^*$, $L_1^* \leq L_2^*$ und $A_1^* \geq A_2^*$ ist, sind die Bedingungen erster Ordnung unter $F^1(r_A)$ an der Stelle (L_2^*, D_2^*) auszuwerten. Sofern das Vorzeichen von (2.6) nicht-positiv und das Vorzeichen von (2.7) nicht-negativ ist, lässt sich wie in dem Beweis von Satz 4 mit Hilfe von (2.1), (2.8) und (2.17) auf die Behauptung schließen. Unter Berücksichtigung der Funktion $\Psi(r_A, P^*, Q)$ aus (2.38) gilt für die Bedingung erster Ordnung bzgl. L:[78]

$$\begin{aligned}
&E_{F^1}\Big[U'(\tilde{W}_2^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L_2^*))\Big] \\
&\quad = \int_{-1}^{\bar{r}_A} U'(W_2^*)\,(r_L - r_A - C_L'(L_2^*))\;d\,F^1(r_A) \\
&\quad = \int_{-1}^{\bar{r}_A} \Psi(r_A, P_2^*, Q)\,d\left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right) \\
&\quad = \Psi(r_A, P_2^*, Q)\left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right)\Big|_{-1}^{\bar{r}_A} - \int_{-1}^{\bar{r}_A}\left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right)\,d\,\Psi(r_A, P_2^*, Q) \\
&\quad = \int_{-1}^{\bar{r}_A}\left(F^2(r_A) - F^1(r_A)\right)\;\Psi_{r_A}(r_A, P_2^*, Q)\,d\,r_A\,.
\end{aligned} \tag{2.51}$$

[77]Vgl. diesbezüglich auch Fußnote 11.

[78]$E_{F^1}[\cdot]$ kennzeichnet den Erwartungswert unter $F^1(r_A)$.

Das Riemann-Stieltjes-Integral in der zweiten Zeile von (2.51) existiert, da $U'(W_2^*)(r_L - r_A - C_L'(L_2^*)) = \Psi(r_A, P_2^*, Q)$ stetig ist und $F^1(r_A)$ monoton wächst.[79] Das dritte Gleichheitszeichen beruht darauf, dass Riemann-Stieltjes-Integrale linear in der Integrationsfunktion sind.[80] Insofern verändert die Addition der notwendigen Bedingung unter $F^2(r_A)$, die null ist, die Gleichung nicht. Mit partieller Integration ergibt sich die vorletzte Zeile von (2.51). Dabei ist zu beachten, dass die Verteilungsfunktionen $F^1(r_A)$ und $F^2(r_A)$ an der Stelle $\bar{r}_A$ den Wert eins annehmen und an der unteren Integrationsgrenze null sind, so dass der erste Ausdruck verschwindet. Das verbleibende Riemann-Stieltjes-Integral lässt sich in ein Riemann-Integral umformen, da $\Psi(r_A, P_2^*, Q)$ stetig differenzierbar ist und $F^1(r_A) - F^2(r_A)$ auf $[-1, \bar{r}_A]$ eine beschränkte Funktion mit einer endlichen Anzahl von Unstetigkeitsstellen und damit Riemann-integrierbar ist.[81]

Um das Vorzeichen des Riemann-Integrals zu bestimmen, bietet es sich an, Lemma 3, Aussage 1 und Lemma 1 anzuwenden. Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit sind in beiden Fällen erfüllt. Demnach gilt $\Psi_{r_A}(r_A, P_2^*, Q) \leq 0$ und $F^2(r_A) - F^1(r_A) \geq 0$ für alle r_A. Multipliziert man beide Ausdrücke miteinander, muss das Produkt für sämtliche Renditerealisationen negativ sein, ebenso wie das Integral über das Produkt, das der Bedingung erster Ordnung bzgl. L unter $F^1(r_A)$ ausgewertet an der Stelle (L_2^*, D_2^*) entspricht. Die Nicht-Negativität der zweiten Bedingung erster Ordnung ergibt sich durch Einsetzen von (2.8) in (2.51) und anschließender Multiplikation mit -1.

„$\Rightarrow$“: Im zweiten Teil des Beweises ist zu zeigen, dass $D_1^* \geq D_2^*$, $L_1^* \leq L_2^*$ und $A_1^* \geq A_2^*$ bei $F^1(r_A) >_1 F^2(r_A)$ hinreichend für $\Psi_{r_A}(r_A, P^*, Q) \leq 0$ für alle P^* und alle Q ist. Nach Lemma 3, Aussage 2 folgt dadurch die Behauptung. Der Beweis erfolgt indirekt. Angenommen, es existieren Werte $P_2^{*\dagger}$ und $Q^\dagger$ und ein nicht leeres Intervall $J = (\check{r}_A, \hat{r}_A) \subset [-1, \bar{r}_A]$, so dass für alle $r_A \in J$ gilt: $\Psi_{r_A}(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger) > 0$.[82] Seien ${r_A}^0 = r_L^\dagger - C_L^\dagger{}'(L_2^{*\dagger}) = r_D^\dagger + C_D^\dagger{}'(D_2^{*\dagger}) > 0$ und $c_1 > \max({r_A}^0, \hat{r}_A)$ zwei reelle Zahlen, die in die Definitionen folgender reeller Zahlen eingehen:

$$c_3 = -\int_{-1}^{{r_A}^0} \Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\, dr_A\,, \tag{2.52}$$

$$c_4 = \int_{{r_A}^0}^{c_1} \Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\, dr_A\,, \tag{2.53}$$

[79] Vgl. Walter (1990), S. 190.
[80] Vgl. Walter (1990), S. 192.
[81] Vgl. Bronstein/Semendjajew (1991), S. 290. Die Rechenregeln für die Umwandlung von Riemann-Stieltjes-Integralen in Riemann-Integrale sind bei Walter (1990), S. 194 zu finden.
[82] $P_2^{*\dagger}$ bezeichnet die optimale Geschäftspolitik einer Bank bei $Q^\dagger$ und einer noch näher zu spezifizierenden Wahrscheinlichkeitsverteilung von $\tilde{r}_A{}^2$.

$$c_2 = \frac{c_4}{c_3}\,({r_A}^0 + 1) + (c_1 - {r_A}^0)\,. \tag{2.54}$$

Da der Grenznutzen positiv ist, sorgen sämtliche Realisationen $r_A \leq {r_A}^0$ einer stetig verteilten Finanzanlagenrendite für $\Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger) = U'(W_2^{*\dagger})(r_L^\dagger - r_A - C_L^{\dagger\prime}(L_2^{*\dagger})) \geq 0$. Folglich ist das Integral in (2.52) positiv und c_3 negativ. c_4 weist ebenfalls ein negatives Vorzeichen auf, denn für alle Realisationen $r_A \geq {r_A}^0$ gilt $\Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger) \leq 0$. Wegen $c_1 - {r_A}^0 > 0$ und $c_3, c_4 < 0$ muss $c_2 > 0$ sein. Anhand der Parameter c_2, c_3 und c_4 lässt sich eine Funktion $f^2(r_A)$ konstruieren, mit

$$f^2(r_A) = \begin{cases} \dfrac{c_4}{c_2\,c_3} & \text{für } \; -1 \leq r_A < {r_A}^0\,, \\[2ex] \dfrac{1}{c_2} & \text{für } \; {r_A}^0 \leq r_A \leq c_1\,, \\[2ex] 0 & \text{sonst}\,, \end{cases} \tag{2.55}$$

die wegen

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} f^2(r_A)\,d\,r_A &= \int_{-1}^{{r_A}^0} \frac{c_4}{c_2\,c_3}\,d\,r_A + \int_{{r_A}^0}^{c_1} \frac{1}{c_2}\,d\,r_A \\ &= \frac{c_4}{c_2\,c_3}({r_A}^0 + 1) + \frac{1}{c_2}(c_1 - {r_A}^0) = 1 \end{aligned} \tag{2.56}$$

und der nicht-negativen Funktionswerte eine Dichte darstellt. Unter dieser Dichte gilt für die Bedingung erster Ordnung bzgl. L:

$$\begin{aligned} &E_{F^2}\Big[U'(\tilde{W}_2^{*\dagger})(r_L^\dagger - \tilde{r}_A - C_L^{\dagger\prime}(L_2^{*\dagger}))\Big] \\ &\quad = \int_{-1}^{\bar{r}_A} \Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\,d\,F^2(r_A) \\ &\quad = \int_{-1}^{{r_A}^0} \Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\,\frac{c_4}{c_2\,c_3}\,d\,r_A + \int_{{r_A}^0}^{c_1} \Psi(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\,\frac{1}{c_2}\,d\,r_A \\ &\quad = \frac{c_4}{c_2\,c_3}\,(-c_3) + \frac{1}{c_2}\,c_4 = 0\,. \end{aligned} \tag{2.57}$$

Dabei bezeichnet $F^2(r_A)$ die zu $f^2(r_A)$ gehörende Verteilungsfunktion. Bei gegebenem $Q^\dagger$ ist $(L_2^{*\dagger}, D_2^{*\dagger})$ unter $F^2(r_A)$ optimal. Für $\check{r}_A < \check{\check{r}}_A < \hat{\hat{r}}_A < \hat{r}_A$ sei die Verteilungsfunktion $F^1(r_A)$ wie folgt definiert:

$$F^1(r_A) = \begin{cases} F^2(\check{\check{r}}_A) & \text{für } \check{\check{r}}_A \leq r_A < \hat{\hat{r}}_A\,, \\[1ex] F^2(r_A) & \text{sonst}\,. \end{cases} \tag{2.58}$$

Im Intervall $(\check{\check{r}}_A, \hat{\hat{r}}_A]$ verläuft $F^1(r_A)$ unterhalb von $F^2(r_A)$, ansonsten sind die Funktionen identisch. Damit dominiert $F^1(r_A)$ die Verteilungsfunktion $F^2(r_A)$ stochastisch im ersten Grad. In Analogie zu (2.51) lässt sich die Bedingung erster Ordnung unter $F^1(r_A)$ folgendermaßen umschreiben:

$$\begin{aligned} &E_{F^1}\Big[U'(\tilde{W}_2^{*\dagger})(r_L^\dagger - \tilde{r}_A - C_L^{\dagger\prime}(L_2^{*\dagger}))\Big] \\ &\quad = \int_{-1}^{\bar{r}_A} \big(F^2(r_A) - F^1(r_A)\big)\ \Psi_{r_A}(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\, d\, r_A \\ &\quad = \int_{\check{\check{r}}_A}^{\hat{\hat{r}}_A} \big(F^2(r_A) - F^1(r_A)\big)\ \Psi_{r_A}(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger)\, d\, r_A\,. \end{aligned} \tag{2.59}$$

Wegen $\Psi_{r_A}(r_A, P_2^{*\dagger}, Q^\dagger) > 0$ für alle $r_A \in (\check{r}_A, \hat{r}_A)$ ist das Integral und damit die partielle Ableitung des Erwartungsnutzens nach L unter $F^1(r_A)$ an der Stelle $(L_2^{*\dagger}, D_2^{*\dagger})$ positiv. Die partielle Ableitung nach D nimmt nach (2.8) an der gleichen Stelle ein negatives Vorzeichen an. Durch eine Vorzeichenanalyse der zweiten partiellen Ableitungen erhält man $D_1^{*\dagger} < D_2^{*\dagger}$, $L_1^{*\dagger} > L_2^{*\dagger}$ und $A_1^{*\dagger} < A_2^{*\dagger}$. □

Verschlechterungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung im Sinne stochastischer Dominanz erster Ordnung reichen isoliert gesehen nicht aus, um eine weniger riskante Geschäftspolitik der Bank zu rechtfertigen. Von entscheidender Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, welchen Verlauf die Funktion $\Phi(\Pi_F^*) = \Pi_F^*\, U'(\Pi_F^* + I - C_F)$ besitzt. Bei positivem Endvermögenszuwachs vor Fixkosten ist $\Phi(\Pi_F^*)$ genau dann nicht-abnehmend, wenn gilt:

$$\begin{aligned} \frac{d\,[\Pi_F^*\, U'(\Pi_F^* + I - C_F)]}{d\,\Pi_F^*} &= U'(\Pi_F^* + I - C_F) + \Pi_F^*\, U''(\Pi_F^* + I - C_F) \geq 0 \\ \Leftrightarrow \qquad -\frac{U''(W^*)}{U'(W^*)} &\leq \frac{1}{\Pi_F^*} \quad \forall\, C_F, I\,. \end{aligned} \tag{2.60}$$

Annahmen an die Funktion $\Phi(\Pi_F^*)$ sind gleichbedeutend mit Annahmen an die Präferenzen des Bankeigentümers. Immer wenn die absolute Risikoaversion für sämtliche Fixkosten und Anfangsvermögen nach oben beschränkt ist, führen Verschlechterungen der Finanzanlagenrendite im Sinne stochastischer Dominanz erster Ordnung zu einer geringeren Einlagenaufnahme, einer höheren Kreditvergabe und einem geringeren risikobehafteten Investitionsvolumen.

Bei einer Überprüfung von (2.60) ist zu beachten, dass sowohl der Grad der absoluten Risikoaversion als auch der Endvermögenszuwachs vor Fixkosten von der Realisation der Finanzanlagenrendite abhängen. Um eine Aussage gemäß Satz 8 treffen zu können, muss die Ungleichung für sämtliche Fixkosten, Anfangsvermögen und Renditerealisationen erfüllt sein. Je nach unterstellter Wahrscheinlichkeitsverteilung ist dazu eine im Einzelfall strengere oder weniger strenge Beschränkung der absoluten Risikoaversion erforderlich. Liegt bspw. eine Wahrscheinlichkeitsverteilung vor, bei der sehr hohe Finanzanlagenrenditen mit positiver Wahrscheinlichkeit auftreten können, muss der Koeffizient der absoluten Risikoaversion gegen null konvergieren, um die Bedingung zu erfüllen. Denn für positive Finanzanlagenvolumen ist der Kehrwert des Endvermögenszuwaches vor Fixkosten umso kleiner, je höher r_A ist. Weist die Nutzenfunktion auf der anderen Seite die Eigenschaft konstanter absoluter Risikoaversion auf, fordert die obige Bedingung, dass die absolute Risikoaversion nicht größer als der Kehrwert von Π_F^* bei maximaler Realisation der Finanzanlagenrendite sein darf. Es kommt also auch in diesem Fall auf das Zusammenspiel von Wahrscheinlichkeitsverteilung und Nutzenfunktion an. Bei nicht-konstanter absoluter Risikoaversion spielen die Fixkosten und das Anfangsvermögen eine große Rolle. Während beide Parameter in die linke Seite der Ungleichung eingehen und das Niveau der absoluten Risikoaversion beeinflussen, hängt die rechte Seite nicht von ihnen ab. Die einzuhaltende Bedingung kann dann nur in Ausnahmefällen erfüllt sein. Dazu zählen insbesondere die beiden Spezialfälle, in denen die Nutzenfunktion entweder linear ist oder der Klasse $U(W) = b\ \ln(W - I + C_F)$ mit $b \in \mathbb{R}^+ \backslash \{0\}$ angehört. In beiden Fällen ist Bedingung (2.60) für beliebige Wahrscheinlichkeitsverteilungen und sämtliche Ausprägungen der Fixkosten und des Anfangsvermögens erfüllt.

Abbildung 2.3 verdeutlicht die Aussage des letzten Satzes anhand eines Beispiels.[83] Ausgehend von einem Kreditinstitut, dessen Eigentümer Präferenzen der Form $U(W) = \ln(W - I + C_F)$ besitzt, werden die optimalen Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumina der Bank für unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Finanzanlagenrendite dargestellt. Mit zunehmendem $\omega \geq 0$ verschlechtert sich die Finanzanlagenrendite im Sinne stochastischer Dominanz erster Ordnung, denn die Wahrscheinlichkeit niedriger Renditen nimmt zu Lasten der Wahrscheinlichkeit höherer Renditen zu. An den Funktionsverläufen ist zu erkennen, dass die Manager der Bank umso weniger Einlagen aufnehmen und risikobehaftet investieren und umso mehr Kredite vergeben, je höher ω ist. Zudem scheint ein linearer Zusammenhang zu bestehen. Dies ist auf die spezielle Verteilungsänderung zurückzuführen. Ebenso leicht lassen sich Beispiele konstruieren, in denen konvexe bzw. konkave Zusammenhänge vorliegen.

[83] Die zugehörige Datenkonstellation ist im Anhang B auf S. 260 zu finden.

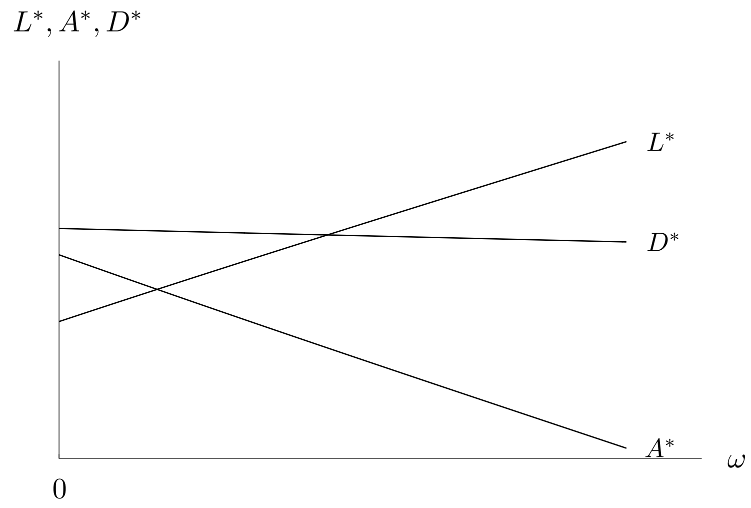

Abbildung 2.3: Optimales Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen einer Bank in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite

Die soeben analysierten Verteilungsänderungen sind zwar allgemeiner als die in Abschnitt 2.1.4.1 untersuchten, aber immer noch recht speziell, da sich die zu Grunde liegenden Verteilungsfunktionen nicht schneiden durften. Erwartungswert-neutrale Spreizungen sind dahingehend universeller. Sofern sich die erwartete Finanzanlagenrendite nicht verändert und die Verteilungsfunktionen die Integralbedingung erfüllen, lassen sich unter einschränkenden Annahmen an die Funktion $\Phi(\Pi_F^*)$ ebenfalls eindeutige Aussagen treffen.[84]

Satz 9 *Sofern die Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^2$ eine Erwartungswert-neutrale Spreizung der Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^1$ ist und die Präferenzen des Bankeigentümers positive Prudence [d. h. $U'''(W) \geq 0$] aufweisen, reduziert die Bank ihr optimales Einlagenvolumen [$D_1^* \geq D_2^*$], erhöht ihr optimales Kreditvolumen [$L_1^* \leq L_2^*$] und reduziert ihr optimales Finanzanlagenvolumen [$A_1^* \geq A_2^*$] für alle Q dann und nur dann, wenn $\Phi(\Pi_F^*)$ für alle C_F und alle I nicht-konvex ist.*

Beweis: „$\Leftarrow$“: Angenommen, $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ sind zwei Zufallsvariablen mit $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$. Falls $P_2^* = (L_2^*, D_2^*)$ die Lösung des Entscheidungsproblems unter $F^2(r_A)$ bezeichnet, folgt durch Lemma 3, Aussage 3, dass $\Psi_{(r_A)^2}(r_A, P^*, Q) \geq 0$ für alle Q und

[84] Vgl. Hadar/Seo (1990) und Hadar/Seo (1992). Bigelow/Menezes (1995) verallgemeinern die Aussagen in Bezug auf beliebige, in einer Zufallsvariable quasi-lineare Entscheidungsmodelle.

alle P^* erfüllt sein muss, insbesondere für P_2^*. Da nach Lemma 2 der Erwartungswert einer konvexen Funktion bei $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$ nach oben abgeschätzt werden kann, ergibt sich für die partielle Ableitung des Erwartungsnutzens nach L an der Stelle P_2^* unter $F^1(r_A)$:

$$\begin{aligned} E_{F^1}\Big[U'(\tilde{W}_2^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L_2^*))\Big] &= E_{F^1}\left[\Psi(\tilde{r}_A, P_2^*, Q)\right] \\ &\leq E_{F^2}\left[\Psi(\tilde{r}_A, P_2^*, Q)\right] = E_{F^2}\Big[U'(\tilde{W}_2^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L_2^*))\Big] = 0\,. \end{aligned} \tag{2.61}$$

Durch Einsetzen von Bedingung (2.8) und anschließender Division durch -1 erhält man ein entgegengesetztes Vorzeichen des partiell nach D abgeleiteten Erwartungsnutzens an der Stelle P_2^* unter $F^1(r_A)$. Wie in dem Beweis von Satz 4 lässt sich damit auf die Behauptung schließen.

„$\Rightarrow$“: Unter der Annahme, dass Werte $P_2^{*\ddagger}$ und $Q^\ddagger$ und ein nicht leeres Intervall $J = (\check{r}_A, \hat{r}_A) \subset [-1, \bar{r}_A]$ existieren, so dass $\Psi_{(r_A)^2}(r_A, P_2^{*\ddagger}, Q^\ddagger) < 0$ für alle $r_A \in J$ gilt, lässt sich wie in dem Beweis von Satz 8 eine Dichtefunktion $f^2(r_A)$ konstruieren, deren Verteilungsfunktion $F^2(r_A)$ im Intervall $[-1, c_1]$ stetig zunehmend ist.[85] $L_2^{*\ddagger}$ und $D_2^{*\ddagger}$ sind bei gegebenem $Q^\ddagger$ unter $F^2(r_A)$ optimal. Mit Hilfe einer Konstanten χ, die im Intervall $[\check{\check{r}}_A, \hat{\hat{r}}_A] \subset [\check{r}_A, \hat{r}_A]$ liegt und durch

$$\int_{\check{\check{r}}_A}^{\chi} (F^2(v) - F^2(\check{\check{r}}_A))\,d\,v = \int_{\chi}^{\hat{\hat{r}}_A} (F^2(\hat{\hat{r}}_A) - F^2(v))\,d\,v \tag{2.62}$$

berechenbar ist, kann eine Verteilungsfunktion $F^1(r_A)$ wie folgt definiert werden:

$$F^1(r_A) = \begin{cases} F^2(\check{\check{r}}_A) & \text{für } \check{\check{r}}_A \leq r_A < \chi\,, \\ F^2(\hat{\hat{r}}_A) & \text{für } \chi \leq r_A < \hat{\hat{r}}_A\,, \\ F^2(r_A) & \text{sonst}\,. \end{cases} \tag{2.63}$$

Die Konstante χ ist so festgelegt, dass die Erwartungswerte von $\tilde{r}_A$ unter $F^1(r_A)$ und $F^2(r_A)$ übereinstimmen. Die zugehörigen Verteilungsfunktionen verlaufen weitestgehend deckungsgleich, bis auf das Intervall $[\check{\check{r}}_A, \hat{\hat{r}}_A]$, in dem sie sich einmalig schneiden. $F^1(r_A)$ und $F^2(r_A)$ erfüllen die Integralbedingung aus Lemma 1, so dass $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$ gilt. Nach Lemma 2 lässt sich der Erwartungswert einer in r_A konkaven Funktion $\Psi(r_A, P_2^{*\ddagger}, Q^\ddagger)$ nach unten abschätzen durch:

$$\begin{aligned} E_{F^1}\Big[U'(\tilde{W}_2^{*\ddagger})\,\Big(r_L^\ddagger - \tilde{r}_A - C_L^{\ddagger\prime}(L_2^{*\ddagger})\Big)\Big] &= E_{F^1}\left[\Psi(\tilde{r}_A, P_2^{*\ddagger}, Q^\ddagger)\right] \\ &\geq E_{F^2}\left[\Psi(\tilde{r}_A, P_2^{*\ddagger}, Q^\ddagger)\right] = E_{F^2}\Big[U'(\tilde{W}_2^{*\ddagger})\,\Big(r_L^\ddagger - \tilde{r}_A - C_L^{\ddagger\prime}(L_2^{*\ddagger})\Big)\Big] = 0\,. \end{aligned} \tag{2.64}$$

[85] Vgl. (2.55). Allerdings gehen jetzt durch das Symbol ‡ gekennzeichnete Größen in die Konstanten c_1, c_2, c_3 und c_4 ein.

Demnach ist die partielle Ableitung des Erwartungsnutzens nach L unter $F^1(r_A)$ an der Stelle (L_2^*, D_2^*) positiv. Wegen (2.8) muss die partielle Ableitung nach D unter $F^1(r_A)$ an P_2^* negativ sein, und mit (2.17) folgt $L_1^{*\ddagger} > L_2^{*\ddagger}$, $D_1^{*\ddagger} < D_2^{*\ddagger}$ und $A_1^{*\ddagger} < A_2^{*\ddagger}$. Damit ist indirekt $\Psi_{(r_A)^2}(r_A, P^*, Q) \geq 0$ für alle P^* und Q bewiesen, und Lemma 3, Aussage 4 liefert die Behauptung. □

Schätzen die Bankmanager von zwei ansonsten identischen Kreditinstituten die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite unterschiedlich ein, wobei die Manager von Bank zwei eine riskantere Finanzanlagenrendite unterstellen, $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$, entscheidet sich Bank eins für ein höheres optimales Einlagenvolumen, ein geringeres optimales Kreditvolumen und ein höheres optimales Finanzanlagenvolumen, wenn der Eigentümer Präferenzen besitzt, die sicherstellen, dass $\Phi(\Pi_F^*)$ nicht-konvex ist.[86] Diese Bedingung ist sowohl notwendig als auch hinreichend und lässt sich bei positivem Endvermögenszuwachs vor Fixkosten äquivalent umformen zu:

$$\begin{aligned} \frac{d^2\left[\Pi_F^* \, U'(\Pi_F^* + I - C_F)\right]}{d\,{\Pi_F^*}^2} &= 2\,U''(\Pi_F^* + I - C_F) + \Pi_F^* \, U'''(\Pi_F^* + I - C_F) \leq 0 \\ \Leftrightarrow \qquad -\frac{U'''(W^*)}{U''(W^*)} &\leq \frac{2}{\Pi_F^*} \quad \forall\, C_F, I\,. \end{aligned} \tag{2.65}$$

Auf der linken Seite der Ungleichung befindet sich der von Kimball (1990) definierte Koeffizient der absoluten Prudence. Interpretiert man den Koeffizienten der absoluten Risikoaversion als Maß für die Sensitivität des Nutzens, handelt es sich beim Koeffizienten der absoluten Prudence um ein Maß für die Sensitivität des Grenznutzens. Die Bedeutung der absoluten Prudence in Bezug auf Änderungen der optimalen Geschäftspolitik resultiert daraus, dass optimale Entscheidungen nicht durch den Nutzen, sondern durch den Grenznutzen determiniert werden, wie die Bedingungen erster Ordnung zeigen. Eine weitere Interpretationsmöglichkeit der Prudence ist die eines Maßes der absoluten Risikoaversion bezogen auf den Grenznutzen.

Um beurteilen zu können, ob Erwartungswert-neutrale Spreizungen zu einer risikoärmeren Geschäftspolitik eines Kreditinstituts führen, ist Bedingung (2.65) für sämtliche Fixkosten, Anfangsvermögen und Realisationen der Finanzanlagenrendite zu überprüfen. Wie in den Untersuchungen zuvor kommt es dabei auf das Zusammenwirken von Nutzenfunktion und Wahrscheinlichkeitsverteilung an. Ausschließliche Annahmen an die Präferenzen des Bankeigentümers wie in Abschnitt 2.1.4.1 reichen bei allgemeineren Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung oftmals nicht mehr aus, um

[86] Snow (2003) zerlegt den Effekt einer Risikosteigerung in einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt, um die Uneindeutigkeit des Gesamteffektes aufzuzeigen.

eindeutige Aussagen treffen zu können. Allerdings gibt es auch in diesem Fall mehrere Ausnahmen. Falls die Manager Entscheidungen auf Basis einer linearen oder quadratischen Nutzenfunktion treffen, oder die Nutzenfunktion des Eigentümers der Klasse $U(W) = b_1 + b_2\,W + b_3\,\ln(W - I + C_F)$ mit $b_1, b_2 \in \mathbb{R}$ und $b_3 \in \mathbb{R}^+\backslash\{0\}$ angehört, ist durch die Gestalt der Nutzenfunktion bereits sichergestellt, dass die Obergrenze für die absolute Prudence unabhängig von den Fixkosten, dem Anfangsvermögen sowie der Wahrscheinlichkeitsverteilung eingehalten wird. Ein weiterer Spezialfall liegt vor, wenn die Präferenzen durch konstante absolute Prudence gekennzeichnet sind. Exponentielle Nutzenfunktionen haben diese Eigenschaft. Bedingung (2.65) ist in dem Fall äquivalent zu der Forderung, dass die absolute Prudence geringer sein muss als der mit zwei multiplizierte Kehrwert des Endvermögenszuwachses vor Fixkosten bei maximaler Realisation von $\tilde{r}_A$. Liegt keine der bisher angesprochenen Nutzenfunktionen vor, ist die Obergrenze der absoluten Prudence für sämtliche Fixkosten, Anfangsvermögen und Renditerealisationen zu kontrollieren.

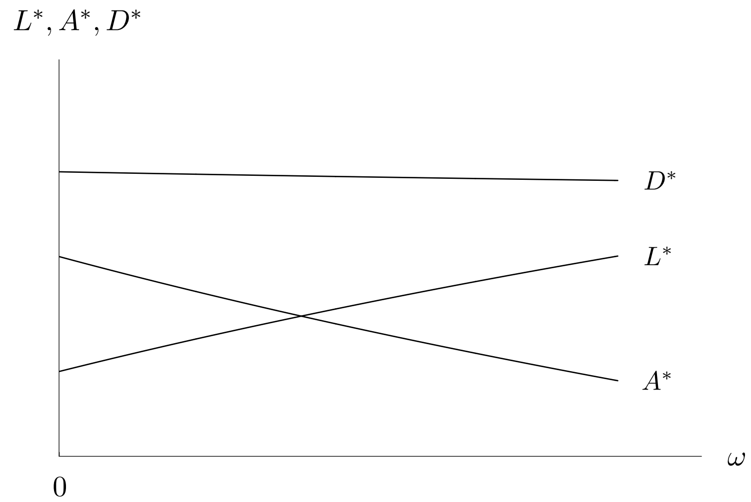

Abbildung 2.4: Optimales Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen einer Bank in Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite

Abbildung 2.4 zeigt die optimalen Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumina eines Kreditinstituts auf, dessen Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite mit zunehmendem $\omega \geq 0$ Erwartungswert-neutral gespreizt wird. Der Bankeigentümer verfügt dabei über Präferenzen aus der logarithmischen Klasse von Nutzenfunktionen.

Mit zunehmendem ω nimmt die Wahrscheinlichkeit von Renditen, die weiter entfernt vom Erwartungswert liegen, zu. Demgegenüber sinkt die Wahrscheinlichkeit von näher am Erwartungswert liegenden Renditen. Die Anpassungen der Wahrscheinlichkeiten sind so gewählt, dass sich die erwartete Finanzanlagenrendite nicht verändert. Übereinstimmend mit den theoretisch hergeleiteten Ergebnissen ist an den Funktionsverläufen zu erkennen, dass die Bankmanager umso weniger in Finanzanlagen investieren und Einlagen aufnehmen und umso mehr Kredite vergeben, je schlechter die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite ist. Gegenüber den Geschäften aus Abbildung 2.3 ist die Kurve des optimalen Kreditvolumens hier leicht konkav, wohingegen die Kurve des optimalen Finanzanlagenvolumens leicht konvex verläuft.

Zusammenfassend bleibt folgendes festzuhalten: In Satz 2 findet ein Vergleich der optimalen Geschäftspolitik eines Kreditinstituts unter Sicherheit mit der optimalen Geschäftspolitik eines Instituts unter Unsicherheit statt. Der Effekt des Risikos auf die optimalen Entscheidungen wird als Gesamteffekt des Risikos bezeichnet.[87] Auf Grund der Risikoaversion wirkt er negativ auf das optimale Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und positiv auf das optimale Kreditvolumen. Vergleicht man die optimalen Geschäftspolitiken zweier Kreditinstitute in unterschiedlichen Risikosituationen miteinander, untersucht man den marginalen Effekt des Risikos.[88] Diesem Unterfangen widmen sich die Sätze 7 bis 9. Aussagen über die Richtung des marginalen Effekts lassen sich nur unter zusätzlichen Annahmen an die Präferenzen des Eigentümers treffen. Je nach unterstellter Verteilungsänderung sind mehr oder minder strenge Einschränkungen der Präferenzen notwendig, um eindeutige Ergebnisse zu erzielen.

Den Abschluss dieses Abschnitts bildet eine komparativ-statische Analyse, bei der sich die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite im Sinne stochastischer Dominanz zweiter Ordnung verändert. Das folgende Lemma zeigt, dass sich derartige Verteilungsänderungen in Erwartungswert-neutrale Spreizungen und Änderungen stochastischer Dominanz erster Ordnung zerlegen lassen.

[87] Vgl. Sandmo (1971), S. 67, Drèze/Modigliani (1972), S. 320 ff. und Leland (1972), S. 282.
[88] Vgl. Sandmo (1971), S. 67 und Drèze/Modigliani (1972), S. 322 f.

Lemma 4 *Folgende Aussagen sind äquivalent:*

1. $F^1(r_A) >_2 F^2(r_A)$.
2. *Es existiert eine stetig verteilte Zufallsvariable* $\tilde{r}_A{}^\diamond$ *mit Verteilungsfunktion* $F^\diamond(r_A)$, *für die* $F^1(r_A) >_S F^\diamond(r_A)$ *und* $F^\diamond(r_A) >_1 F^2(r_A)$ *gilt.*

Beweis: Vgl. Anhang A, A.3 auf S. 259.

Fügt man die bisherigen Ergebnisse zusammen und wendet Lemma 4 an, resultiert folgender Satz:[89]

Satz 10 *Sind die Präferenzen des Bankeigentümers durch Risikoaversion* $[U''(W) \leq 0]$ *und positive Prudence* $[U'''(W) \geq 0]$ *gekennzeichnet, so gilt: Dominiert die Zufallsvariable* $\tilde{r}_A{}^1$ *die Zufallsvariable* $\tilde{r}_A{}^2$ *stochastisch vom zweiten Grade,* $F^1(r_A) >_2 F^2(r_A)$, *nimmt die Bank genau dann weniger Einlagen auf* $[D_1^* \geq D_2^*]$, *vergibt mehr Kredite* $[L_1^* \leq L_2^*]$ *und investiert weniger risikobehaftet* $[A_1^* \geq A_2^*]$ *für alle* Q, *wenn* $\Phi(\Pi_F^*)$ *für alle* C_F *und alle* I *nicht-abnehmend und nicht-konvex ist.*

Stochastische Dominanz zweiter Ordnung liefert dem Management der Bank noch keinen Grund, weniger Marktrisiko zu akzeptieren. Nur wenn die absolute Risikoaversion und die absolute Prudence des Eigentümers nach oben begrenzt sind, ist eine Reduzierung von Finanzanlagen und Einlagen und eine Ausweitung von Krediten im Interesse des Eigentümers. Um sicherzustellen, dass die Richtung des marginalen Risikoeffektes mit der Richtung des Gesamteffektes des Risikos übereinstimmt, müssen beide Bedingungen simultan erfüllt sein.

Nachdem die Auswirkungen von Verteilungsänderungen relativ ausführlich diskutiert wurden, geht es im nächsten Abschnitt um die noch fehlenden komparativ-statischen Analysen hinsichtlich der variablen Kosten des Kreditgeschäfts, des Kreditzinssatzes und des Eigenkapitals. Die variablen Einlagenkosten und der Einlagenzinssatz bleiben außen vor, da zwischen den risikolosen Krediten und den risikolosen Einlagen eine enge Beziehung besteht und sich die Ergebnisse ohne Schwierigkeiten übertragen lassen.

[89] Vgl. Hadar/Seo (1990) und Hadar/Seo (1992).

2.1.5 Änderungen der Kreditkosten, des Kreditzinssatzes und des Eigenkapitals

Zahlreiche Beiträge in der bankbetriebswirtschaftlichen Literatur betonen die Notwendigkeit, fixe und variable Kosten in die banktheoretischen Modelle zu integrieren.[90] Während ein Teil der Literatur dieser Forderung aus Vereinfachungsgründen nicht nachkommt und fixe und variable Kosten vernachlässigt, analysieren die Beiträge, die sie mit einbeziehen, in der Regel lediglich den Einfluss von Fixkosten auf die optimale Geschäftspolitik eines Kreditinstituts.[91] Änderungen der variablen Kosten finden keine Beachtung, es sei denn, dass ein bestimmter Verlauf der Kostenfunktion zu Grunde gelegt wird.[92] Um diese Lücke zu schließen und für allgemeine Kostenfunktionen Sensitivitätsanalysen durchführen zu können, bietet es sich an, eine Parametrisierung der variablen Kosten durch $C_L^n(L) = \theta\, C_L(L)$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$ vorzunehmen. Mit zunehmendem θ steigen die Kreditkosten unabhängig von der gewählten Kostenfunktion an. Die Grenzkosten und alle weiteren, höheren Ableitungen nehmen ebenfalls zu. Allerdings bleiben die Vorzeichen der Funktionen unverändert, so dass sichergestellt ist, dass $C_L^n(L)$ für jedes beliebige θ steigend und konvex verläuft.

Höhere Kreditkosten reduzieren das erwartete Endvermögen des Bankeigentümers bei gleicher Varianz des Endvermögens. Eine naheliegende Reaktion des Managements könnte in diesem Fall in einer Reduzierung des Kreditvolumens bestehen, um eine Minderung der durch den Kostenanstieg verursachten Erwartungsnutzeneinbuße zu erzielen. Überschüssige Mittel legen die Manager am Kapitalmarkt an, und es kommt zu einer Substitution von risikolosen Krediten durch risikobehaftete Finanzanlagen. Des Weiteren bietet sich eine Reduzierung des Einlagenumfangs an. Denn durch die gesunkene Attraktivität der Bankgeschäfte besteht ein Anreiz, das Bilanzvolumen zu reduzieren und weniger Einlagen aufzunehmen. Der folgende Satz zeigt, dass diese Vermutungen nur unter zusätzlichen Annahmen an die absolute Risikoaversion aufrechtzuerhalten sind. Diese Annahmen garantieren, dass der eindeutige Substitutionseffekt und der nicht eindeutige Einkommenseffekt in die gleiche Richtung wirken.

---

[90] Vgl. Sealey/Lindley (1977), S. 1253 f., Sealey (1980), S. 1142, Baltensperger (1980), S. 2 f., Santomero (1984), S. 583, und Swank (1996), S. 193 ff.

[91] Die Beiträge von Koppenhaver (1984), Koppenhaver (1985), Morgan et al. (1988), Broll/Guinnane (1999) und Jaenicke (2001) verzichten allesamt auf eine Berücksichtigung von Kosten. Den Einfluss von Fixkosten analysieren u.a. Doukas/Arshanapalli (1992), S. 181, Wahl/Broll (2000a), S. 7 f., und Pausch/Welzel (2002), S. 4.

[92] Zarruk (1989) und Wong (1997) unterstellen bspw. lineare Kostenverläufe der Form $C_L(L) = c\, L$. Sie untersuchen, wie sich eine marginale Veränderung von c auf die optimale Geschäftspolitik auswirkt.

Satz 11 *Angenommen, die variablen Kosten des Kreditgeschäfts steigen multiplikativ an. Sofern die Präferenzen des Eigentümers durch konstante absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind, vergeben die Bankmanager weniger Kredite, investieren stärker risikobehaftet und nehmen weniger Einlagen auf. Ein geringeres Einlagenvolumen ist auch dann vorteilhaft, wenn Präferenzen mit abnehmender absoluter Risikoaversion vorliegen, wohingegen sich die Bank bei Präferenzen mit zunehmender absoluter Risikoaversion für ein geringeres Kreditvolumen und ein höheres Finanzanlagenvolumen entscheidet.*

Beweis: Die Anwendung des impliziten Funktionentheorems auf die Bedingungen erster Ordnung (2.6) und (2.7) ergibt unter Berücksichtigung der in Satz 5 eingeführten Notation:

$$\begin{pmatrix} M_1 & M_2 \\ M_2 & M_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{d\,L^*}{d\,\theta} \\ \frac{d\,D^*}{d\,\theta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E\Big[U''(\tilde{W}^*)\,C_L(L^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - \theta\,C_L'\,(L^*)) + U'(\tilde{W}^*)\,C_L'\,(L^*)\,\Big] \\ E\,\Big[U''(\tilde{W}^*)\,C_L(L^*)\,(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\,(D^*))\Big] \end{pmatrix}. \tag{2.66}$$

Dieses Gleichungssystem besitzt eine eindeutige und nicht triviale Lösung, die sich mit Hilfe der Gleichungen (2.20) und (2.21) wie folgt darstellen lässt:

$$\begin{aligned} \frac{d\,L^*}{d\,\theta} &= \Big\{C_L(L^*)\,E\,\Big[U''(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - \theta\,C_L'\,(L^*))\Big]\,M_3 + C_L'\,(L^*)\,E\,\Big[U'(\tilde{W}^*)\Big]\,M_3 \\ &\quad - C_L(L^*)\,E\,\Big[U''(\tilde{W}^*)\,(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\,(D^*))\Big]\,M_2\Big\}\,\big(M_1\,M_3 - M_2^2\big)^{-1} \\ &= C_L(L^*)\,\frac{d\,L^*}{d\,C_F} + \frac{C_L'\,(L^*)\,E[U'(\tilde{W}^*)]M_3}{M_1\,M_3 - M_2^2} \end{aligned} \tag{2.67}$$

und

$$\begin{aligned} \frac{d\,D^*}{d\,\theta} &= \Big\{C_L(L^*)\,E\,\Big[U''(\tilde{W}^*)\,(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\,(D^*))\Big]\,M_1 - C_L'\,(L^*)\,E\,\Big[U'(\tilde{W}^*)\Big]\,M_2 \\ &\quad - C_L(L^*)\,E\,\Big[U''(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - \theta\,C_L'\,(L^*))\Big]\,M_2\Big\}\,\big(M_1\,M_3 - M_2^2\big)^{-1} \\ &= C_L(L^*)\,\frac{d\,D^*}{d\,C_F} - \frac{C_L'\,(L^*)\,E[U'(\tilde{W}^*)]M_2}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,. \end{aligned} \tag{2.68}$$

Die nicht auf Fixkostenänderungen zurückführbaren Ausdrücke in (2.67) und (2.68) nehmen wegen $M_2 > 0$, $M_3 < 0$ und des positiven Nenners ein negatives Vorzeichen an. Wegen $C_L(L^*) > 0$ müssen $d\,L^*/d\,C_F$ und $d\,D^*/d\,C_F$ kleiner gleich null sein, damit die Vorzeichen von $d\,L^*/d\,\theta$ respektive $d\,D^*/d\,\theta$ eindeutig und negativ sind. Nach Satz 5 sind die im Satz genannten Annahmen hinreichend dafür. Setzt man die Ergebnisse in die nach θ abgeleitete Bilanzgleichung (2.1) ein, ergibt sich:

$$\begin{aligned}\frac{d\,A^*}{d\,\theta} &= \frac{d\,(\overline{K} + D^* - L^*)}{d\,\theta} = \frac{d\,D^*}{d\,\theta} - \frac{d\,L^*}{d\,\theta} \\ &= C_L(L^*)\left[\frac{d\,D^*}{d\,C_F} - \frac{d\,L^*}{d\,C_F}\right] - \frac{E[U'(\tilde{W}^*)]\,C_L'\,(L^*)\;(M_2 + M_3)}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,.\end{aligned} \tag{2.69}$$

$M_2 + M_3$ ist nach (2.18) äquivalent zu $-E[U'(\tilde{W}^*)]\,C_D''\,(D^*) < 0$. Einschließlich des Minuszeichens hat dies einen positiven zweiten Term auf der rechten Seite von (2.69) zur Folge. Das Vorzeichen von $d\,A^*/d\,\theta$ ist eindeutig und positiv, wenn $d\,D^*/d\,C_F - d\,L^*/d\,C_F \geq 0$ gilt, was bei konstanter oder zunehmender absoluter Risikoaversion der Fall ist. □

Höhere Kreditkosten wirken sich sowohl direkt als auch indirekt auf die optimale Geschäftspolitik einer Universalbank aus. Die direkten Auswirkungen liegen in einer Verschlechterung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen begründet und sorgen für eine Substitution von Krediten durch Finanzanlagen und eine verminderte Einlagenaufnahme. Sie sind eindeutig und kommen in den Gleichungen (2.67), (2.68) und (2.69) durch den jeweils zweiten Term auf der rechten Seite zum Ausdruck. Bei einer Zerlegung des Gesamteffektes in einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt werden sie dem Substitutionseffekt zugeordnet. Die indirekten Auswirkungen höherer Kreditkosten entstehen durch Veränderungen des Endvermögens, die ihrerseits Veränderungen der Risikobereitschaft des Bankeigentümers hervorrufen, wenn die Präferenzen die Eigenschaft abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion besitzen. Änderungen der Risikobereitschaft führen zu Änderungen der Geschäftspolitik, da stärker risikoaverse Eigentümer nur in geringerem Maße bereit sind, Endvermögensschwankungen zu tolerieren. In diesem Fall existiert neben dem Substitutionseffekt ein Einkommenseffekt, der in den Gleichungen (2.67), (2.68) und (2.69) in dem jeweils ersten Term auf der rechten Seite wiederzufinden ist. Um zu gewährleisten, dass die beiden Effekte nicht in entgegengesetzte Richtungen wirken, sind die im Satz genannten Bedingungen hinreichend.

Zwischen den variablen Kosten und den Erlösen des Kreditgeschäfts besteht ein enger Zusammenhang. Beide Größen gehen additiv in das Endvermögen ein und hängen von dem Kreditumfang der Bank ab. Während die Erlöse das Endvermögen erhöhen, wirken die Kosten Endvermögens-mindernd. Insofern überrascht es wenig, dass die Monotonie der absoluten Risikoaversion auch bei marginalen Änderungen des Kreditzinssatzes eine große Rolle spielt. Die Bedingungen, unter denen eindeutige Aussagen möglich sind, stimmen mit denen des letzten Satzes überein.

Satz 12 *Falls der Eigentümer einer Geschäftsbank unter Marktrisiko Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion besitzt und der Kreditzins steigt, investieren die Manager der Bank im Optimum weniger in die Finanzanlagen, vergeben mehr Kredite und nehmen mehr Einlagen auf. Liegen Präferenzen mit zunehmender absoluter Risikoaversion vor, reduzieren sie das Finanzanlagenvolumen und erhöhen das Kreditvolumen. Bei Präferenzen mit abnehmender absoluter Risikoaversion ist eine Reduktion des Einlagenvolumens optimal.*

Beweis: Bezeichnet man die in das optimale Endvermögen eingehenden, parametrisierten Kreditkosten abkürzend mit $f = f(\theta, L^*) = -\theta\, C_L(L^*)$, die partielle Ableitung von f nach θ mit f_θ sowie die partielle Ableitung von f_θ nach L mit $f_{\theta,L}$, lassen sich die Bedingungen (2.67), (2.68) und (2.69) umschreiben zu

$$\begin{aligned}
\frac{d\,L^*}{d\,\theta} &= -f_\theta\,\frac{d\,L^*}{d\,C_F} - f_{\theta,L}\,\frac{E[U'(\tilde{W}^*)]M_3}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,,\\
\frac{d\,D^*}{d\,\theta} &= -f_\theta\,\frac{d\,D^*}{d\,C_F} + f_{\theta,L}\,\frac{E[U'(\tilde{W}^*)]M_2}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,,\\
\frac{d\,A^*}{d\,\theta} &= -f_\theta\,\left[\frac{d\,D^*}{d\,C_F} - \frac{d\,L^*}{d\,C_F}\right] + f_{\theta,L}\,\frac{E[U'(\tilde{W}^*)](M_2+M_3)}{M_1\,M_3 - M_2^2}\,.
\end{aligned} \tag{2.70}$$

Sowohl die variablen Kosten als auch die Erlöse des Kreditgeschäfts $r_L\,L^*$ sind deterministisch und hängen neben einem Sensitivitätsparameter, θ bzw. r_L, nur vom optimalen Kreditvolumen ab. Da von der Rechentechnik kein Unterschied besteht, ob θ oder r_L der Sensitivitätsparameter ist, bleiben die Gleichungen in (2.70) gültig, wenn man die Funktion $f(\theta, L^*)$ durch $f = f(r_L, L^*) = r_L\,L^*$ ersetzt und anstatt nach θ nach r_L ableitet. Unter Berücksichtigung von $f_{r_L} = L^*$ und $f_{r_L,L} = 1$ ergeben sich die Behauptungen. □

Die Wirkung eines höheren Kreditzinssatzes auf die optimale Geschäftspolitik einer Bank ist vergleichbar mit der geringerer variabler Kreditkosten. Neben dem eindeutigen Substitutionseffekt, der für eine Zunahme des optimalen Kredit- und Einlagenvolumens und eine Abnahme des optimalen Finanzanlagenvolumens sorgt, existiert ein von der absoluten Risikoaversion abhängiger, nicht eindeutiger Einkommenseffekt.

Dieser führt bei abnehmender (zunehmender) absoluter Risikoaversion zu einer Verringerung (Erhöhung) des optimalen Kreditvolumens und einer Erhöhung (Verringerung) des optimalen Finanzanlagen- und Einlagenvolumens. Bei konstanter absoluter Risikoaversion entfällt der Einkommenseffekt, und der Gesamteffekt entspricht dem Substitutionseffekt.

In der letzten Sensitivitätsanalyse dieses Abschnitts geht es um die Frage, wie die Bank auf eine Ausweitung ihres Eigenkapitals reagiert. Wahl/Broll (2000a) haben diese Problematik für Institute mit einer Aktivposition diskutiert.[93] Unter Ausschluss von Termingeschäften kommen sie zu dem Ergebnis, dass die Bankmanager zusätzliche Einlagen aufnehmen und verstärkt risikobehaftet investieren, wenn die Präferenzen des Eigentümers durch abnehmende oder konstante relative Risikoaversion gekennzeichnet sind.[94] Der folgende Satz zeigt, dass sich das Ergebnis in ähnlicher Form auch auf Banken mit zwei Aktivpositionen übertragen lässt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Eigenschaft abnehmender oder konstanter relativer Risikoaversion die Eigenschaft abnehmender absoluter Risikoaversion impliziert.[95]

Satz 13 *Angenommen, das Eigenkapital der Bank steigt. Weisen die Präferenzen des Eigentümers konstante absolute Risikoaversion auf, ist eine Ausweitung des Kredit- und Finanzanlagenvolumens und eine Reduktion des Einlagenvolumens optimal. Die Manager investieren stärker risikobehaftet, wenn die Präferenzen durch abnehmende absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind. Bei zunehmender absoluter Risikoaversion vergeben sie mehr Kredite und nehmen weniger Einlagen auf.*

Beweis: Mit Hilfe des impliziten Funktionentheorems folgt für die optimale Kredit- und Einlagenpolitik:

$$\begin{pmatrix} M_1 & M_2 \\ M_2 & M_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*}{d\,\overline{K}} \\ \dfrac{d\,D^*}{d\,\overline{K}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'\,(L^*))\right] \\ -E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\,(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\,(D^*))\right] \end{pmatrix}. \tag{2.71}$$

Löst man das Gleichungssystem durch Anwendung der Cramer'schen Regel auf, erweitert geschickt und wendet (2.8) an, ergibt sich

[93] Vgl. Wahl/Broll (2000a), S. 6 f.

[94] Die Definition von relativer Risikoaversion geht auf Pratt (1964), S. 133 ff. und Arrow (1965), S. 33 ff. zurück. Während die absolute Risikoaversion ein Maß für die Risikoprämie eines additiven Risikos ist, handelt es sich bei der relativen Risikoaversion um ein Maß für die Risikoprämie eines multiplikativen Risikos, vgl. Gollier (2001), S. 21 ff.

[95] Vgl. Gollier (2001), S. 25.

$$\begin{aligned}\frac{d\,L^*}{d\,\overline{K}} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\,(r_L-\tilde{r}_A-C_L'\,(L^*))\right]M_3 \\ &\quad +E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\,(\tilde{r}_A-r_D-C_D'\,(D^*))\right]M_2\Big\}\left(M_1\,M_3-M_2^2\right)^{-1} \qquad (2.72)\\ &= -(r_D+C_D'\,(D^*))\,\frac{d\,L^*}{d\,C_F}+\frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_L-\tilde{r}_A-C_L'\,(L^*))^2]\,(M_2+M_3)}{M_1\,M_3-M_2^2}\end{aligned}$$

für das optimale Kreditvolumen und

$$\begin{aligned}\frac{d\,D^*}{d\,\overline{K}} &= \Big\{-E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\,(\tilde{r}_A-r_D-C_D'\,(D^*))\right]M_1 \\ &\quad +E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{r}_A\,(r_L-\tilde{r}_A-C_L'\,(L^*))\right]M_2\Big\}\left(M_1\,M_3-M_2^2\right)^{-1} \qquad (2.73)\\ &= -(r_D+C_D'\,(D^*))\,\frac{d\,D^*}{d\,C_F}-\frac{E[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A-r_D-C_D'\,(D^*))^2]\,(M_1+M_2)}{M_1\,M_3-M_2^2}\end{aligned}$$

für das optimale Einlagenvolumen. Der zweite Term auf der rechten Seite von (2.72) ist größer als null, da $M_2+M_3=-E[U'(\tilde{W}^*)]\,C_D''\,(D^*)$ negativ, der Nenner positiv und der verbleibende Erwartungswert negativ ist. Für den zweiten Term auf der rechten Seite von (2.73) gilt, dass er wegen $M_1+M_2<0$ einschließlich des Minuszeichens ein negatives Vorzeichen besitzt. Unter Berücksichtigung der Annahme konstanter oder zunehmender absoluter Risikoaversion, die $d\,L^*/d\,C_F\leq 0$ und $d\,D^*/d\,C_F\geq 0$ impliziert, und $r_D+C_D'\,(D^*)>0$ folgt $d\,L^*/d\,\overline{K}>0$ und $d\,D^*/d\,\overline{K}<0$.

Um das Vorzeichen von $d\,A^*/d\,\overline{K}$ zu bestimmen, sind (2.72) und (2.73) in die nach $\overline{K}$ abgeleitete Bilanzgleichung einzusetzen. Wegen (2.8) ist $E[U''(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A-r_D-C_D'\,(D^*))^2]$ $=-M_2$, und es ergibt sich

$$\begin{aligned}\frac{d\,A^*}{d\,\overline{K}} &= \frac{d\,(\overline{K}+D^*-L^*)}{d\,\overline{K}}=1+\frac{d\,D^*}{d\,\overline{K}}-\frac{d\,L^*}{d\,\overline{K}}\\ &= 1-\frac{-M_2\,(M_1+2\,M_2+M_3)}{M_1\,M_3-M_2^2}-(r_D+C_D'\,(D^*))\left[\frac{d\,D^*}{d\,C_F}-\frac{d\,L^*}{d\,C_F}\right] \qquad (2.74)\\ &= \frac{(M_1+M_2)(M_2+M_3)}{M_1\,M_3-M_2^2}-(r_D+C_D'\,(D^*))\left[\frac{d\,D^*}{d\,C_F}-\frac{d\,L^*}{d\,C_F}\right].\end{aligned}$$

Der erste Term ist positiv, da Zähler und Nenner positiv sind. Bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion gilt $d\,D^*/d\,C_F-d\,L^*/d\,C_F<(=,>)\,0$, und es folgt die Behauptung. □

Sofern der Gesetzgeber beschließt, die Mindesteinlagesumme zur Gründung einer Bank zu erhöhen, ist pauschal nicht zu beantworten, ob es zu einer Ausweitung oder einer Reduzierung der Bankgeschäfte in einer Volkswirtschaft kommt. Die Vermutung, dass Kreditinstitute die zusätzlichen Mittel zur Reduzierung des Einlagenvolumens und Erhöhung des Kredit- und Finanzanlagenvolumens nutzen, erweist sich nur unter bestimmten Präferenzannahmen als optimal. Dies ist immer dann der Fall, wenn der auf Vermögensänderungen basierende, nicht eindeutige Einkommenseffekt dem eindeutigen Substitutionseffekt nicht widerspricht. Ansonsten gibt es sowohl Gründe für die Ausweitung als auch für die Verminderung der einzelnen Bankgeschäfte. Ohne weitere Annahmen können unter diesen Umständen keine Aussagen über die Richtung des Gesamteffektes getroffen werden.

Zum Abschluss einer jeden Modelldiskussion werden die wichtigsten Ergebnisse der vorangegangenen Abschnitte noch einmal zusammengefasst. Universalbanken unter Marktrisiko, die keine Möglichkeit besitzen, ihre einzige Risikoposition auf Terminmärkten abzusichern, beziehen bei der Festlegung ihrer optimalen Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik sämtliche Marktdaten, das Anfangsvermögen und die Präferenzen des Eigentümers, die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, das Eigenkapital und sämtliche Kostengrößen des Unternehmens mit ein. Unter Ausschluss von Regulierungsvorschriften nehmen sie im Vergleich zur Situation unter Sicherheit weniger Einlagen auf und investieren die zur Verfügung stehenden Mittel weniger risikobehaftet. Bis auf die absolute Risikoaversion sind bei allen weiteren komparativ-statischen Analysen zusätzliche Annahmen notwendig, um die Auswirkungen auf die optimale Geschäftspolitik zu analysieren. Dazu sind entweder die Präferenzen des Eigentümers, die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite oder beide Größen einzuschränken. Allgemein gilt, dass die Annahmen an die Nutzenfunktion umso strenger sein müssen, je allgemeinere Wahrscheinlichkeitsverteilungen zugelassen sind. Dies wird insbesondere bei den Änderungen der Finanzanlagenrendite deutlich. Um die Ergebnisse der komparativ-statischen Analysen zu würdigen, bietet sich eine Zerlegung des Gesamteffektes in einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt an. Während das Vorzeichen des Substitutionseffektes eindeutig ist, hängt der Einkommenseffekt von der absoluten Risikoaversion des Eigentümers ab. Der Gesamteffekt ist eindeutig, wenn der Einkommenseffekt entweder nicht vorhanden ist oder in die gleiche Richtung wie der Substitutionseffekt wirkt.

2.1.6 Beispiel

Wie sieht die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik einer Universalbank unter Marktrisiko, die über genügend Eigenmittel verfügt, konkret aus? Mit dieser Thematik beschäftigt sich das nun folgende Beispiel. Im Gegensatz zu den Untersuchungen zuvor stehen keine qualitativen Aussagen im Vordergrund, sondern es geht vielmehr darum, die optimale Geschäftspolitik für eine gegebene Kostenstruktur des Unternehmens, Präferenzstruktur des Eigentümers und Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite exakt zu quantifizieren.

Das Beispiel geht von folgenden Rahmenbedingungen aus: Sofern die Bankmanager Einlagen aufnehmen, entstehen variable Kosten in Höhe von $C_D(D) = D^2/2$.[96] Für ein feststehendes $\theta \in \mathbb{R}^+$ belaufen sich die variablen Kosten des Kreditgeschäfts auf $C_L(L) = \theta\, L^2/2$. Die Präferenzen des Eigentümers lassen sich durch eine exponentielle Nutzenfunktion der Form $U(W) = -e^{-a\,W}$ mit $a > 0$ abbilden. Da der Koeffizient der absoluten Risikoaversion $-U''(W)/U'(W)$ unabhängig vom Vermögen den Wert a annimmt, liegen Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion vor. Die Manager gehen davon aus, dass die Finanzanlagenrendite normalverteilt ist.[97] Bezeichnet $\tilde{r}_A = \mu_{r_A} + \beta\,\tilde{\epsilon}$ die parametrisierte Finanzanlagenrendite mit $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\beta > 0$, schätzen sie den Erwartungswert der Rendite auf μ_{r_A} und die Varianz der Rendite auf $\beta^2\,\sigma_\epsilon^2$. Das Endvermögen des Bankeigentümers ist in diesem Fall ebenfalls normalverteilt, wobei μ für den Erwartungswert und σ^2 für die Varianz des Endvermögens stehen. Unter den Prämissen einer exponentiellen Nutzenfunktion und einer normalverteilten Ergebnisgröße entscheidet sich das Bernoulli-rationale Bankenmanagement für die Geschäftspolitik, die die Präferenzfunktion

$$\phi(\mu, \sigma) = \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2 \tag{2.75}$$

maximiert.[98] Als Entscheidungsvariablen dienen das Kreditvolumen und das Einlagenvolumen, die beide Werte größer gleich null annehmen müssen. Mit dem Endvermögen

[96] Da die zahlungswirksamen Kosten die Einheit Euro besitzen, ist der Nenner nicht dimensionslos, sondern besitzt ebenfalls die Einheit Euro.

[97] Ein Nachteil dieser Annahme ist, dass Finanzanlagenrenditen unterhalb von -100 % pro Periode eine positive Eintrittswahrscheinlichkeit besitzen. Ein Vorteil liegt in der Vereinfachung des Entscheidungsproblems.

[98] Die Präferenzfunktion $\phi(\mu, \sigma)$ hängt ausschließlich von dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ des Endvermögens ab. Sie ist den klassischen Entscheidungsprinzipien zuzurechnen, da die Beurteilung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen anhand einzelner Parameter erfolgt. Das wichtigste klassische Entscheidungsprinzip ist das (μ, σ)-Prinzip, vgl. Franke/Hax (2004), S. 306 ff., zu denen auch das obige Entscheidungsprinzip zählt. Danach ist die Entscheidungssituation vollständig charakterisiert, wenn für jede Handlungsalternative der Erwartungswert und die Standardabweichung

des Eigentümers aus (2.4) belaufen sich der Erwartungswert und die Varianz des Endvermögens auf:

$$\begin{aligned} \mu &= L\left(r_L - \mu_{r_A}\right) - D\left(r_D - \mu_{r_A}\right) + \overline{K}\,\mu_{r_A} - \theta\,\frac{L^2}{2} - \frac{D^2}{2} - C_F + I\,, \\ \sigma^2 &= \left(\overline{K} + D - L\right)^2 \beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,. \end{aligned} \tag{2.76}$$

Sofern die Bank im Optimum Einlagen aufnimmt ($D^* > 0$), Kredite vergibt ($L^* > 0$) und in Finanzanlagen investiert ($A^* > 0$) lauten die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für ein Maximum:

$$\begin{aligned} r_L - \mu_{r_A} - \theta\,L^* + a\left(\overline{K} + D^* - L^*\right)\beta^2\,\sigma_\epsilon^2 &= 0\,, \\ \mu_{r_A} - r_D - D^* - a\left(\overline{K} + D^* - L^*\right)\beta^2\,\sigma_\epsilon^2 &= 0\,. \end{aligned} \tag{2.77}$$

Die Addition beider Gleichungen liefert $r_L - r_D = \theta\,L^* + D^*$. Dies entspricht der Bedingung (2.8) nach Einsetzen der Kostenfunktionen. In der oberen Gleichung von (2.77) ist der letzte Term auf der linken Seite wegen $A^* > 0$ positiv, während derselbe Term in der unteren Gleichung wegen des Minuszeichens negativ ist. Um die Bedingungen erster Ordnung zu erfüllen, müssen $\mu_{r_A} > r_L - \theta\,L^*$ und $\mu_{r_A} > r_D + D^*$ sein. Ohne einschränkende Annahmen fordern dies auch die Ungleichungen (2.12).

Löst man das durch die Bedingungen erster Ordnung gegebene Gleichungssystem nach dem optimalen Kredit- und Einlagenvolumen auf und setzt die Ergebnisse in die Bilanzgleichung (2.1) ein, führt dies nach einigen Umformungen zu

$$\begin{aligned} L^* &= \frac{r_L - \mu_{r_A} - a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(r_D - r_L - \overline{K})}{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta) + \theta}\,, \\ D^* &= \frac{\theta\,(\mu_{r_A} - r_D) - a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(r_D - r_L + \theta\,\overline{K})}{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta) + \theta}\,, \\ A^* &= \frac{\mu_{r_A} - r_L + \theta\,(\mu_{r_A} - r_D + \overline{K})}{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta) + \theta}\,. \end{aligned} \tag{2.78}$$

Die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik der Bank wird von den Marktzinssätzen, der absoluten Risikoaversion des Eigentümers, dem Erwartungswert und der Varianz der Finanzanlagenrendite, dem Eigenkapital und den variablen Kosten

der Ergebnisgröße bekannt sind. Das (μ, σ)-Prinzip ist nur in Ausnahmefällen mit dem Bernoulli-Prinzip vereinbar, vgl. Schneeweiß (1967), S. 118 ff. Falls die Nutzenfunktion exponentiell ist und die Entscheider von einer normalverteilten Ergebnisgröße ausgehen, liegt Vereinbarkeit vor, so dass eine Maximierung der Präferenzfunktion $\phi(\mu, \sigma)$ zur gleichen Rangfolge der Alternativen führt, wie eine Maximierung des erwarteten Nutzens.

des Instituts beeinflusst. Das Anfangsvermögen und die Fixkosten sind für das operative Bankgeschäft irrelevant, da das Endvermögensniveau bei konstanter absoluter Risikoaversion keine Auswirkungen auf die optimale Geschäftspolitik hat. Um die Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf marginale Veränderungen einzelner Parameter zu überprüfen, sind die optimalen Entscheidungen nach dem entsprechenden Parameter abzuleiten. Auf die aufwändigere Vorgehensweise mittels des impliziten Funktionentheorems kann verzichtet werden. Der Einfluss marginaler Änderungen der absoluten Risikoaversion ergibt sich exemplarisch wie folgt:

$$\begin{aligned}
\frac{d\,L^*}{d\,a} &= \frac{\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,\left(\mu_{r_A} - r_L + \theta\,(\mu_{r_A} - r_D + \overline{K})\right)}{\left(a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta) + \theta\right)^2}\,, \\
\frac{d\,D^*}{d\,a} &= -\frac{\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,\theta\,\left(\mu_{r_A} - r_L + \theta\,(\mu_{r_A} - r_D + \overline{K})\right)}{\left(a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta) + \theta\right)^2}\,, \\
\frac{d\,A^*}{d\,a} &= -\frac{\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta)\,\left(\mu_{r_A} - r_L + \theta\,(\mu_{r_A} - r_D + \overline{K})\right)}{\left(a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,(1+\theta) + \theta\right)^2}\,.
\end{aligned} \tag{2.79}$$

Die Zähler der jeweiligen Brüche sind wegen $A^* > 0$ ebenso wie die Nenner positiv. Eine marginale Erhöhung der absoluten Risikoaversion veranlasst die Bankmanager, den optimalen Kreditumfang zu erhöhen und den optimalen Finanzanlagen- und Einlagenumfang zu reduzieren. Das Ergebnis stimmt exakt mit dem Ergebnis aus Satz 4 überein.

Die übrigen komparativ-statischen Analysen lassen sich auf die gleiche Art und Weise bewältigen. Ein Vergleich der Ergebnisse des Beispiels mit denen der vorherigen Abschnitte bestätigt die Aussagen der Sätze 1 bis 13. Sämtliche Sensitivitätsanalysen liefern eindeutige Ergebnisse, da ein Einkommenseffekt bei Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion nicht vorhanden ist und der Gesamteffekt dem Substitutionseffekt entspricht.

2.2 Bankmodell mit Regulierungsvorschriften

Kreditinstitute erfüllen zahlreiche Aufgaben in einer Volkswirtschaft, zu denen unter anderem die Transformationsfunktionen zählen. Um die Wahrnehmung dieser Funktionen durch eine risikobetonte Geschäftspolitik nicht zu gefährden, sind die Institute einer besonderen Regulierung ausgesetzt. Regulierungsvorschriften haben zum Ziel, die Übernahme von Risiken durch die Bank zu beschränken. Über derartige Vorschriften nimmt der Gesetzgeber Einfluss auf die optimale Geschäftspolitik von Banken. Wie die Bank auf eine Einführung bzw. die Existenz von Regulierungsvorschriften reagiert, steht im weiteren Verlauf im Mittelpunkt der Diskussion.

Auf Grund der Fülle von Regulierungsvorschriften ist es notwendig, sich auf die wichtigsten zu konzentrieren und die anderen als erfüllt anzusehen. In dieser Arbeit werden lediglich Vorschriften zur Begrenzung von Adressenausfallrisiken von Nichthandelsbuch-Positionen und Marktpreisrisiken von Handelsbuch-Positionen berücksichtigt. Während die Adressenausfallrisiken prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen sind, besteht bei den Marktpreisrisiken eine Wahlmöglichkeit, Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zur Berechnung einer angemessenen Eigenmittelausstattung zu verwenden. In Abschnitt 2.2.1 setzen die Manager Standardverfahren ein, um die Gesamtrisikoposition der Bank zu bestimmen, wohingegen sie in Abschnitt 2.2.2 eigene Risikomodelle nutzen.

2.2.1 Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung

Nachdem das Grundmodell einer Universalbank unter Marktrisiko um die einzuhaltende Regulierungsvorschrift erweitert wurde, erörtert Abschnitt 2.2.1.2 die optimale Geschäftspolitik und vergleicht diese mit den optimalen Entscheidungen einer Bank ohne Regulierungsvorschriften. Im Anschluss wird der Einfluss der absoluten Risikoaversion, der Fixkosten und des Erwartungswertes und der Varianz der Finanzanlagenrendite auf die optimale Bankpolitik im Rahmen komparativ-statischer Analysen überprüft. Der abschließende Abschnitt 2.2.1.5 komplettiert die Analyse, indem das im letzten Abschnitt begonnene Beispiel fortgeführt wird.

2.2.1.1 Modell

Kredit- und Finanzdienstleistungsinstitute sind nach deutschem Recht gesetzlich dazu verpflichtet, über eine angemessene Eigenmittelausstattung zu verfügen.[99] Unter welchen Umständen die Eigenmittel als ausreichend angesehen werden, ist in den Grundsätzen I und II über das Eigenkapital und die Liquidität von Kreditinstituten geregelt. Danach ist die Gesamtrisikoposition eines Kreditinstituts mit haftendem Eigenkapital bzw. Eigenmitteln zu unterlegen.[100] Die Gesamtrisikoposition umfasst die Summe der Anrechnungsbeträge der einzelnen Risikopositionen. Unter den Annahmen, dass lediglich Adressenausfallrisiken und Marktpreisrisiken unterlegungspflichtig sind und sich die Manager für die Verwendung von Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung für Marktpreisrisiken entschieden haben, setzen sich die Anrechnungsbeträge der Adressenausfallrisiken der Kredite und die Anrechnungsbeträge der Marktpreisrisiken der Finanzanlagen wie folgt zusammen: Für Bilanzaktiva, zu denen sämtliche Kredite zählen, beträgt der Risikoaktiva-Anrechnungsbetrag 8 % des Produkts aus dem Risikoäquivalenzbetrag und dem Bonitätsgewichtungsfaktor.[101] Der Risikoäquivalenzbetrag spiegelt den Risikogehalt der unterschiedlichen Risikoaktiva wider. Bei Bilanzaktiva entspricht er im Wesentlichem dem Buchwert.[102] Der Bonitätsgewichtungsfaktor erfasst die unterschiedliche Bonität der Kreditnehmer. Falls sich das Kreditportefeuille der Bank nur aus Krediten an Privatkunden und Unternehmen zusammensetzt, die zusammenfassend als Nichtbanken bezeichnet werden, liegt er bei 100 %.[103] Vernachlässigt man bei den Marktpreisrisiken eine Einteilung in eine allgemeine und eine besondere Risikokomponente, für die gesonderte Unterlegungsvorschriften gelten, und nimmt an, dass Marktpreisrisiken allgemein mit 8 % Eigenmitteln zu unterlegen sind, ergibt sich summa summarum eine Unterlegungspflicht von 8 % der Summe aus Kreditvolumen L_S und Finanzanlagenvolumen A_S mit Eigenkapital $\overline{K}$.[104] Die als Nebenbedingung in das Optimierungsproblem eingehende Regulierungsvorschrift lautet:

$$\overline{K} \geq \hat{\kappa} \left(L_S + A_S \right), \tag{2.80}$$

wobei $\hat{\kappa} \in (0,1)$ eine Verallgemeinerung des Unterlegungssatzes von 8 % darstellt.

[99] Vgl. § 10 KWG.
[100] Vgl. § 2 GS I und Fußnote 39.
[101] Vgl. §§ 2, 4 und 13 GS I.
[102] Vgl. § 6 GS I.
[103] Vgl. § 13 GS I.
[104] Vgl. §§ 20, 23, 24, 25 GS I. Der Index „S“ kennzeichnet die Geschäftspolitik einer Bank, die Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzt.

Wird die Bilanzgleichung (2.1) nach dem Finanzanlagenvolumen A_S aufgelöst, lässt sich die Ungleichung (2.80) umformen zu

$$\begin{aligned} & \overline{K} \geq \hat{\kappa}\,(L_S + (\overline{K} + D_S - L_S)) = \hat{\kappa}\,(\overline{K} + D_S) \\ \Leftrightarrow \qquad & \overline{K} \geq \frac{\hat{\kappa}}{1-\hat{\kappa}}\, D_S = \kappa\, D_S\,, \end{aligned} \tag{2.81}$$

mit $\kappa = \hat{\kappa}/(1-\hat{\kappa})$.[105] Die Forderung nach einer ausreichenden Eigenmittelausstattung zur Unterlegung von Krediten und Finanzanlagen ist äquivalent zur Forderung nach einer Obergrenze für das Einlagenvolumen. In die Berechnung der Obergrenze geht allerdings nicht der Unterlegungssatz $\hat{\kappa}$, sondern der angepasste Unterlegungssatz κ ein.[106] Modelle, die diese Regulierungsvorschrift verwenden, sind die von Zarruk/Madura (1992), Wong (1997), Broll/Guinnane (1999), Pausch/Welzel (2002) und Barrios/Blanco (2003).

Während Bedingung (2.81) bei den bisher durchgeführten Analysen annahmegemäß immer erfüllt war, da die im Fokus stehenden Kreditinstitute ausreichend Eigenkapital zur Verfügung hatten, stehen nun Banken mit weniger Eigenkapital im Mittelpunkt, für die die Regulierungsvorschrift eine bindende Restriktion darstellt.[107] Die gesetzlichen Vorschriften zwingen die Manager der Bank, Reduzierungen der Aktivgeschäfte vorzunehmen, um die Insolvenzgefahr des Unternehmens zu begrenzen. Demgegenüber versuchen die Manager, die einzelnen Bankgeschäfte möglichst wenig einzuschränken. Denn der erwartete Nutzen des Eigentümers ist umso geringer, je weiter sich die Bankpolitik von der optimalen Geschäftspolitik ohne Regulierungsvorschriften entfernt. Im Sinne des Eigentümers kann deshalb nur die Investitions- und Finanzierungspolitik sein, die die Ungleichung (2.81) mit Gleichheit erfüllt.[108] Die zu berücksichtigende Nebenbedingung lautet daher:

$$\overline{K} = \kappa\, D_S\,. \tag{2.82}$$

[105] Vgl. Dewatripont/Tirole (1994), S. 48 ff.

[106] Mit zunehmendem Unterlegungssatz $\hat{\kappa}$ nimmt auch der angepasste Unterlegungssatz κ zu. An den Grenzen gilt: $\lim\limits_{\hat{\kappa}\to 0} \frac{\hat{\kappa}}{1-\hat{\kappa}} = 0$ und $\lim\limits_{\hat{\kappa}\to 1} \frac{\hat{\kappa}}{1-\hat{\kappa}} = \infty$.

[107] Empirische Aussagen über die Eigenkapitalausstattung von Banken sind bei Lindquist (2004) zu finden.

[108] Auf einen formalen Beweis dieser Aussage wird verzichtet. Der wesentliche Grund für die Äquivalenz der Nebenbedingungen (2.81) und (2.82) in dem Optimierungsproblem (2.84) ist die Konkavität der Zielfunktion in Verbindung mit der schwachen Konvexität der Nebenbedingung (2.81), vgl. Chiang (1984), S. 716 ff. Allgemeine Verfahren zur Lösung von Problemen der konkaven Programmierung mit Nebenbedingungen basieren auf dem Kuhn-Tucker-Theorem, vgl. Chiang (1984), S. 738 ff., oder dem Theorem von Arrow/Enthoven (1961), S. 779 ff. Sehr anschaulich ist der geometrische Beweis der Aussage. Ausgehend von der optimalen Geschäftspolitik ohne Regulierungsvorschriften, die außerhalb des zulässigen, konvexen Bereichs liegt, verlaufen die Indifferenzkurven des Eigentümers ellipsenförmig um das Optimum des nicht restringierten Optimierungsproblems. Je weiter entfernt die Indifferenzkurven vom Optimum liegen, desto geringer ist das Erwartungsnutzenniveau. Demnach muss die optimale Geschäftspolitik der regulierten Bank auf dem Rand des zulässigen Bereichs liegen und (2.81) mit Gleichheit erfüllen.

Dies hat weitreichende Konsequenzen für die Bank, denn durch die Regulierungsvorschrift liegt die optimale Einlagenpolitik bereits fest. Gleiches gilt für die optimale Finanzierungspolitik, da das Eigenkapital der Bank nicht zur Disposition steht. Die Entscheidungsträger müssen lediglich die optimale Investitionspolitik bestimmen und über eine Aufteilung der vorhandenen Mittel auf Kredite und Finanzanlagen entscheiden.

Die von den Bankmanagern zu steuernde Ergebnisgröße, das Endvermögen des Bankeigentümers, lässt sich durch Einsetzen der Regulierungsvorschrift (2.82) in (2.4) so darstellen, dass sie nur noch von einer Entscheidungsvariable, dem Kreditvolumen, abhängt. Mit der Notation aus Abschnitt 2.1.1 ergibt sich:[109]

$$\tilde{W} = L_S\,(r_L - \tilde{r}_A) + \overline{K}\left(\tilde{r}_A\left(1+\frac{1}{\kappa}\right) - \frac{r_D}{\kappa}\right) - C_L\,(L_S) - C_D\left(\frac{\overline{K}}{\kappa}\right) - C_F + I. \quad (2.83)$$

Die Manager treffen ihre Entscheidungen anhand des Bernoulli-Prinzips. Sie verhalten sich risikoavers und präferieren die Kreditpolitik, die den erwarteten Nutzen über das Endvermögen des Eigentümers maximiert, d. h.

$$\max_{L_S \geq 0} E\left[U(\tilde{W})\right] \quad (2.84)$$

mit dem Endvermögen (2.83), der Regulierungsvorschrift (2.82) und der Bilanzgleichung (2.1).[110]

Unter der Annahme, dass die Bank als Finanzintermediär agiert und Kredite vergibt ($L_S^* > 0$), Einlagen aufnimmt ($D_S^* > 0$) und in Finanzanlagen investiert ($A_S^* > 0$), belaufen sich die notwendige und die hinreichende Bedingung zur Lösung des Optimierungsproblems auf:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'\,(L_S^*))\right] = 0\,, \quad (2.85)$$

$$M = E\left[U''(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'\,(L_S^*))^2\right] - E\left[U'(\tilde{W}^*)\,C_L''\,(L_S^*)\right] < 0\,. \quad (2.86)$$

[109] Eine gesonderte Kennzeichnung des Endvermögens durch den Index „S“ entfällt aus Gründen der Übersichtlichkeit.

[110] Die Bilanzgleichung und die Regulierungsvorschrift sind nicht mehr als Nebenbedingungen zu berücksichtigen, da beide Gleichungen bereits in die Zielfunktion eingesetzt wurden und somit automatisch erfüllt sind. Für diese Vorgehensweise sprechen zwei Gründe. Zum einen sinkt die Anzahl an Entscheidungsvariablen, so dass die Dimension des Optimierungsproblems abnimmt und einfachere Analysen möglich sind. Zum anderen müssen keine weiteren Entscheidungsvariablen eingeführt werden, die sicherstellen, dass die Nebenbedingungen erfüllt sind. Beim Lagrangeverfahren gilt beispielsweise, dass pro zusätzlicher Nebenbedingung eine weitere Entscheidungsvariable, der Lagrangemultiplikator, hinzukommt. Ein direktes Einsetzen der Nebenbedingungen reduziert somit den Komplexitätsgrad des Optimierungsproblems.

Die hinreichende Bedingung, die abkürzend mit M bezeichnet wird, ist wegen der Annahmen an die Nutzen- und Kostenfunktionen negativ; das vorliegende Extremum ist ein eindeutiges, globales Maximum.

2.2.1.2 Optimale Geschäftspolitik

Die Einführung von Regulierungsvorschriften hat eine Umstrukturierung der optimalen Geschäftspolitik von Kreditinstituten mit geringer Eigenmittelausstattung zur Folge. Im Passivgeschäft reduzieren die Manager das optimale Einlagenvolumen, um die gesetzlichen Vorschriften einzuhalten. Da weniger Mittel zur Verfügung stehen, müssen darüber hinaus Änderungen der Investitionspolitik stattfinden. Ob sowohl das Kreditvolumen als auch das Finanzanlagenvolumen reduziert werden, was naheliegend ist und sich bei Pausch/Welzel (2002) in einem ähnlichen Modellrahmen als optimal herausstellt, soll hier nicht weiter diskutiert werden. Fakt ist, dass die Summe aus Kredit- und Finanzanlagenvolumen sinken muss.

Der folgende Satz charakterisiert die optimale Geschäftspolitik einer Universalbank bei Existenz von Regulierungsvorschriften:[111]

Satz 14 *Wenn die Bank Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzt und die Regulierungsvorschriften zu einer Einschränkung der optimalen Geschäftspolitik führen, hängt die optimale Kredit- und Finanzanlagenpolitik von den Marktzinssätzen, den Präferenzen und dem Anfangsvermögen des Bankeigentümers, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, den fixen und variablen Kosten des Kreditinstituts, dem Eigenkapital und dem Unterlegungssatz ab. Die optimale Einlagenpolitik ist durch die Regulierungsvorschrift (2.82) bestimmt.*

Beweis: Da die Bedingung erster Ordnung (2.85) nicht unabhängig von den im Satz genannten Größen darstellbar ist, folgt die Behauptung für L_S^*. Die Bilanzgleichung (2.1) liefert im Anschluss die Aussage für A_S^*. □

Ohne Finanzderivate oder sonstige Gestaltungsinstrumente für Marktrisiko hängt die optimale Kredit- und Finanzanlagenpolitik der Bank von sämtlichen in das Modell eingehenden Größen ab. Ob Regulierungsvorschriften existieren, spielt diesbezüglich keine Rolle. Um optimale Entscheidungen im Sinne des Eigentümers treffen zu können,

[111] Vgl. Sealey (1980), S. 1144 f. und Wong (1997), S. 256.

benötigen die Manager neben beobachtbaren und leicht beschaffbaren Daten Informationen über die Präferenzen des Eigentümers und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite. Nur wenn sämtliche Daten vorliegen, lässt sich der optimale Kredit- und Finanzanlagenumfang quantifizieren. Für das optimale Einlagenvolumen sind demgegenüber nur das Eigenkapital der Bank und der Unterlegungssatz relevant. Im Gegensatz zur Investitionspolitik können die Manager die Finanzierungspolitik nicht simultan festlegen. Aus organisatorischer Perspektive besteht in diesem Fall die Möglichkeit, Finanzierungsentscheidungen zu delegieren, was zu einer deutlichen Vereinfachung des Entscheidungsprozesses führt.

2.2.1.3 Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten

Ein marginaler Anstieg der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers veranlasst die Manager nicht regulierter Banken, Änderungen ihrer optimalen Geschäftspolitik vorzunehmen. Sie reduzieren das Finanzanlagenvolumen, um weniger Marktrisiko ausgesetzt zu sein, vergeben mehr Kredite und nehmen weniger Einlagen auf. Die Konsequenzen derartiger Maßnahmen sind geringere Schwankungen des Endvermögens, die zu einem höheren Erwartungsnutzenniveau führen. Ob eine Reduzierung der Marktrisikoposition auch für regulierte Banken mit geringer Eigenmittelausstattung optimal ist, klärt der folgende Satz.[112] Falls es zu Änderungen kommt, finden diese ausschließlich auf der Aktivseite der Bankbilanz statt. Die Passivseite verändert sich nicht, da die optimale Einlagenpolitik unabhängig von der absoluten Risikoaversion ist.

SATZ 15 *Sofern eine Bank Standardverfahren zur Kalkulation ihrer Gesamtrisikoposition nutzt und Regulierungsvorschriften Einfluss auf die optimale Geschäftspolitik nehmen, gilt: Mit zunehmender absoluter Risikoaversion des Eigentümers steigt das optimale Kreditvolumen der Bank an, während das optimale Finanzanlagenvolumen sinkt. Das optimale Einlagenvolumen bleibt indessen unverändert.*

BEWEIS: Sei $U_1(W)$ die Nutzenfunktion von Bankgründer 1 mit dem zugehörigen optimalen Kreditvolumen $L^*_{S,1}$ und $U_2(W)$ die Nutzenfunktion von Bankgründer 2 mit $L^*_{S,2}$. O.B.d.A. besitze Investor 1 eine größere absolute Risikoaversion als Investor 2. Wenn das Vorzeichen der Bedingung erster Ordnung für $U_2(W)$ ausgewertet an der Stelle $L^*_{S,1}$ negativ ist, muss auf Grund der Bedingung zweiter Ordnung $L^*_{S,2} < L^*_{S,1}$

[112] Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Sealey (1980), S. 1148 und Wong (1997), S. 257 f.

gelten, und der Beweis für das optimale Kreditvolumen ist vollbracht. Unter Berücksichtigung der Bedingung erster Ordnung für $U_1(W)$ ist das Vorzeichen der Bedingung erster Ordnung für $U_2(W)$ ausgewertet an $L^*_{S,1}$ äquivalent zu dem Vorzeichen von

$$E\left[\left(\frac{U_2'(\tilde{W}_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} - \frac{U_1'(\tilde{W}_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})}\right)\left(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{S,1})\right)\right]. \tag{2.87}$$

Dabei bezeichnet W_1^{*0} die Endvermögensrealisation bei einer Finanzanlagenrendite von ${r_A}^0$, wobei ${r_A}^0$ durch $r_L - {r_A}^0 - C_L'(L^*_{S,1}) = 0$ definiert ist.

Für Realisationen $r_A < (>)\ {r_A}^0$ gilt $r_L - r_A - C_L'(L^*_{S,1}) > (<)\ 0$, und wegen $A^*_{S,1} > 0$ ist $W_1^* < (>)\ W_1^{*0}$. In dem Beweis von Satz 4 wurde gezeigt, dass eine höhere absolute Risikoaversion von Eigentümer 1 gegenüber Eigentümer 2 zu

$$\frac{U_2'(W_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} < (>)\ \frac{U_1'(W_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})} \qquad \forall\, W_1^* < (>)\ W_1^{*0} \tag{2.88}$$

führt. Für sämtliche Realisationen von $\tilde{r}_A$ ergibt sich damit

$$\left(\frac{U_2'(W_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} - \frac{U_1'(W_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})}\right)\left(r_L - r_A - C_L'(L^*_{S,1})\right) < 0\,. \tag{2.89}$$

Im Erwartungswert bleibt die Ungleichung erhalten, wodurch $L^*_{S,2} < L^*_{S,1}$ folgt.

Die Behauptung für das optimale Einlagenvolumen gilt wegen der Regulierungsvorschrift (2.82). Setzt man die Ergebnisse in die Bilanzgleichung (2.1) ein, erhält man die Aussage für das optimale Finanzanlagenvolumen. □

Die Manager einer regulierten Bank mit geringer Eigenmittelausstattung erhöhen das optimale Kreditvolumen und reduzieren das optimale Finanzanlagenvolumen, wenn die absolute Risikoaversion des Eigentümers zunimmt. Das optimale Einlagenvolumen verändern sie nicht. Die Änderungen der optimalen Geschäftspolitik liegen in der risikoaversen Grundeinstellung des Bankeigentümers begründet. Bei risikoaversem Verhalten besitzen die Bankmanager ein Motiv, weniger Risiko in das Unternehmensportefeuille aufzunehmen, und der einzige Weg, dies zu erreichen, ist über eine Reduzierung des Finanzanlagengeschäfts. Das Kreditvolumen steigt, da die Finanzierungspolitik unabhängig von der absoluten Risikoaversion festliegt und keine weiteren Investitionsprojekte zur Verfügung stehen.

Die folgenden zwei Abbildungen verdeutlichen, welchen Einfluss die absolute Risikoaversion auf die optimale Geschäftspolitik von Banken hat. Die zu den Beispielen gehörenden Datenkonstellationen sind im Anhang B auf S. 260 zu finden.

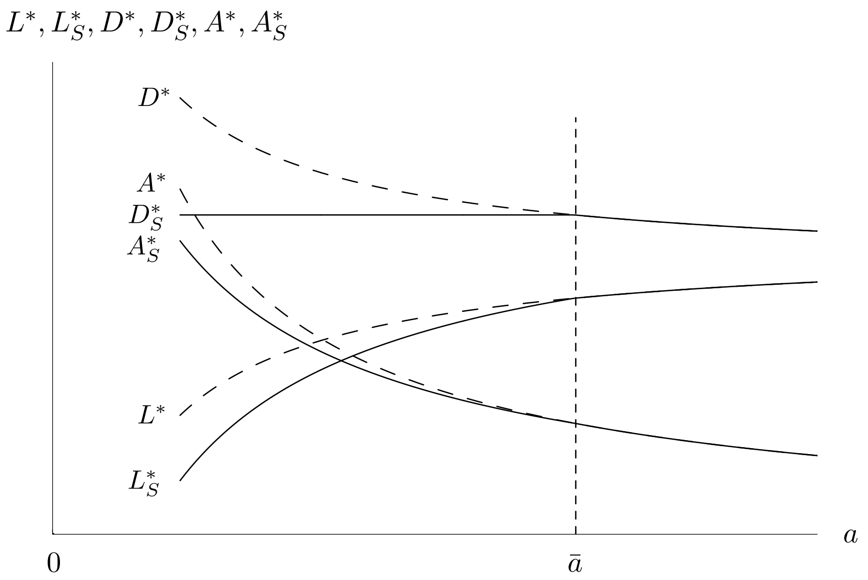

Abbildung 2.5: Optimale Geschäftspolitik einer Bank bei Einführung von Regulierungsvorschriften und der Nutzung von Standardverfahren in Abhängigkeit der absoluten Risikoaversion a

In Abbildung 2.5 ist die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik von zwei in allen Ausstattungsmerkmalen identischen Banken für unterschiedliche Grade der konstanten absoluten Risikoaversion a abgetragen. Während die eine Bank reguliert wird und Standardverfahren einsetzt (L^*_S, A^*_S und D^*_S), ist die andere Bank nicht verpflichtet, Regulierungsvorschriften einzuhalten (L^*, A^* und D^*). Unterhalb von $\bar{a}$ weichen die optimalen Entscheidungen beider Institute voneinander ab. Regulierungsvorschriften limitieren das Einlagenvolumen der Bank und sorgen für Veränderungen der optimalen Kredit- und Finanzanlagenpolitik. Im Vergleich zu nicht regulierten Banken ist eine geringere Kreditvergabe und ein geringerer Kauf von Finanzanlagen optimal. Dabei sind die Unterschiede umso größer, je weniger risikoavers sich der Eigentümer verhält. Mit zunehmender absoluter Risikoaversion nähern sich die optimalen Geschäftspolitiken beider Institute in zunehmendem Maße an. Ab $\bar{a}$ stimmen sie überein; die Manager entscheiden sich dann für eine Bankpolitik, die aus Sicht des Gesetzgebers eine hinreichend kleine Insolvenzwahrscheinlichkeit aufweist und nicht eingeschränkt werden muss. Links von $\bar{a}$ ist zu erkennen, dass regulierte Banken mit zunehmendem Grad der absoluten Risikoaversion bei unveränderter Einlagenaufnahme weniger in die Finanzanlagen investieren und mehr Kredite vergeben. Dies ist die Aussage von Satz 15.

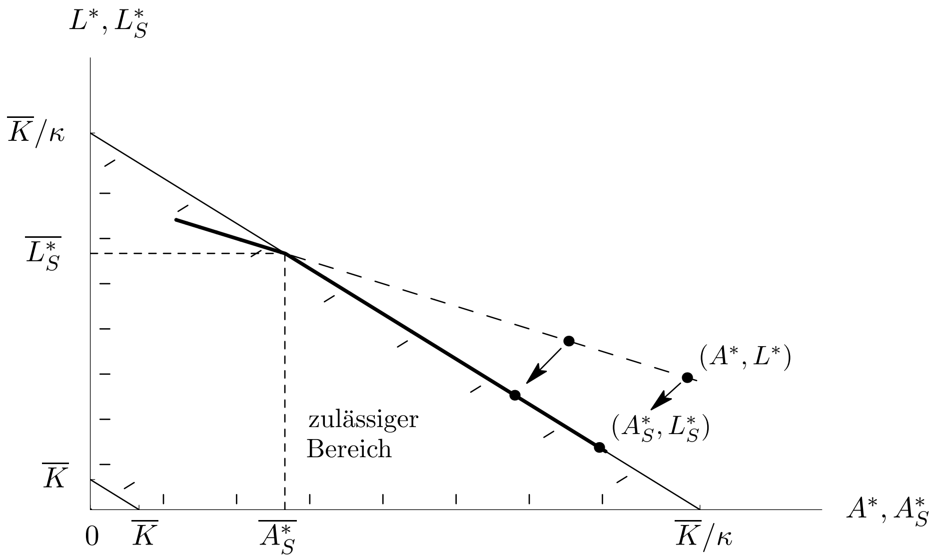

Abbildung 2.6: Optimales Kredit- und Finanzanlagenvolumen einer Bank bei Einführung von Regulierungsvorschriften und der Nutzung von Standardverfahren

Im Gegensatz zu Abbildung 2.5 sind in Abbildung 2.6 nur die optimalen Kredit- und Finanzanlageentscheidungen für unterschiedliche Grade der absoluten Risikoaversion a dargestellt. Die optimale Einlagenpolitik ist nicht eingezeichnet. Die fett gedruckte Linie kennzeichnet die optimale Investitionspolitik der regulierten Bank, während die gestrichelte Linie die optimalen Entscheidungen einer in allen Ausstattungsmerkmalen gleichen, nicht regulierten Bank angibt. In Abbildung 2.6 ist zu erkennen, in welchem Bereich regulierte Geschäftsbanken ihr Kredit- und Finanzanlagenvolumen festlegen dürfen, ohne die gesetzliche und die sonstigen Nebenbedingungen zu verletzen. Dieser Bereich wird als zulässiger Bereich bezeichnet. Die drei süd-westlich verlaufenden Grenzen kommen durch die Annahme positiver Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumina zu Stande. Die Forderung nach einem positiven Einlagenvolumen ist nach der Bilanzgleichung äquivalent zu $A+L-\overline{K} > 0$, was in der Abbildung der Verbindungslinie von $\overline{K}$ nach $\overline{K}$ entspricht. Nur die Kombinationen von Krediten und Finanzanlagen sind zulässig, die strikt oberhalb der eingezeichneten Linien liegen. Die nord-östliche Grenze ist auf die Regulierungsvorschrift (2.80) zurückzuführen. Zulässige Kredit- und Finanzanlagenvolumina befinden sich nicht oberhalb dieser Grenze.

Eine Erhöhung der absoluten Risikoaversion veranlasst die Manager regulierter wie nicht regulierter Banken, das optimale Kreditvolumen zu erhöhen und das optimale

Finanzanlagenvolumen zu reduzieren. Auf der Abszisse entspricht dies einer Bewegung nach links. Unterhalb einer kritischen absoluten Risikoaversion, d. h. rechts von $\overline{A_S^*}$, präferieren nicht regulierte und regulierte Kreditinstitute voneinander abweichende, optimale Investitionsprogramme. Nicht regulierte Banken bevorzugen Investitionsprojekte, die außerhalb des zulässigen Bereichs liegen und für regulierte Institute nicht realisierbar sind. Demgegenüber wählen regulierte Institute eine Geschäftspolitik auf dem Rand des zulässigen Bereichs. Sie zeichnet sich durch ein geringeres Kredit- und Finanzanlagenvolumen aus, wie an den zwei dicker eingezeichneten Punktepaaren zu erkennen ist.

Der nächste Satz untersucht die Auswirkungen höherer Fixkosten oder eines geringeren Anfangsvermögens des Bankeigentümers. Obwohl die Fixkosten unabhängig von den Entscheidungen des Bankenmanagements anfallen, ist ihre Höhe von Bedeutung, denn sie beeinflusst das Endvermögen des Eigentümers. Verschiebungen im Endvermögensniveau können die Risikobereitschaft des Investors verändern, so dass unter Umständen die Geschäftspolitik anzupassen ist. Wie im Fall ohne Regulierungsvorschriften lässt sich dieser Effekt als Einkommenseffekt interpretieren.

Satz 16 *Wenn die Fixkosten einer regulierten Bank, die Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzt, ansteigen und die Bankmanager Entscheidungen auf der Grundlage von Präferenzen mit abnehmender [zunehmender] absoluter Risikoaversion treffen, ist eine Erhöhung [Reduzierung] des optimalen Kreditvolumens und eine Reduzierung [Erhöhung] des optimalen Finanzanlagenvolumens optimal. Das optimale Einlagenvolumen ist nicht zu verändern, ebenso wie die optimale Investitionspolitik, wenn Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion vorliegen.*

Beweis: Eine marginale Zunahme der Fixkosten um ∂C_F ist äquivalent zu einem Übergang von der Nutzenfunktion $U_1(W)$ auf die Nutzenfunktion $U_2(W) = U_1(W - \partial C_F)$. Besitzt der Eigentümer Präferenzen mit abnehmender (zunehmender) absoluter Risikoaversion, beinhaltet $U_2(W)$ eine größere (weniger große) Risikoscheu als $U_1(W)$, und Satz 15 liefert die Behauptung. Verfügt der Gründer über Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion, ist der Grad der absoluten Risikoaversion für $U_1(W)$ und $U_2(W)$ identisch. Änderungen der Geschäftspolitik finden dann nicht statt. □

Auch bei der Existenz von Regulierungsvorschriften wirken Fixkosten ausschließlich indirekt auf die optimale Geschäftspolitik von Banken. Falls ein Kostenanstieg eine Veränderung der Risikobereitschaft verursacht, da das Endvermögen des Eigentümers zustandsunabhängig geringer ausfällt, nehmen die Manager der Bank Anpassungen der operativen Bankgeschäfte vor. Eine hinreichende Bedingung, unter der Änderungen der Risikobereitschaft auftreten, ist die Annahme abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion. In diesem Fall planen die Manager das Investitionsprogramm neu, wohingegen sie das Finanzierungsprogramm unverändert lassen. Ob eine Zunahme der Fixkosten zu einer weniger risikobehafteten Investitionspolitik führt, hängt von der Entwicklung der Risikobereitschaft ab. Die Manager reduzieren die Marktrisikoposition, wenn die Präferenzen des Eigentümers durch abnehmende absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind und die Risikobereitschaft bei höheren Kosten abnimmt.

2.2.1.4 Änderungen des Erwartungswertes und der Varianz der Finanzanlagenrendite

Regulierte Banken beziehen neben den Präferenzen und den Fixkosten auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite mit in ihre Überlegungen ein, um die optimale Geschäftspolitik zu bestimmen. Wie das Management auf eine Änderung der Wahrscheinlichkeitsverteilung reagiert und unter welchen Umständen es Korrekturen der Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik vornimmt, steht in diesem Abschnitt im Mittelpunkt der Diskussion. Zunächst werden Änderungen des Erwartungswertes, anschließend Änderungen der Varianz der Rendite untersucht. Die Analyse erfolgt anhand einfacher Parametrisierungen, die bereits in Abschnitt 2.1.4.1 verwendet wurden.

Falls $\tilde{r}_A{}^n = \tilde{r}_A + \gamma$ die parametrisierte Finanzanlagenrendite bezeichnet, führt eine höhere Einschätzung des Parameters γ zu einem höheren Erwartungswert der Finanzanlagenrendite bei gleicher Varianz. Die Attraktivität des Finanzanlagengeschäfts nimmt zu, was für eine Substitution von Krediten durch Finanzanlagen spricht. Daneben sind aber auch die Wirkungen auf das Endvermögen des Eigentümers zu beachten. Je größer γ ist, desto höher ist der Marktwert der Finanzanlagen in jedem Zustand, und umso größer ist das Endvermögen. Wenn der Eigentümer Präferenzen mit abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion besitzt, verändert sich seine Risikobereitschaft, und es besteht ein Motiv, die Kredit- und Finanzanlagenpolitik neu zu gestalten. In diesem Fall existiert neben dem eindeutigen Substitutionseffekt ein von der absoluten Risikoaversion abhängiger Einkommenseffekt. Nur wenn beide Effekte nicht gegeneinander wirken, ist eine Aussage über die Richtung des Gesamteffektes möglich.

Satz 17 *Für eine Bank, die zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet ist und Standardverfahren zur Berechnung ihrer Gesamtrisikoposition einsetzt, gilt: Schätzen die Bankmanager die erwartete Finanzanlagenrendite durch eine Erhöhung von γ höher ein, ist eine Ausweitung des Finanzanlagenvolumens und eine Reduzierung des Kreditvolumens bei unverändertem Einlagenvolumen optimal, wenn die Präferenzen des Eigentümers durch abnehmende oder konstante absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind.*

Beweis: Setzt man die parametrisierte Finanzanlagenrendite in die Bedingung erster Ordnung (2.85) ein, lässt sich mit Hilfe des impliziten Funktionentheorems eine Aussage über das Verhalten des optimalen Kreditvolumens bei einem marginalen Anstieg von γ treffen. Die Differentiation der impliziten Funktion L_S^* nach γ ergibt:[113]

$$\begin{aligned} \frac{d\,L_S^*}{d\,\gamma} &= -\frac{1}{M}\left(E\left[U''(\tilde{W}^*)\,A_S^*\,(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C_L'(L_S^*))\right] - E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]\right) \\ &= -A_S^*\,\frac{d\,L_S^*}{d\,C_F} + \frac{1}{M}\,E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]\,. \end{aligned} \tag{2.90}$$

Das zweite Gleichheitszeichen lässt sich durch Einsetzen von $d\,L_S^*/d\,C_F$ nachweisen. Der zweite Ausdruck auf der rechten Seite von (2.90) ist negativ, da der Grenznutzen positiv und M negativ ist. Nach Satz 16 besitzt $d\,L_S^*/d\,C_F$ bei nicht-zunehmender absoluter Risikoaversion ein nicht-negatives Vorzeichen, so dass $d\,L_S^*/d\,\gamma < 0$ folgt. Die Aussagen für das optimale Einlagen- und Finanzanlagenvolumen ergeben sich durch die Regulierungsvorschrift (2.82) und die Bilanzgleichung (2.1), die jeweils nach γ abzuleiten sind. □

Eine höhere erwartete Finanzanlagenrendite sorgt nicht zwangsläufig für eine Ausweitung des Finanzanlagengeschäfts und eine Reduzierung des Kreditgeschäfts. Es sind weitere Annahmen notwendig, die garantieren, dass der eindeutige Substitutionseffekt und der auf Änderungen der absoluten Risikoaversion basierende Einkommenseffekt in die gleiche Richtung wirken. Eine Möglichkeit ist, Präferenzen mit abnehmender oder

[113] Auf eine besondere Kennzeichnung des Endvermögens, die auf eine Verwendung von $\tilde{r}_A{}^n$ aufmerksam macht, wird verzichtet.

konstanter absoluter Risikoaversion zu fordern. Dann verändert sich die Risikobereitschaft des Eigentümers nicht, oder sie steigt, wenn γ einen höheren Wert annimmt. Der Einkommenseffekt entfällt im ersten Fall oder es kommt zu einer Verstärkung des Substitutionseffektes. In beiden Fällen ist der Gesamteffekt eindeutig. Im Gegensatz zu nicht regulierten Banken nehmen regulierte Banken ausschließlich Änderungen des Aktivgeschäfts vor.

Schätzen die Manager die Varianz der Finanzanlagenrendite höher ein, indem sie von einem höheren β im Rahmen der Parametrisierung $\tilde{r}_A{}^n = E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}$ mit $\beta > 0$ und $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ ausgehen, liegt die Vermutung nahe, dass sich die Bank für ein geringeres risikobehaftetes Investitionsvolumen und verstärkte Kreditvergabe entscheidet. Allerdings kommt es auch in diesem Fall erneut auf die Veränderungen der absoluten Risikoaversion an, wie der folgende Satz zeigt.[114]

SATZ 18 *Eine regulierte Bank, die Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzt, erhöht ihr optimales Kreditvolumen und reduziert ihr optimales Finanzanlagenvolumen bei unverändertem Einlagenvolumen, wenn der Eigentümer der Bank Präferenzen mit abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion besitzt und die Varianz der Finanzanlagenrendite durch eine Erhöhung von β steigt.*

BEWEIS: Die Anwendung des impliziten Funktionentheorems führt nach einer Anpassung der Bedingung erster Ordnung an $\tilde{r}_A{}^n$ zu

$$\begin{aligned}\frac{d\,L_S^*}{d\,\beta} &= -\frac{1}{M}\left(E\left[U''(\tilde{W}^*)\,A_S^*\,\tilde{\epsilon}\,\left(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C_L'(L_S^*)\right)\right] - E\left[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\right]\right) \\ &= \frac{A_S^*}{\beta}\left(\frac{1}{M}\,E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C_L'(L_S^*)\right)^2\right]\right. \\ &\qquad \left. - \left(r_L - E[\tilde{r}_A] - C_L'(L_S^*)\right)\frac{d\,L_S^*}{d\,C_F}\right) + \frac{1}{M}\,E\left[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\right]\,. \end{aligned} \tag{2.91}$$

Nach den Rechenregeln für Erwartungswerte lässt sich $E[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}]$ zu $\mathrm{cov}[U'(\tilde{W}^*), \tilde{\epsilon}]$ umformen. Wegen $A_S^*, \beta > 0$ ist das Endvermögen umso größer, je höher ϵ ist. Da der Grenznutzen mit zunehmendem Endvermögen fällt, muss die Kovarianz negativ sein. Dies impliziert $E[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}]/M > 0$. Der erste Ausdruck auf der rechten Seite von

[114] Vgl. Wong (1997), S. 262 f.

(2.91) ist ebenfalls positiv. Der zweite Ausdruck ist bei $d\,L_S^*/d\,C_F \geq 0$ nicht-negativ, da $r_L - E[\tilde{r}_A] - C_L'(L_S^*) < 0$ ist, wie man durch eine Abschätzung der Bedingung (2.85) leicht nachrechnen kann. Hinreichend für $d\,L_S^*/d\,\beta > 0$ ist demnach die Annahme abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion. Um die Aussagen hinsichtlich des optimalen Finanzanlagen- und Einlagenvolumens zu beweisen, sind die Ergebnisse in die nach β abgeleiteten Gleichungen (2.82) und (2.1) einzusetzen. □

Stärkere Schwankungen der Finanzanlagenrendite werden vom risikoaversen Bankeigentümer ceteris paribus negativ beurteilt. Denn wenn die Bank riskante Investitionen tätigt, nimmt die Varianz des Endvermögens zu, während sich der Erwartungswert des Endvermögens nicht verändert. Dadurch verschlechtert sich die Ertrags- und Risikokombination des Eigentümers und Erwartungsnutzeneinbußen entstehen. Um dem entgegen zu wirken, nehmen die Bankmanager Änderungen der Geschäftspolitik vor. Sie reduzieren das optimale Finanzanlagenvolumen und erhöhen das optimale Kreditvolumen, wenn die Präferenzen über die Eigenschaft abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion verfügen. Das optimale Einlagenvolumen verändern sie nicht, da die Finanzierungspolitik bereits über die Regulierungsvorschrift festgelegt wird. Die Änderungen der Geschäftspolitik lassen den Erwartungswert und die Varianz des Endvermögens nicht unberührt; mit zunehmendem Kreditvolumen nehmen sowohl der Erwartungswert als auch die Varianz des Endvermögens ab. Den Vorteilen einer Risikoreduktion stehen somit die Nachteile eines geringeren Ertrages gegenüber. In welchem Umfang eine Substitution von Finanzanlagen durch Kredite stattfindet, hängt davon ab, wie der Eigentümer Ertrag und Risiko gegeneinander abwägt. Dies kommt in der Gestalt seiner Nutzenfunktion zum Ausdruck.

Abschließend lassen sich die Ergebnisse dieses Abschnitts wie folgt zusammenfassen: Regulierte Banken, die sich für die Verwendung von Standardverfahren entschieden haben, sind gesetzlich dazu verpflichtet, Kredite und Finanzanlagen prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen. Falls die Eigenmittelausstattung nicht ausreicht, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, limitieren die Unterlegungsvorschriften das Einlagengeschäft, und sämtliche Entscheidungen sind ausschließlich im Aktivgeschäft zu treffen. Während das Einlagenvolumen nur vom Eigenkapital und dem Unterlegungssatz der Kredite und Finanzanlagen abhängig ist, spielen beim Kredit- und Finanzanlagenvolumen zusätzlich auch die Marktzinssätze, die Präferenzen und das Anfangsvermögen des Eigentümers, die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite sowie die Kostenbelastung des Unternehmens eine Rolle. Marginale Änderungen der Fixkosten oder der Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung führen nur unter zusätzlichen Annahmen an die Präferenzen des Eigentümers zu eindeutigen Ergebnissen. Diese Annahmen müssen sicherstellen, dass die Vorzeichen des eindeutigen Substitutionseffektes und des nicht eindeutigen Einkommenseffektes nicht entgegengesetzt sind.

Tabelle 2.1 gibt die Ergebnisse der noch fehlenden komparativ-statischen Analysen an. Dabei handelt es sich um die variablen Kosten des Kreditgeschäfts, den Kreditzinssatz, das Eigenkapital und den Unterlegungssatz. Die Symbole D, C und I stehen für abnehmende, konstante oder zunehmende absolute Risikoaversion. Außerdem werden zwei Hilfsvariablen H_1^* und H_2^* benötigt, die wie folgt definiert sind:

$$\begin{aligned} H_1^* &= r_L - r_D - C_L'(L_S^*) - C_D'\left(\frac{\overline{K}}{\kappa}\right) , \\ H_2^* &= H_1^* + \kappa\,(r_L - C_L'(L_S^*)) \ . \end{aligned} \tag{2.92}$$

H_1^* ist der Überschuss der Grenzerlöse des Kreditgeschäfts über die Grenzkosten aus dem Kredit- und Einlagengeschäft. H_2^* ergibt sich aus H_1^* zuzüglich des mit κ multiplizierten Überschusses der Grenzerlöse des Kreditgeschäfts über die Grenzkosten.

Eine marginale Zunahme des Eigenkapitals führt bei Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion oder bei Präferenzen mit abnehmender (zunehmender) absoluter Risikoaversion und $H_2^* < 0$ ($H_2^* > 0$) oder bei $H_2^* = 0$ zu einer Ausweitung des optimalen Kreditvolumens. Ob das Finanzanlagenvolumen ebenfalls steigt, lässt sich ohne weitere Annahmen nicht beantworten. Klar ist, dass die Bank zusätzliche Einlagen aufnimmt. Die Annahmen an die absolute Risikoaversion bzw. an H_1^* oder H_2^* sind notwendig, um Aussagen über die Richtung des Einkommenseffektes treffen zu können. Im Vergleich zu Änderungen der Kreditkosten oder des Kreditzinssatzes ist der Einkommenseffekt bei Änderungen des Eigenkapitals oder des Unterlegungssatzes komplizierter, da das optimale Einlagenvolumen ebenfalls angepasst wird und einen Einfluss auf das Endvermögen des Eigentümers hat.

Marginale Zunahme von	θ	r_L	$\overline{K}$	$\hat{\kappa}$
L_S^*	$C/I : \downarrow$	$C/I : \uparrow$	$\left.\begin{array}{l} D + H_2^* < 0 : \\ I + H_2^* > 0 : \\ C/H_2^* = 0 : \end{array}\right\} \uparrow$	$\left.\begin{array}{l} D + H_1^* < 0 : \\ I + H_1^* > 0 : \\ C/H_1^* = 0 : \end{array}\right\} \downarrow$
A_S^*	$C/I : \uparrow$	$C/I : \downarrow$	$\upharpoonleft\!\downharpoonright$	$\upharpoonleft\!\downharpoonright$
D_S^*	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\downarrow$

Tabelle 2.1: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Marktrisiko bei Verwendung von Standardverfahren

2.2.1.5 Beispiel

Zum Abschluss der Untersuchungen sollen die Ergebnisse anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Aufbauend auf den Ausführungen aus Abschnitt 2.1.6 steht eine Bank im Mittelpunkt, die reguliert wird, Standardverfahren zur Berechnung ihrer Gesamtrisikoposition verwendet und durch eine zu geringe Eigenmittelausstattung gezwungen wird, Einschränkungen ihrer Geschäftspolitik vorzunehmen. Die Manager des Instituts treffen Entscheidungen auf der Grundlage der Nutzenfunktion $U(W) = -e^{-a\,W}$ mit $a > 0$. Sie schätzen die parametrisierte Finanzanlagenrendite $\tilde{r}_A = \mu_{r_A} + \beta\,\tilde{\epsilon}$, mit $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\beta > 0$, als normalverteilt ein und gehen davon aus, dass die Kreditvergabe und Einlagenaufnahme Kosten von $C_L(L_S) = \theta\,L_S^2/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$ und $C_D(D_S) = D_S^2/2$ verursacht. Bezeichnet μ_{r_A} den Erwartungswert und $\beta^2\,\sigma_\epsilon^2$ die Varianz der Finanzanlagenrendite, beläuft sich das zu lösende Optimierungsproblem auf:

$$\max_{L_S \geq 0}\ \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2\,, \tag{2.93}$$

mit

$$\begin{aligned} \mu &= L_S\left(r_L - \mu_{r_A}\right) + \overline{K}\left(\mu_{r_A}\left(1 + \frac{1}{\kappa}\right) - \frac{r_D}{\kappa}\right) - \theta\,\frac{L_S^2}{2} - \frac{1}{2}\left(\frac{\overline{K}}{\kappa}\right)^2 - C_F + I\,, \\ \sigma^2 &= \left(\overline{K}\left(1 + \frac{1}{\kappa}\right) - L_S\right)^2 \beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,. \end{aligned} \tag{2.94}$$

Unter der Annahme, dass der Umfang an Krediten, Finanzanlagen und Einlagen im Optimum von null verschieden ist, ergibt sich die optimale Geschäftspolitik durch die Bedingung erster Ordnung, die Regulierungsvorschrift (2.82) und die Bilanzgleichung (2.1). Löst man das zugehörige Gleichungssystem nach den Entscheidungsvariablen auf, entsteht:

$$\begin{aligned} L_S^* &= \frac{r_L - \mu_{r_A} + a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,\overline{K}\left(1 + \frac{1}{\kappa}\right)}{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2 + \theta}\,, \\ D_S^* &= \frac{\overline{K}}{\kappa}\,, \\ A_S^* &= \frac{\mu_{r_A} - r_L + \theta\,\overline{K}\left(1 + \frac{1}{\kappa}\right)}{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2 + \theta}\,. \end{aligned} \tag{2.95}$$

Die optimale Einlagenpolitik hängt einzig und allein vom Eigenkapital der Bank und dem Unterlegungssatz $\hat{\kappa}$ ab. Sie erfüllt die Regulierungsvorschrift mit Gleichheit und nimmt den größtmöglichen zulässigen Wert an. Um die optimale Investitionspolitik zu bestimmen, sind Informationen über den Kreditzinssatz, die Kreditkosten, den Grad der absoluten Risikoaversion, den Erwartungswert und die Varianz der Finanzanlagenrendite, das Eigenkapital und den Unterlegungssatz notwendig. Nicht benötigt werden die Fixkosten, der Einlagenzinssatz, die Einlagenkosten und das Anfangsvermögen. Dies ist auf die Eigenschaft konstanter absoluter Risikoaversion zurückzuführen.

Anhand der expliziten Lösungen lassen sich sehr einfach komparativ-statische Analysen durchführen. Um die Auswirkungen eines marginal höheren Unterlegungssatzes zu überprüfen, sind die drei Entscheidungsvariablen nach $\hat{\kappa}$ abzuleiten. Es folgt:

$$\begin{aligned} \frac{d\,L_S^*}{d\,\hat{\kappa}} &= \frac{d\,L_S^*}{d\,\kappa}\,\frac{d\,\kappa}{d\,\hat{\kappa}} = -\frac{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,\overline{K}}{\kappa^2\left(a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2 + \theta\right)}\,\frac{1}{(1-\hat{\kappa})^2} < 0\,, \\ \frac{d\,D_S^*}{d\,\hat{\kappa}} &= \frac{d\,D_S^*}{d\,\kappa}\,\frac{d\,\kappa}{d\,\hat{\kappa}} = -\frac{\overline{K}}{\kappa^2}\,\frac{1}{(1-\hat{\kappa})^2} < 0\,, \\ \frac{d\,A_S^*}{d\,\hat{\kappa}} &= \frac{d\,A_S^*}{d\,\kappa}\,\frac{d\,\kappa}{d\,\hat{\kappa}} = -\frac{\theta\,\overline{K}}{\kappa^2\left(a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2 + \theta\right)}\,\frac{1}{(1-\hat{\kappa})^2} < 0\,. \end{aligned} \tag{2.96}$$

Ein höherer Unterlegungssatz sorgt für eine Reduzierung sämtlicher Bankgeschäfte. Das Ergebnis ist eindeutig, da der Einkommenseffekt nicht existiert und der Gesamteffekt dem Substitutionseffekt entspricht. Es steht im Einklang mit dem in Tabelle 2.1 angegebenen Ergebnis.

2.2.2 Eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung

Kreditinstitute haben die Wahl, ob sie Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzen. Bei der Verwendung von Standardverfahren sind die Adressenausfallrisiken und die Marktpreisrisiken prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen. Demgegenüber sehen eigene Risikomodelle vor, die Anrechnungsbeträge für die Marktpreisrisiken über alternative Berechnungsmethoden zu ermitteln, die auf dem Value-at-Risk basieren. Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich mit Kreditinstituten, die eigene Risikomodelle heranziehen. Wie in den Abschnitten zuvor stehen nicht genügend Eigenmittel zur Verfügung, um die optimale Geschäftspolitik ohne Regulierungsvorschriften zu realisieren.

Der weitere Ablauf gliedert sich wie folgt: Ausgehend von den gesetzlichen Vorschriften findet zunächst eine Spezifikation der Regulierungsbedingung statt. Dabei stellt sich heraus, dass eine enge Verwandtschaft zu der prozentualen Unterlegungsvorschrift bei Standardverfahren besteht. Im Anschluss wird die Frage diskutiert, ob die gegenwärtigen gesetzlichen Regelungen in der Lage sind, das Ziel der staatlichen Regulierung, die Begrenzung der Insolvenzwahrscheinlichkeit von Kreditinstituten, zu gewährleisten. Um eine Antwort auf die Frage zu finden, werden die vorgestellten Regulierungsvorschriften mit einer theoretisch hergeleiteten Nebenbedingung verglichen, die für eine Beschränkung der Insolvenzwahrscheinlichkeit sorgt. Ein Vergleich der Bedingungen zeigt, dass die aktuellen gesetzlichen Vorschriften nur bedingt geeignet sind. Im Anschluss wird die optimale Geschäftspolitik einer Bank analysiert, die eine vorgegebene Insolvenzwahrscheinlichkeit nicht überschreitet.

2.2.2.1 Modell

Kreditinstitute besitzen nach den Grundsätzen I und II über das Eigenkapital und die Liquidität von Kreditinstituten die Möglichkeit, die Anrechnungsbeträge für Marktpreisrisiken mit eigenen Risikomodellen zu kalkulieren, sofern die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht die Eignung der Modelle vorher geprüft hat.[115] Nach

[115] Vgl. § 3 GS I. Die neuen Eigenkapitalvorschriften (Basel II) sehen vor, dass auch die Anrechnungsbeträge für Adressenausfallrisiken mit eigenen Risikomodellen berechnet werden können. Arnold/Boos (2001) vermuten, dass die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen in einem steigenden Kredit- und Einlagenvolumen und einem abnehmendem Finanzanlagenvolumen bestehen.

§ 32 (3) GS I sind eigene Risikomodelle als geeignet anzusehen, wenn bei der Ermittlung der risikobeschreibenden Kennzahlen, des Value-at-Risk, die quantitativen Größen nach § 34 GS I zu Grunde gelegt, die Risikofaktoren nach § 35 GS I erfasst, die qualitativen Anforderungen nach § 36 GS I eingehalten werden und das Modell eine nach § 37 GS I geeignete Prognosegüte aufweist. Die Einhaltung der Eignungserfordernisse wird nach § 32 (3) GS I von der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht und der Deutschen Bundesbank überprüft. Die eigenen Risikomodelle können entweder nur für einzelne Teilbereiche eingesetzt werden („Partial Use“) oder die Standardverfahren vollständig ersetzen.[116]

Eigene Risikomodelle bauen auf dem Konzept des Value-at-Risk auf. Der Value-at-Risk einer Vermögensposition VaR_α ist derjenige Verlust gemessen als Marktwertminderung, der mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von $1-\alpha$ innerhalb eines bestimmten Zeitraums, der Haltedauer, nicht überschritten wird.[117] Mathematisch gesehen ist er der Betrag des α-Quantils einer Wahrscheinlichkeitsverteilung. Unter der Annahme, dass Marktwertänderungen $\tilde{\Delta}$ über die Haltedauer stetig verteilt sind und $f(\Delta)$ die Dichtefunktion und $F(\Delta)$ die Verteilungsfunktion bezeichnen, beläuft er sich auf:

$$\begin{aligned} & F(\Delta_\alpha) = \int_{-\infty}^{\Delta_\alpha} f(\Delta)\, d\,\Delta = \alpha \\ \Rightarrow \qquad & \mathrm{VaR}_\alpha = |\,\Delta_\alpha\,|\ . \end{aligned} \tag{2.97}$$

Der Value-at-Risk gibt die Marktwertminderung an, bei der die Verteilungsfunktion den Wert α annimmt. Mit welcher Methode Kreditinstitute die Wahrscheinlichkeitsverteilung ermitteln und den Value-at-Risk taxieren, bleibt ihnen selbst überlassen. Im Wesentlichen sind hier drei Klassen von Verfahren zu nennen: Der auf JP Morgans RiskMetrics zurückgehende Korrelations- bzw. Varianz-/Kovarianzansatz, die Monte-Carlo-Simulation und das historische Backtesting-Verfahren.[118] Wie unterschiedliche Studien zeigen, können unterschiedliche Verfahren zu deutlichen Abweichungen in den Value-at-Risk Werten und den damit verbundenen Eigenkapitalanforderungen führen.[119] Im weiteren Verlauf wird der von JP Morgan entwickelte RiskMetrics-Ansatz benutzt.

[116]Vgl. § 32 (1) GS I.
[117]Vgl. Uhlir/Aussenegg (1996), S. 832, Süchting/Paul (1998), S. 479 f., Rudolph/Johanning (2000), S. 25 ff., Saunders (2000), S. 182, Broll/Wahl (2002a), S. 74, Broll/Wahl (2002b), S. 187, Stulz (2003), S. 152 und Franke/Hax (2004), S. 600 f.
[118]Eine Darstellung der Vorgehensweise der einzelnen Ansätze ist bei Bühler et al. (1998), S. 65, Bühler/Schmidt (1998), S. 89 ff., Culp et al. (1998), S. 28 und Saunders (2000), S. 182 ff. zu finden. In Bezug auf den RiskMetrics-Ansatz von JP Morgan vgl. insbesondere JP Morgan (1995).
[119]Vgl. Bühler et al. (1998) und die dort zitierten Studien.

Es wird unterstellt, dass die Marktwertänderung der Finanzanlagen normalverteilt ist. Bezeichnet $(1 + \tilde{r}_A)\, A_E - A_E = \tilde{r}_A\, A_E$ die angesprochene Preisänderung, so schätzen die Bankmanager den Erwartungswert und die Standardabweichung auf $\mu_{r_A}\, A_E$ bzw. $\sigma_{r_A}\, A_E$.[120] Um den Value-at-Risk zu bestimmen, ist das α-Quantil der Marktwertänderung zu berechnen. Dazu bietet es sich an, die normalverteilte Zufallsvariable $\tilde{r}_A\, A_E$ in eine standardnormalverteilte Zufallsvariable zu transformieren und das α-Quantil der Standardnormalverteilung, u_α, zu benutzen. Der Value-at-Risk des Investmentgeschäfts beträgt dann:[121]

$$\begin{aligned} \mathrm{VaR}_\alpha &= \left|\, \mu_{r_A}\, A_E + u_\alpha\, \sigma_{r_A}\, A_E \,\right| \\ &= \left(-\mu_{r_A} - u_\alpha\, \sigma_{r_A}\right) A_E\,. \end{aligned} \tag{2.98}$$

Das zweite Gleichheitszeichen gilt bei hinreichend kleinem α, wovon im weiteren Verlauf ausgegangen wird. Unter der Annahme normalverteilter Marktwertänderungen entspricht der Value-at-Risk des Finanzanlagengeschäfts dem Finanzanlagenvolumen multipliziert mit dem Verlustpotenzial eines am Kapitalmarkt investierten Euros.[122] Das Verlustpotenzial pro Euro ist der Betrag der erwarteten Finanzanlagenrendite zuzüglich der mit u_α multiplizierten Standardabweichung der Finanzanlagenrendite.[123]

Gemäß der Vorgaben des GS I ist bei der Berechnung des Value-at-Risk von einer Halteperiode von 10 Handelstagen und einem Konfidenzniveau von $1 - \alpha = 99$ % auszugehen.[124] Zudem ist ein effektiver, historischer Beobachtungszeitraum von mindestens einem Jahr zu verwenden. Der auf diese Weise ermittelte Wert wird auch als potenzieller Risikobetrag bezeichnet.[125] Er ist Anknüpfungspunkt für den Anrechnungsbetrag der Marktrisikoposition und bildet die Basis für die Eigenmittelunterlegung. Nach § 33 GS I ergibt sich der Anrechnungsbetrag als Maximum des potenziellen Risikobetrages bezogen auf das risikobehaftete Portefeuille des Vortages (aktueller Risikobetrag) und dem Durchschnitt aus den potenziellen Risikobeträgen der vorangegangenen 60 Handelstage multipliziert mit dem Faktor drei. Unterstellt man, dass das Kreditportefeuille der Bank weiterhin nur aus Krediten an Nichtbanken besteht, dass der Planungshorizont des Bankgründers als Halteperiode zulässig ist und dass der aktu-

[120] Der Index „E“ kennzeichnet die Geschäftspolitik einer Bank, die eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzt.
[121] Die Notation, die im weiteren Verlauf verwendet wird, ist an die Notation aus Abschnitt 2.1.1 angelehnt.
[122] Vgl. Broll/Wahl (2002a), S. 74 und Franke/Hax (2004), S. 601.
[123] Vgl. Jorion (1997), S. 87 f. und Saunders (2000), S. 182.
[124] Vgl. § 34 GS I.
[125] Vgl. § 33 GS I.

elle Risikobetrag größer als der mit drei multiplizierte, durchschnittliche Risikobetrag der vergangenen 60 Tage ist, muss das Kreditinstitut mindestens über Eigenmittel im Umfang von

$$\begin{aligned} \overline{K} &\geq \hat{\kappa}\, L_E + \mathrm{VaR}_{1\,\%} \\ &= \hat{\kappa}\, L_E + \left(-\mu_{r_A} + 2,3263\, \sigma_{r_A}\right) A_E \\ &= \hat{\kappa}\, L_E + \hat{\kappa}_A\, A_E \end{aligned} \tag{2.99}$$

mit $\hat{\kappa}_A = -\mu_{r_A} + 2,3263\, \sigma_{r_A}$ verfügen.[126]

Das Optimierungsproblem des Bankeigentümers besteht darin, die im Sinne seiner Zielsetzung günstigste Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens unter Berücksichtigung der Regulierungsvorschrift (2.99) und der Bilanzgleichung (2.1) herauszufinden. Falls die gesetzlichen Vorschriften zu Einschränkungen der optimalen Geschäftspolitik führen, kann das Ungleichheitszeichen in (2.99) durch ein Gleichheitszeichen ersetzt werden; die optimale Geschäftspolitik der Bank muss auf dem Rand des zulässigen Bereichs liegen.[127]

Wie ist die Regulierungsvorschrift vor dem Hintergrund der Wahlmöglichkeit zwischen Standardverfahren und eigenen Risikomodellen zu beurteilen? Ein Vergleich der Unterlegungsvorschriften (2.80) und (2.99) zeigt, dass eine enge Verwandtschaft zwischen beiden Bedingungen besteht. Sowohl Kredite als auch Finanzanlagen sind prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen, und der Unterlegungssatz für Kredite beläuft sich unabhängig vom gewählten Verfahren auf $\hat{\kappa}$. Der einzige Unterschied liegt in dem Unterlegungssatz der Finanzanlagen. Bei Standardverfahren beträgt er ebenfalls $\hat{\kappa}$, wohingegen $\hat{\kappa}_A$ anzusetzen ist, wenn eigene Risikomodelle zum Einsatz kommen. $\hat{\kappa}_A$ kann größer, kleiner oder gleich $\hat{\kappa}$ sein, je nachdem, wie das Management μ_{r_A} und σ_{r_A} einschätzt.[128] Für $\mu_{r_A} = 2,3263\, \sigma_{r_A} - \hat{\kappa}$ gilt Gleichheit, bei kleinerem (größerem) μ_{r_A} ist $\hat{\kappa}_A$ ($\hat{\kappa}$) größer. Stimmen die Unterlegungssätze $\hat{\kappa}$ und $\hat{\kappa}_A$ überein, hängt die

[126] Wenn die Haltedauer vom Planungshorizont abweicht, kann der Einsatz von Value-at-Risk Maßnahmen das Risiko der Bank erhöhen und den erwarteten Nutzen des Eigentümers reduzieren. Franke (1998b) und Franke (2000a) führt dies auf die zeitliche Inkonsistenz von Ertrag und Risiko zurück. Zeitinkonsistenz entsteht, da bei kurzfristiger Orientierung bewusst auf intertemporale Risikostreuung verzichtet wird und Zinseffekte und Basisrisiken bei Roll-Over-Strategien unberücksichtigt bleiben.

[127] Die Definition des „zulässigen Bereichs“ ist auf Seite 85 zu finden. Vgl. auch Fußnote 108.

[128] Kreditinstitute dürfen μ_{r_A} und σ_{r_A} nicht beliebig festlegen. Nach § 34 GS I müssen sie einen hinreichend großen Beobachtungszeitraum zu Grunde legen, um die Parameter zu schätzen. Für Zinssätze, Aktien- und Währungskurse stellt die Investmentbank JP Morgan zahlreiche $(\mu_{r_A}, \sigma_{r_A})$-Kombinationen sowie die zugehörigen Korrelationen entgeltlos über das Internet zur Verfügung.

optimale Geschäftspolitik nicht davon ab, ob die Bank Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zur Eigenmittelunterlegung verwendet. Sie entspricht dann der in Abschnitt 2.2.2 ermittelten Geschäftspolitik. Demgegenüber kommt es im Fall inhomogener Unterlegungssätze auf die Berechnungsmethode der Marktrisikoposition an. Je nach Wahl des Verfahrens treten Unterschiede in der optimalen Bankpolitik auf, die umso gravierender sind, je stärker $\hat{\kappa}$ und $\hat{\kappa}_A$ voneinander abweichen.

Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle nutzen und für Finanzanlagen weniger Eigenmittel hinterlegen müssen als Institute, die Standardverfahren einsetzen, $\hat{\kappa} > \hat{\kappa}_A$, werden sich für eine Ausweitung ihres Investitionsprogramms entscheiden, um das Geschäftsvolumen zu erhöhen und sich der optimalen Bankpolitik ohne Regulierungsvorschriften anzunähern. Sie investieren mehr in die Finanzanlagen ($A_E^* > A_S^*$), und zwar überproportional viel, da eine Erhöhung des Finanzanlagenvolumens zu Lasten des Kreditvolumens ($L_E^* < L_S^*$) für eine zusätzliche Erhöhung des Bilanzvolumens $A_E^* + L_E^*$ sorgt. Verantwortlich dafür ist die unterhalb von eins liegende Substitutionsrate zwischen Krediten und Finanzanlagen, die wegen der Regulierungsvorschrift $1 : \hat{\kappa}/\hat{\kappa}_A$ beträgt.[129] Zusätzlichen Mittelbedarf finanziert die Bank, indem sie weitere Einlagen aufnimmt ($D_E^* > D_S^*$).

Trotz der quantitativen Unterschiede in der Geschäftspolitik existieren eine Reihe von Gemeinsamkeiten, wenn es um die Eigenschaften der optimalen Bankpolitik und um die komparativ-statischen Analysen geht. Erfolgt die Berechnung der Marktrisikoposition auf Basis des Value-at-Risk, beziehen die Manager bei ihren Entscheidungen ebenfalls alle Modell-relevanten Größen wie die Marktzinssätze, die Präferenzen und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite mit ein, wenn neben der Bilanzstrukturierung keine weiteren Gestaltungsmöglichkeiten des Marktrisikos existieren.[130] Im Vergleich zu Standardverfahren nutzenden Kreditinstituten ist ihre Finanzierungspolitik nicht durch die Regulierungsvorschrift vorgegeben, sondern muss simultan mit der Investitionspolitik festgelegt werden. Eine marginal höhere absolute Risikoaversion des Eigentümers veranlasst das Management unabhängig von der Regulierungsmethode, mehr Kredite zu vergeben und weniger in Finanzanlagen zu investieren.[131] Allerdings finden die Anpassungen nicht notwendigerweise in gleichem Umfang statt. Weichen $\hat{\kappa}$ und $\hat{\kappa}_A$ voneinander ab, erfolgt die Substitution bei einem Unterlegungssatz von $\hat{\kappa}$ im Verhältnis $1 : 1$, während das Verhältnis bei einem Unterlegungssatz

[129] Zum Begriff der Substitutionsrate vgl. Henderson/Quandt (1971), S. 11 ff.
[130] Zum gleichen Ergebnis kommen auch Broll/Wahl (2002a), S. 76 f.
[131] Vgl. Broll/Wahl (2002a), S. 77 für Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle benutzen.

von $\hat{\kappa}_A$ bei $1 : \hat{\kappa}/\hat{\kappa}_A$ liegt. Um die Regulierungsvorschrift (2.99) einzuhalten, werden die Finanzanlagen stärker reduziert als die Kredite ansteigen, so dass weniger Einlagen erforderlich sind, und das optimale Einlagenvolumen sinkt.

Auf Grund der Ähnlichkeiten der Regulierungsvorschriften (2.80) und (2.99) und der zumindest im Investitionsgeschäft identischen Ergebnisse der Bankmodelle soll die optimale Geschäftspolitik von Kreditinstituten unter der Nebenbedingung (2.99) nicht weiter analysiert werden. Das Ziel der nachfolgenden Untersuchungen besteht vielmehr darin, herauszufinden, ob die gesetzlichen Vorschriften in der Lage sind, die Insolvenzwahrscheinlichkeit des Unternehmens zu begrenzen. Zu diesem Zweck existieren die staatlichen Regulierungsvorschriften überhaupt nur.[132] Um die bestehenden Vorschriften auf ihre Eignung hin zu überprüfen, ist zunächst zu definieren, wann es zur Insolvenz eines Kreditinstituts kommt.

Ein Schuldner ist aus rechtlicher Sicht insolvent, wenn er zahlungsunfähig ist, wenn Zahlungsunfähigkeit droht, oder wenn er, falls keine natürliche Person unbeschränkt haftet, überschuldet ist.[133] Aus Gläubigerperspektive liegt Insolvenz vor, wenn nicht sämtliche Ansprüche der Gläubiger erfüllt werden.[134] In dem vorliegenden Bankenmodell scheiden drohende Zahlungsunfähigkeit und Überschuldung als Insolvenzgründe aus, da sämtliche Investitions- und Finanzierungsprojekte nur in zwei Zeitpunkten Zahlungen abwerfen und der alleinige Eigentümer der Bank annahmegemäß mit seinem Privatvermögen unbeschränkt haftet.[135] Die Zahlungsunfähigkeit des Eigentümers ist demnach der einzig mögliche Insolvenzgrund für die Bank. Damit es zur Zahlungsunfähigkeit kommt, muss das Gesamtvermögen des Investors in einem bestimmten Zeitpunkt negativ sein. Zu Beginn der Planung ($t = 0$) besteht keine Insolvenzgefahr. Der Bankgründer kann am Kapitalmarkt beliebig Mittel zum risikolosen Zinssatz aufnehmen. Als potenziellen Insolvenzzeitpunkt lässt das Modell nur den Planungshorizont des Entscheiders ($t = 1$) zu. Um die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank auf ein vor-

[132] Vgl. Franke (2000b), S. 246.

[133] Vgl. §§ 17 – 19 Insolvenzordnung (InsO). Unter Überschuldung ist der Sachverhalt zu verstehen, bei dem das Vermögen einer juristischen Person die Schulden nicht mehr deckt, vgl. § 19 (2) InsO.

[134] Vgl. Franke/Hax (2004), S. 520.

[135] Zahlreiche Beiträge in der Literatur gehen von Überschuldung als Insolvenzgrund aus. Dazu zählen u.a. die Beiträge von Kahane (1977), Blair/Heggestad (1978), Koehn/Santomero (1980), Shapiro (1982), Kim/Santomero (1988), Warg/Dachtler (2000) und Broll/Wahl (2002a). Als Ergebnisgröße verwenden die Modelle den Gewinn „der Bank“. Allerdings stimmt der Bankgewinn weder mit dem Endvermögen des Eigentümers noch mit dem Endvermögenszuwachs überein. Es treten Unterschiede auf, da nicht berücksichtigt wird, dass der Inhaber der Bank bei Überschuldung des Unternehmens nur mit seinem Einlagebetrag haftet. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, wird in dieser Arbeit die Zahlungsunfähigkeit des Eigentümers als Insolvenzgrund benutzt.

gegebenes Niveau α zu beschränken, ist sicherzustellen, dass das Gesamtvermögen des Eigentümers im Zeitpunkt $t = 1$ höchstens mit einer Wahrscheinlichkeit von α negativ wird, d. h.

$$P\left(\tilde{W} < 0\right) \leq \alpha\,, \tag{2.100}$$

mit dem Endvermögen $\tilde{W}$ aus Gleichung (2.3).[136] Unter der Annahme, dass die Finanzanlagenrendite normalverteilt ist und die Bankmanager den Erwartungswert auf μ_{r_A} und die Standardabweichung auf σ_{r_A} schätzen, lässt sich die Ungleichung umformen zu:[137]

$$L_E\,r_L + A_E\left(\mu_{r_A} + u_\alpha\,\sigma_{r_A}\right) - D_E\,r_D - C_L(L_E) - C_D(D_E) - C_F + I \geq 0\,. \tag{2.101}$$

In die Solvenzbedingung der Bank gehen neben den Marktzinssätzen, den Momenten der Finanzanlagenrendite, dem Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und dem α-Quantil der Standardnormalverteilung, bezeichnet mit u_α, auch die Kosten der Geschäftstätigkeit und das Anfangsvermögen des Bankeigentümers mit ein. Die beiden zuletzt genannten Größen finden in der Literatur bislang keine Beachtung, da als Insolvenzgrund hauptsächlich die Überschuldung des Kreditinstituts verwendet wird und sie unter bestimmten Annahmen keine Bedeutung für den Tatbestand der Überschuldung haben.[138] Bei unbeschränkter Haftung beeinflussen sie jedoch die Zahlungsfähigkeit des Eigentümers und wirken sich darüber auf die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank aus.

Addiert man auf beiden Seiten $-\overline{K}$ hinzu und multipliziert die Ungleichung mit -1, entsteht

$$\begin{aligned} \overline{K} &\geq -r_L\,L_E + \left(-\mu_{r_A} - u_\alpha\,\sigma_{r_A}\right)A_E + \mathcal{R} \\ &= -r_L\,L_E + \mathrm{VaR}_\alpha + \mathcal{R}\,, \end{aligned} \tag{2.102}$$

mit $\mathcal{R} = r_D\,D_E + \overline{K} + C_L(L_E) + C_D(D_E) + C_F - I$. Die Insolvenzwahrscheinlichkeit einer Bank beträgt höchstens α, wenn die Bank mindestens Eigenmittel im Umfang des Value-at-Risk für die Marktpreisrisiken abzüglich der Zinserträge des Kreditgeschäfts zuzüglich einer vom Kredit- und Einlagenvolumen abhängigen Größe $\mathcal{R}$ hat. Neben

[136] $P(\cdot)$ kennzeichnet die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines bestimmten Ereignisses.

[137] Die Umformung verläuft völlig analog zu der Umformung in (2.98). Zunächst ist die normalverteilte Zufallsvariable $\tilde{W}$ in eine standardnormalverteilte Zufallsvariable zu transformieren und im Anschluss das α-Quantil der Standardnormalverteilung einzusetzen.

[138] Vgl. bspw. die Beiträge von Kahane (1977), Koehn/Santomero (1980), Kim/Santomero (1988) und Broll/Wahl (2002a).

dem Kredit- und Einlagenvolumen hängt $\mathcal{R}$ vom Einlagenzins, dem Eigenkapital, den variablen und fixen Kosten der Geschäftstätigkeit sowie dem Anfangsvermögen des Bankeigentümers ab.

Eine auf den ersten Blick erstaunliche Eigenschaft der Solvenzbedingung ist, dass die Kredite negativ in die Gesamtrisikoposition der Bank eingehen. Die Gesamtrisikoposition entspricht dabei der rechten Seite von (2.102). Kreditgeschäfte verringern die Gesamtrisikoposition, da sie risikolos sind und ihre Zinserträge wie zusätzliches Eigenkapital wirken. Sie reduzieren die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank und sind mit einem negativen Anrechnungsbetrag anzusetzen. Demgegenüber läge ein positiver Anrechnungsbetrag vor, wenn die Kredite Ausfallrisiko-behaftet wären.

Eine Unterlegung von Adressenausfall- und Marktpreisrisiken reicht im Allgemeinen nicht aus, um die Insolvenzwahrscheinlichkeit einer Bank zu begrenzen.[139] Es werden zusätzliche Eigenmittel im Umfang von $\mathcal{R}$ benötigt, die abhängig vom Einlagengeschäft, den Kosten der Geschäftstätigkeit und dem Anfangsvermögen des Eigentümers sind. Die Geschäftskosten sind zu berücksichtigen, da ihre Höhe Auswirkungen auf das Endvermögen des Bankeigentümers hat und die Wahrscheinlichkeit für Zahlungsunfähigkeit beeinflusst. Aus den gleichen Gründen spielen auch das Einlagengeschäft und das Anfangsvermögen eine Rolle.

Wie sind die bestehenden Regulierungsvorschriften vor dem Hintergrund der Steuerung der Insolvenzwahrscheinlichkeit zu beurteilen? Ein Vergleich der gesetzlichen Vorschriften (2.80) und (2.99) mit der Solvenzbedingung (2.102) zeigt Abweichungen in hauptsächlich drei Punkten auf. Erstens sind nach den gesetzlichen Vorschriften nur Aktivpositionen mit Eigenkapital zu unterlegen. Einlagen und Eigenkapital bleiben außen vor, obwohl sie Einfluss auf die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank nehmen. Selbst wenn man eine der beiden Größen durch die Bilanzgleichung ersetzt, gelingt es nicht, beide Größen in der Solvenzbedingung zu eliminieren. Entweder die Einlagen oder das Eigenkapital sind mit in die Unterlegungsvorschriften aufzunehmen, um eine Begrenzung der Insolvenzwahrscheinlichkeit zu erreichen. Der zweite Unterscheidungspunkt besteht in der Einbeziehung von Kosten. Bislang existieren noch keine gesetzlichen Regelungen, die eine Unterlegungspflicht von fixen und variablen Kosten fordern. Dies gilt nicht nur für die hier berücksichtigten, vereinfachten Regulierungsvorschriften, sondern auch für alle Vorschriften darüber hinaus, wie Vorschriften zur Begrenzung der

[139] Zu diesem Ergebnis kommen auch Kahane (1977), Koehn/Santomero (1980) und Kim/Santomero (1988) im Rahmen eines (μ, σ)-Ansatzes.

Betriebsrisiken, etc.[140] Kosten sind wenn überhaupt nur implizit in den Sicherheitszuschlägen der Unterlegungssätze erfasst.[141] Ein Blick auf die Solvenzbedingung zeigt, dass die Geschäftskosten explizit mit Eigenkapital zu unterlegen sind, da sie das Endvermögen des Eigentümers mindern und Auswirkungen auf die Zahlungsfähigkeit des Unternehmens haben. Drittens findet die aktuelle Vermögenssituation des Eigentümers in den gesetzlichen Vorschriften keine Beachtung. Dafür können mehrere Gründe sprechen. Auf der einen Seite besteht die Möglichkeit, dass die gesetzlichen Vorschriften eher auf eine Vermeidung von Überschuldungssituationen abzielen, da Banken gewöhnlich im Besitz beschränkt haftender Eigentümer sind und sich Überschuldung als bedeutenderer Insolvenzgrund herausstellt. Auf der anderen Seite verschärft der Gesetzgeber die Eigenkapitalanforderungen, wenn er bewusst auf eine Berücksichtigung des Anfangsvermögens verzichtet.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zwischen den gesetzlichen Regulierungsvorschriften und der Solvenzbedingung von Banken eine Reihe von Abweichungen bestehen. Diese können zwar teilweise aufgelöst werden, jedoch nur unter restriktiven Annahmen. Insofern scheinen die gesetzlichen Vorschriften nur bedingt in der Lage zu sein, die Insolvenzwahrscheinlichkeit von Kreditinstituten zu begrenzen.[142]

Bevor Kreditinstitute eigene Risikomodelle einsetzen, muss ihre Eignung zunächst von der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht überprüft werden. Das auf dem Value-at-Risk basierende, eigene Risikomodell (2.102) ist als geeignet anzusehen, da es alle gesetzlichen Anforderungen erfüllt und für eine Beschränkung der Insolvenzwahrscheinlichkeit sorgt. Die weiteren Untersuchungen beschäftigen sich mit Kreditinstituten, die ihre Entscheidungen auf der Grundlage dieses Risikomodells treffen. Ausgehend von der Annahme einer mit Erwartungswert μ_{r_A} und Standardabweichung σ_{r_A} normalverteilten Finanzanlagenrendite wird unterstellt, dass Regulierungsvorschriften zu Einschränkungen der optimalen Geschäftspolitik führen.[143] Während die Manager

[140] Im Rahmen der Neufassung der Baseler Eigenkapitalvereinbarung („Basel II“) soll dies abgeändert werden. Operationelle Risiken sind dann ebenfalls mit Eigenkapital zu unterlegen. Geplant ist, dass ab 2007 ca. 12 % der Gesamteigenkapitalunterlegung auf operationelle Risiken entfallen soll, vgl. Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (2003) sowie die Überblicksartikel in Johanning/Rudolph (2000a), Kapitel IV. Aktuelle Vorschriften zur Unterlegung von Betriebsrisiken sind in den §§ 13, 15, 17, 18, 25 und 32 KWG zu finden.

[141] Dass Unterlegungssätze Sicherheitszuschläge enthalten, lässt sich am einfachsten an $\hat{\kappa}_A$ verdeutlichen. $\hat{\kappa}_A$ ist nach den gesetzlichen Vorschriften das Maximum des aktuellen Risikobetrags und dem mit drei multiplizierten Durchschnitt von vergangenen, potenziellen Risikobeträge. Der Multiplikationsfaktor lässt sich dabei als Sicherheitszuschlag interpretieren, vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 437.

[142] Vgl. Koehn/Santomero (1980), S. 1240 ff. und Kim/Santomero (1988), S. 1224 f.

[143] Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung wird an dieser Stelle ausschließlich zur Quantifizierung der In-

ohne gesetzliche Reglementierungen eine Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik bevorzugen, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit größer als α besitzt, passen sie ihre Entscheidungen bei der Einführung von Unterlegungsvorschriften so an, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit im Optimum exakt den Wert α annimmt. Aus geometrischer Sicht liegt die optimale Geschäftspolitik auf dem Rand des zulässigen Bereichs, und nach Einsetzen der Bilanzgleichung beläuft sich die einzuhaltende Solvenzbedingung (2.101) auf:[144]

$$L_E\,(r_L - r_D) + A_E\left(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A}\right) + \overline{K}\,r_D \\ - C_L\,(L_E) - C_D\left(L_E + A_E - \overline{K}\right) - C_F + I = 0\,. \quad (2.103)$$

Die Bankmanager handeln im Sinne des Eigentümers, wenn sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens $\tilde{W}$ gemäß der Zielsetzung „Erwartungsnutzenmaximierung“ unter den Nebenbedingungen (2.1) und (2.103) optimieren.[145] Setzt man die Bilanzgleichung in die Endvermögensdefinition (2.3) ein und ersetzt D_E, ergibt sich:[146]

$$\tilde{W} = L_E\,(r_L - r_D) + A_E\,(\tilde{r}_A - r_D) + \overline{K}\,r_D \\ - C_L\,(L_E) - C_D\left(L_E + A_E - \overline{K}\right) - C_F + I\,. \quad (2.104)$$

Als Entscheidungsvariablen stehen den Entscheidungsträgern das Kredit- und das Finanzanlagenvolumen zur Verfügung. Das Einlagenvolumen folgt implizit aus der Bilanzgleichung.

---

solvenzwahrscheinlichkeit benötigt. Auch jede andere Verteilung ist zulässig. Unterstellt man beispielsweise, dass die Finanzanlagenrendite dreiecksverteilt (bzw. Simpson-verteilt) ist, lassen sich nahezu identische Ergebnisse ableiten. Der einzige Unterschied liegt in einem abweichenden Multiplikator des Finanzanlagenvolumens in (2.101).

[144] Im weiteren Verlauf wird nicht A_E, wie bisher, sondern D_E ersetzt. Dadurch vereinfachen sich die nachfolgenden Berechnungen.

[145] Eine gesonderte Kennzeichnung des Endvermögens durch den Index „E“ entfällt aus Gründen der Übersichtlichkeit.

[146] Trotz positiver Insolvenzwahrscheinlichkeit ist der Ansatz eines deterministischen Einlagenzinssatzes aus zweierlei Gründen sinnvoll. Wenn es zum Konkurs eines Kreditinstituts kommt, existieren Einlagensicherungssysteme, die die Forderungen der Gläubiger sicherstellen. Dadurch sind die Einlagen de facto risikolos, was für einen deterministischen Einlagenzins spricht. Die Kosten der Einlagenversicherung, die in der Regel vom Einlagenvolumen abhängen, können bspw. in den variablen Einlagenkosten $C_D(D_E)$ enthalten sein. Zu dem Einlagensicherungssystem in Deutschland vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 344 ff. sowie Deutsche Bundesbank (2000), S. 29 ff. Zum anderen muss es einen vertraglich vereinbarten, sicheren Einlagenzins geben, damit ein Insolvenzgrund vorliegt. Wäre der Einlagenzins stochastisch, würde die Bank bei ungünstiger Geschäftsentwicklung die Einlagenzinsen reduzieren, um ihre Zahlungsfähigkeit zu gewährleisten. Ein Insolvenzgrund bestünde in diesem Fall nicht. Um den Einfluss von Regulierungsvorschriften auf die optimale Bankpolitik zu analysieren, besteht deshalb die Notwendigkeit, von einem deterministischen Einlagenzins auszugehen.

Zur Lösung von Optimierungsproblemen, bei denen Nebenbedingungen in Form von Gleichungen einzuhalten sind, bietet sich das Lagrangeverfahren an.[147] Mit dem Lagrangemultiplikator λ_E und dem Endvermögen $\tilde{W}$ aus Definition (2.104) lautet die über L_E, A_E und λ_E zu maximierende Lagrangefunktion

$$\begin{aligned}\mathcal{L}\left(L_E, A_E, \lambda_E\right) = E\left[U(\tilde{W})\right] + \lambda_E \Big(& L_E\left(r_L - r_D\right) + A_E\left(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\, \sigma_{r_A}\right) \\ & + \overline{K}\, r_D - C_L\left(L_E\right) - C_D\left(L_E + A_E - \overline{K}\right) - C_F + I\Big)\,. \end{aligned} \tag{2.105}$$

Sofern die Bank positives Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen generiert, müssen die partiellen Ableitungen der Lagrangefunktion im Optimum den Wert null annehmen. Dies fordert die notwendige Bedingung für ein Extremum. Neben (2.103) resultiert folgendes Gleichungssystem:

$$\begin{aligned} & E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(r_L - r_D - C_L'\left(L_E^*\right) - C_D'\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\right)\right] \\ & \qquad + \lambda_E^*\Big(r_L - r_D - C_L'\left(L_E^*\right) - C_D'\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\Big) = 0\,, \end{aligned} \tag{2.106}$$

$$\begin{aligned} & E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\right)\right] \\ & \qquad + \lambda_E^*\Big(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\, \sigma_{r_A} - C_D'\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\Big) = 0\,. \end{aligned} \tag{2.107}$$

Der Erwartungsnutzen des Endvermögens verläuft konkav auf einer durch die Nebenbedingungen eingeschränkten, konvexen Menge.[148] Nach dem Hauptsatz der konkaven Programmierung liefern die Bedingungen erster Ordnung ein eindeutiges, globales Maximum.[149]

2.2.2.2 Optimale Geschäftspolitik

Um die optimale Geschäftspolitik einer Universalbank mit Insolvenzwahrscheinlichkeit α zu charakterisieren, sind die notwendigen Bedingungen geeignet umzuformen. So ist Bedingung (2.106) äquivalent zu

$$\left(E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] + \lambda_E^*\right)\Big(r_L - r_D - C_L'\left(L_E^*\right) - C_D'\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\Big) = 0\,. \tag{2.108}$$

[147] Vgl. Chiang (1984), S. 369 ff.

[148] Zur Definition von konvexen Mengen vgl. Chiang (1984), S. 348 ff.

[149] Vgl. Chiang (1984), S. 398. Über die Hessematrix der Lagrangefunktion, die auch geänderte Hessematrix (bzw. „Bordered Hessian“) genannt wird, besteht eine weitere Möglichkeit nachzuweisen, dass die notwendigen Bedingungen hinreichend sind. Ein Maximum liegt vor, wenn die geänderte Hessematrix negativ definit ist. Untersucht man die Vorzeichen der Determinanten der Hauptminoren der geänderten Hessematrix und setzt die Annahmen an die Nutzen- und Kostenfunktionen ein, ergeben sich alternierende Vorzeichen mit einer positiven Determinante des ersten Hauptminors. Dies ist eine hinreichende Bedingung für negative Definitheit.

Die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik besitzt die Eigenschaft, dass entweder λ_E^* dem negativen, erwarteten Grenznutzen entspricht oder die notwendige Bedingung des Grundmodells (2.8) erfüllt sein muss. Falls $\lambda_E^* = -E[U'(\tilde{W}^*)]$ gilt, reduzieren sich die Bedingungen erster Ordnung auf $E[U'(\tilde{W}^*)(\tilde{r}_A - \mu_{r_A} - u_\alpha\, \sigma_{r_A})] = 0$ und Bedingung (2.103). Die Lösung dieses von λ_E^* unabhängigen Gleichungssystems gibt den optimalen Umfang zu vergebender Kredite und in Finanzanlagen zu investierender Mittel an. Sie ist von den Präferenzen und dem Anfangsvermögen des Bankeigentümers, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, den variablen und fixen Kosten des Kreditinstituts, dem Kredit- und Einlagenzinssatz, dem Eigenkapital sowie der einzuhaltenden Insolvenzwahrscheinlichkeit abhängig. Allerdings kann eine Übereinstimmung von λ_E^* und $-E[U'(\tilde{W}^*)]$ nur in Ausnahmefällen, bei bestimmten Datenkonstellationen, auftreten. In der Regel weichen beide Größen voneinander ab. Im weiteren Verlauf wird diesem Spezialfall keine Beachtung geschenkt und von $\lambda_E^* \neq -E[U'(\tilde{W}^*)]$ ausgegangen.

Satz 19 *Kreditinstitute, die ihre Insolvenzwahrscheinlichkeit auf dem Niveau α fixieren, legen ihre optimale Geschäftspolitik anhand der Gleichungen (2.8), (2.103) und (2.1) fest. Neben dem Erwartungswert und der Standardabweichung der Finanzanlagenrendite üben die variablen und fixen Kosten der Geschäftstätigkeit, der Kredit- und Einlagenzinssatz, das Eigenkapital, das Anfangsvermögen des Bankeigentümers und die Insolvenzwahrscheinlichkeit einen Einfluss auf die Entscheidungen aus. Die Präferenzen des Eigentümers sowie höhere Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung sind für die Bankpolitik nicht relevant.*

Beweis: (2.103) und (2.1) sind Nebenbedingungen des Optimierungsproblems, wohingegen (2.8) wegen $\lambda_E^* \neq -E[U'(\tilde{W}^*)]$ und (2.108) einzuhalten ist. Alle weiteren Aussagen folgen unmittelbar aus den Optimalitätsbedingungen. □

Die Verwendung eigener Risikomodelle führt dazu, dass Banken mit geringer Eigenmittelausstattung ihre optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik ausfindig machen können, ohne Kenntnis über die Präferenzen des Eigentümers und die höheren Momente der Finanzanlagenrendite besitzen zu müssen. Im Vergleich zu nicht regulierten Banken sind weniger Daten zu beschaffen und die optimalen Entscheidungen einfacher zu bestimmen. Die gleiche Aussage gilt auch dann, wenn regulierte Banken, die Standardverfahren nutzen, als Vergleichsbasis verwendet werden. Zwei Unternehmen, deren Eigentümer unterschiedliche Nutzenfunktionen zur Entscheidungsfindung heranziehen und deren Manager von differierenden höheren Momenten der Wahrscheinlichkeitsverteilung ausgehen, können demnach sehr wohl dieselbe Investitions- und Finanzierungspolitik präferieren. Sie müssen lediglich in allen anderen Ausstattungsmerkmalen identisch sein. Um zu begründen, warum weder die Präferenzen noch die höheren Momente eine Bedeutung für die Bankpolitik haben, ist zunächst die Regulierungsvorschrift näher zu untersuchen. Ein charakteristisches Merkmal der Solvenzbedingung (2.103) ist, dass marginale Änderungen des Kreditvolumens bei optimalem Verhalten des Kreditinstituts keine Auswirkungen auf die Insolvenzwahrscheinlichkeit haben. Ebenso beeinflussen die Präferenzen und die höheren Momente die Insolvenzwahrscheinlichkeit nicht. Wenn die Bankmanager Präferenzänderungen zum Anlass nähmen, das Finanzanlagenvolumen zu verändern, wäre die Regulierungsbedingung verletzt, was unzulässig ist. Die Finanzanlagen müssen demnach unabhängig von der Nutzenfunktion und den höheren Momenten der Wahrscheinlichkeitsverteilung sein. Für die risikolosen Kredite und die risikolosen Einlagen trifft dies ebenfalls zu. Sie werden wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit anhand der Bilanzgleichung und einer Entscheidungsregel festgelegt, die nur von den Grenzerlösen und den Grenzkosten abhängig ist.

Im nächsten Schritt wird analysiert, wie Banken auf eine Begrenzung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit reagieren. Als Vergleichsbasis dient die Geschäftspolitik einer Bank mit Insolvenzwahrscheinlichkeit größer α. Die Einführung von Regulierungsvorschriften zwingt die Manager der Bank, weniger risikobehaftet zu investieren ($A^*_E < A^*$). Sie vermindern das Finanzanlagenvolumen, um die Insolvenzwahrscheinlichkeit auf α zu reduzieren. Über die notwendige Bedingung

$$C'_L(L^*) + C'_D(L^* + A^* - \overline{K}) = r_L - r_D = C'_L(L^*_E) + C'_D(L^*_E + A^*_E - \overline{K}) \qquad (2.109)$$

besteht die Verpflichtung, mehr Kredite zu vergeben ($L^*_E > L^*$). Da das Kreditvolumen auf der rechten Seite zweimal auftaucht, während das Finanzanlagenvolumen nur einmal vorhanden ist, nimmt das optimale Kreditvolumen in geringerem Umfang zu, als das optimale Finanzanlagenvolumen sinkt. Es werden weniger Einlagen benötigt, und das optimale Einlagenvolumen geht zurück ($D^*_E < D^*$).

2.2.2.3 Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten

In diesem Abschnitt werden die ersten beiden komparativ-statischen Analysen durchgeführt. Dabei handelt es sich um die absolute Risikoaversion des Bankeigentümers und die Fixkosten. Nicht regulierte Banken und Banken, die Standardverfahren einsetzen, nehmen bei einem marginalen Anstieg der absoluten Risikoaversion Änderungen der optimalen Geschäftspolitik vor. Sie kaufen weniger Finanzanlagen und vergeben mehr Kredite. Ob sie weniger Einlagen aufnehmen, hängt von der Eigenmittelausstattung der Bank ab. Im nächsten Satz wird aufgezeigt, wie Kreditinstitute mit einer maximalen Insolvenzwahrscheinlichkeit auf einen Anstieg der Risikoaversion reagieren. Des Weiteren stehen Fixkostenänderungen im Mittelpunkt. Während die Fixkosten in den bisherigen Untersuchungen ausschließlich indirekt über die Risikobereitschaft Einfluss auf das operative Bankgeschäft nahmen, kommt ihnen jetzt eine größere Bedeutung zu. Sie verändern die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank und wirken sich direkt auf die optimalen Entscheidungen aus.

Satz 20 *Für Kreditinstitute, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit von α besitzen, gilt: Mit zunehmender absoluter Risikoaversion des Bankeigentümers verändert sich die optimale Geschäftspolitik der Bank nicht. Steigen die Fixkosten marginal an, reduzieren die Manager das optimale Finanzanlagen- und das optimale Einlagenvolumen und erhöhen das optimale Kreditvolumen.*

Beweis: Der erste Teil folgt unmittelbar aus Satz 19. Wendet man das implizite Funktionentheorem auf die Optimalitätsbedingungen (2.8) und (2.103) an und setzt die Ergebnisse in die nach C_F abgeleitete Bilanzgleichung ein, ergibt sich:

$$\begin{aligned}
\frac{d\,L_E^*}{d\,C_F} &= \frac{C_D''\left(L_E^*+A_E^*-\overline{K}\right)}{M} > 0\,,\\
\frac{d\,A_E^*}{d\,C_F} &= \frac{-C_L''\left(L_E^*\right)-C_D''\left(L_E^*+A_E^*-\overline{K}\right)}{M} < 0\,,\\
\frac{d\,D_E^*}{d\,C_F} &= \frac{-C_L''\left(L_E^*\right)}{M} < 0\,.
\end{aligned} \tag{2.110}$$

Dabei ist $M = (\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A} - C_D'(L_E^*+A_E^*-\overline{K}))(-C_L''(L_E^*) - C_D''(L_E^*+A_E^*-\overline{K}))$. Bei hinreichend kleiner Insolvenzwahrscheinlichkeit ist M positiv, und die Behauptungen sind bewiesen. □

Kreditinstitute mit einer höheren Fixkostenbelastung weisen ein geringeres Bilanzvolumen auf und unterscheiden sich in der Struktur ihres Aktivgeschäfts. Dafür sind zwei potenzielle Effekte verantwortlich. Auf der einen Seite sorgen höhere Fixkosten für ein geringeres Endvermögen des Bankeigentümers. Die Risikobereitschaft verändert sich, wenn Präferenzen mit abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion vorliegen. Allerdings entsteht dadurch noch kein Motiv, die optimale Geschäftspolitik neu zu gestalten. Denn bei Banken, die eigene Risikomodelle zur Berechnung einer angemessenen Eigenmittelausstattung verwenden, hängt die Investitions- und Finanzierungspolitik nicht von der Risikobereitschaft ab. Um die Änderungen der Bilanzpositionen zu erklären, sind die Auswirkungen auf die Solvenzbedingung zu analysieren. Höhere Fixkosten erhöhen die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank, da sie das Vermögen des Bankeigentümers reduzieren und die Fähigkeit, Zahlungen leisten zu können, gefährden. Die Manager wirken dem entgegen, indem sie weniger Finanzanlagen in ihr Portefeuille aufnehmen. Sie vergeben stattdessen mehr Kredite und nehmen weniger Einlagen auf. Dadurch reduzieren sie die Insolvenzwahrscheinlichkeit auf α und erfüllen gleichzeitig die notwendige Bedingung (2.8) und die Bilanzgleichung (2.1). Im Gegensatz zu nicht regulierten und regulierten, Standardverfahren nutzenden Banken sind die Folgen höherer Fixkosten hier eindeutig; ein indirekter, über die absolute Risikoaversion wirkender Effekt existiert nicht.

Abbildung 2.7 verdeutlicht den Effekt zunehmender Fixkosten auf die optimale Geschäftspolitik einer Bank mit Insolvenzwahrscheinlichkeit α (durchgezogene Linien). Als Vergleichsbasis ist ferner die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik derselben Bank ohne Regulierungsvorschriften eingezeichnet (gestrichelte Linien). Die optimalen Entscheidungen hängen nicht von den Fixkosten ab, da der Inhaber der Bank eine exponentielle Nutzenfunktion zur Entscheidungsfindung heranzieht. Unterhalb eines kritischen Fixkostenniveaus $\bar{C}_F$ gibt es keine Unterschiede zwischen den durchgezogenen und den gestrichelten Linien. In diesem Bereich bevorzugen nicht regulierte Banken eine Geschäftspolitik, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit kleiner als α besitzt. Sie entspricht der optimalen Bankpolitik regulierter Institute. Änderungen des Investitions- und Finanzierungsprogramms treten erst bei Kosten oberhalb von $\bar{C}_F$ auf. Eine Neuplanung der Bankpolitik ist notwendig, da die zu L^*, A^* und D^* gehörenden Insolvenzwahrscheinlichkeiten Werte größer als α annehmen. Gegenüber der Geschäftspolitik ohne Regulierungsvorschriften reduzieren die Manager das optimale Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und erhöhen das optimale Kreditvolumen. Die Korrekturen sind umso stärker, je höher die Fixkosten sind.

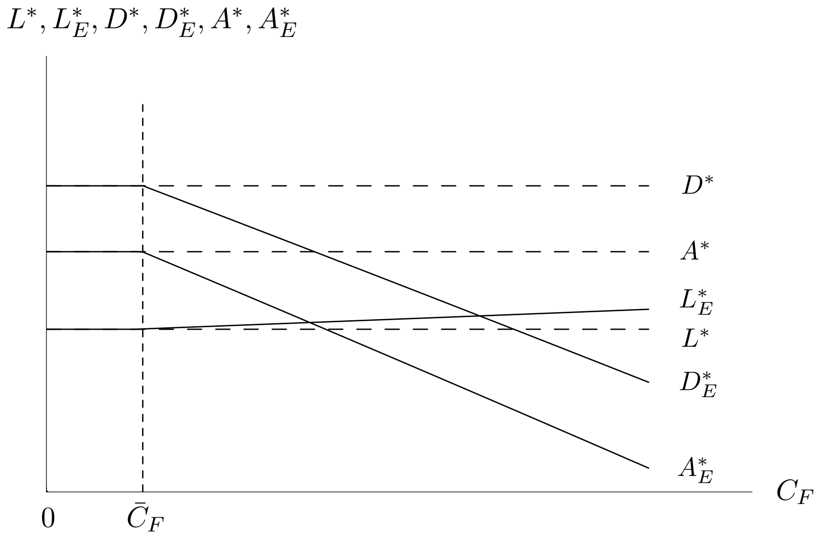

Abbildung 2.7: Optimale Geschäftspolitik einer Bank bei Einführung einer Solvenzbedingung in Abhängigkeit der Fixkosten

2.2.2.4 Änderungen des Erwartungswertes und der Varianz der Finanzanlagenrendite

In den nächsten beiden Sensitivitätsanalysen geht es um den Einfluss des Erwartungswertes und der Varianz der Finanzanlagenrendite. Dass beide Größen geschäftspolitisch von Bedeutung sind, wurde bereits in Satz 19 aufgezeigt. Offen geblieben ist, in welche Richtung die Manager Anpassungen der Einzelgeschäfte vornehmen müssen, wenn der eine oder andere Parameter einer marginalen Änderung unterliegt. Mit dieser Thematik setzen sich die folgenden zwei Sätze auseinander. Die zu Grunde liegenden Verteilungsänderungen sind ähnlich speziell wie die in Abschnitt 2.1.4.1 untersuchten, da sie auf einer normalverteilten Finanzanlagenrendite basieren und eine Erhöhung des Erwartungswertes oder der Varianz zu Änderungen jeder einzelnen Renditerealisation führen.

Satz 21 *Schätzen die Manager einer Universalbank, die eigene Risikomodelle zur Steuerung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit nutzt, die erwartete Finanzanlagenrendite höher ein, ist eine Ausweitung des Finanzanlagen- und des Einlagenvolumens und eine Reduzierung des Kreditvolumens optimal.*

Beweis: Eine marginale Zunahme der erwarteten Finanzanlagenrendite μ_{r_A} bewirkt nach dem impliziten Funktionentheorem und der Bilanzgleichung folgende Änderungen des Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumens:

$$\begin{aligned} \frac{d\,L_E^*}{d\,\mu_{r_A}} &= \frac{-A_E^*\,C_D''\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)}{M} < 0\,, \\ \frac{d\,A_E^*}{d\,\mu_{r_A}} &= \frac{A_E^*\,\left(C_L''\left(L_E^*\right) + C_D''\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\right)}{M} > 0\,, \\ \frac{d\,D_E^*}{d\,\mu_{r_A}} &= \frac{A_E^*\,C_L''\left(L_E^*\right)}{M} > 0\,. \end{aligned} \tag{2.111}$$

Nach Satz 20 ist $M > 0$. Unter Berücksichtigung von $A_E^* > 0$ und der steigenden Grenzkosten ergeben sich die Behauptungen. □

Ein höherer Erwartungswert der Finanzanlagenrendite sorgt bei Kreditinstituten, die risikobehaftete Investitionen tätigen, für eine Verschiebung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens. Die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank ändert sich, und die bisherige Geschäftspolitik ist nicht mehr optimal. Um die gesunkene Insolvenzwahrscheinlichkeit bis auf α zu erhöhen und die Entscheidungsregel bei Sicherheit, (2.8), sowie die Bilanzgleichung zu erfüllen, sind mehr Mittel in die Finanzanlagen zu investieren, weniger Kredite zu vergeben und mehr Einlagen aufzunehmen. Die Wirkungen sind eindeutig, da potenziell auftretende Änderungen der Risikobereitschaft unerheblich für die Investitions- und Finanzierungspolitik sind.

Satz 22 *Eine höhere Varianz der Finanzanlagenrendite führt bei Kreditinstituten mit einer Insolvenzwahrscheinlichkeit von α zu einem geringeren optimalen Finanzanlagenvolumen, einem geringeren optimalen Einlagenvolumen und einem höheren optimalen Kreditvolumen.*

Beweis: Die Gleichungen (2.8) und (2.103) enthalten zwei implizit definierte Funktionen $L_E^*(\sigma_{r_A})$ und $A_E^*(\sigma_{r_A})$, deren Ableitungen sich wie folgt darstellen lassen:

$$\begin{aligned} \frac{d\,L_E^*}{d\,\sigma_{r_A}} &= \frac{-A_E^*\,u_\alpha\,C_D''\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)}{M} > 0\,, \\ \frac{d\,A_E^*}{d\,\sigma_{r_A}} &= \frac{A_E^*\,u_\alpha\,\left(C_L''\left(L_E^*\right) + C_D''\left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right)\right)}{M} < 0\,, \\ \frac{d\,D_E^*}{d\,\sigma_{r_A}} &= \frac{A_E^*\,u_\alpha\,C_L''\left(L_E^*\right)}{M} < 0\,. \end{aligned} \tag{2.112}$$

Die dritte Gleichung resultiert aus der Bilanzgleichung. Mit der Definition von $M > 0$ aus dem Beweis von Satz 20, $A_E^* > 0$ und $u_\alpha < 0$ für $\alpha < 0,5$ ergeben sich die Vorzeichen. □

Die Bankmanager nehmen eine höhere Einschätzung der Standardabweichung oder Varianz der Finanzanlagenrendite zum Anlass, die Aktiv- und Passivseite der Bilanz neu zu gestalten. Sämtliche Anpassungen reduzieren zwar den erwarteten Nutzen des Eigentümers, sie sind aber notwendig, um die aufsichtsrechtlichen Vorschriften zu erfüllen. Optimal ist es, das Finanzanlagen- und das Einlagenvolumen zu reduzieren und das Kreditvolumen zu erhöhen. Dadurch sinkt die Insolvenzwahrscheinlichkeit auf α, und die Erwartungsnutzeneinbuße fällt möglichst gering aus. Wie im Fall von Fixkosten- bzw. Erwartungswertänderungen sind die Auswirkungen eines Risikoanstiegs eindeutig.

Abschließend werden die wichtigsten Aussagen der letzten Abschnitte noch einmal zusammengefasst und um die noch fehlenden komparativ-statischen Analysen ergänzt. Kreditinstitute haben die Möglichkeit, eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung zu verwenden. Sofern der Gesetzgeber die Eignung der Modelle vorher geprüft hat, können sie die Standardverfahren in einzelnen Teilbereichen oder vollständig ersetzen. Eigene Risikomodelle sind gesetzlich nicht in allen Einzelheiten festgelegt. Sie müssen gewisse Mindeststandards einhalten und bauen auf dem Value-at-Risk auf. In der Regel bevorzugen Kreditinstitute, die sich für den Einsatz derartiger Modelle entschieden haben, eine andere Geschäftspolitik als Institute, die ihre Marktpreisrisiken prozentual mit Eigenkapital unterlegen. Ob eine Ausweitung oder Einschränkung der Geschäftstätigkeit optimal ist, hängt von der zu Grunde liegenden Datenkonstellation ab. Sowohl Standardverfahren als auch eigene Risikomodelle sind nur bedingt geeignet, die Insolvenzwahrscheinlichkeit einer Bank zu steuern. Denn die gesetzlichen Vorschriften beziehen bislang weder das Einlagengeschäft noch die Kosten der Geschäftstätigkeit oder das Anfangsvermögen des Bankeigentümers mit ein. Findet eine Berücksichtigung dieser Größen statt, können die Bankmanager die optimale Geschäftspolitik ungeachtet der Präferenzen des Eigentümers und der höheren Momente der Finanzanlagenrendite festlegen. Die Möglichkeit, Investitions- und Finanzierungsentscheidungen getrennt voneinander zu treffen, besteht nicht. Änderungen einzelner exogener Parameter haben eindeutige Auswirkungen auf die optimalen Entscheidungen, da Veränderungen der Risikoaversion geschäftspolitisch nicht von Bedeutung sind.

Tabelle 2.2 gibt die Ergebnisse der noch fehlenden komparativ-statischen Analysen an. Die Symbole θ, r_L, $\overline{K}$ und α stehen dabei für die variablen Kosten des Kreditgeschäfts, den Kreditzinssatz, das Eigenkapital und die maximale Insolvenzwahrscheinlichkeit. Marginale Erhöhungen der Kreditkosten erfolgen anhand der in Abschnitt 2.1.5 vorgestellten Parametrisierung $C_L^n(L_E) = \theta\, C_L(L_E)$. Sie führen zu einer geringeren Einlagenaufnahme und einem geringeren Finanzanlagenvolumen der Bank. Ob weniger Kredite zu vergeben sind, ist ohne weitere Annahmen nicht zu beantworten, da zwei gegenläufige Effekte existieren, die auf die optimale Kreditvergabe wirken.

Marginale Zunahme von	θ	r_L	$\overline{K}$	α
L_E^*	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\downarrow$
A_E^*	$\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
D_E^*	$\downarrow$	$\uparrow$	$\downarrow$	$\uparrow$

Tabelle 2.2: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Marktrisiko bei Verwendung eigener Risikomodelle

2.2.2.5 Beispiel

In diesem Abschnitt wird die optimale Geschäftspolitik einer Bank analysiert, die im Besitz eines Eigentümers mit der exponentiellen Nutzenfunktion $U(W) = -e^{-a\,W}$ ist, von Kosten in Höhe von $C_L(L_E) = \theta\, L_E^2/2$ und $C_D(D_E) = D_E^2/2$ ausgeht und mit Hilfe des eigenen Risikomodells (2.103) für eine Begrenzung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit sorgt. Bezeichnet μ den Erwartungswert und σ die Standardabweichung des Endvermögens (2.104), beläuft sich die über L_E und A_E zu maximierende Präferenzfunktion des Bankeigentümers auf $\phi(\mu, \sigma) = \mu - (a/2)\,\sigma^2$. Dabei geht die Regulierungsvorschrift als Nebenbedingung in das Optimierungsproblem ein. Ausgehend von der Prämisse, dass die Bank im Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenmarkt als Marktteilnehmer auftritt, fordert die notwendige und hinreichende Bedingung für ein Erwartungsnutzenmaximum, dass die partiellen Ableitungen der Präferenzfunktion im Optimum den Wert null annehmen. Die optimale Kredit- und Finanzanlagenpolitik muss in diesem Fall

$$
\begin{aligned}
r_L - r_D - \theta\, L_E^* - \left(L_E^* + A_E^* - \overline{K}\right) = 0\,, \\
L_E^*\,(r_L - r_D) + A_E^*\left(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A}\right) + \overline{K}\,r_D \\
-\theta\,\frac{{L_E^*}^2}{2} - \frac{(L_E^* + A_E^* - \overline{K})^2}{2} - C_F + I = 0
\end{aligned}
\tag{2.113}
$$

erfüllen. Die obere Gleichung entspricht der notwendigen Bedingung des Grundmodells, während die untere Gleichung die Solvenzbedingung angibt. Zusammen legen sie das optimale Kredit- und Finanzanlagenvolumen fest, wohingegen das optimale Einlagenvolumen über die Bilanzgleichung folgt. An den Optimalitätsbedingungen ist zu erkennen, dass die optimale Geschäftspolitik von dem Erwartungswert und der Standardabweichung der Finanzanlagenrendite, den variablen und fixen Kosten des Instituts, dem Kredit- und Einlagenzinssatz, dem Eigenkapital, dem Anfangsvermögen des Eigentümers und der Insolvenzwahrscheinlichkeit abhängt. Die Präferenzen des Eigentümers sowie höhere Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung spielen keine Rolle. Um die Sensitivität der Ergebnisse im Rahmen komparativ-statischer Analysen zu überprüfen, sind die implizit definierten Kredit- und Finanzanlagenvolumina nach dem zu untersuchenden, exogenen Parameter abzuleiten. Wie sich herausstellt, stimmen die Ergebnisse mit denen der Sätze 20 bis 22 überein.

Kapitel 3

Gestaltung von Marktrisiko mit Termingeschäften

Kreditinstitute besitzen zahlreiche Möglichkeiten, die sich aus der Geschäftstätigkeit ergebenden Risiken zu steuern. Neben der Bilanzstrukturierung sind in diesem Zusammenhang vor allem die Risikostreuung, die vertragliche Risikoabwälzung und die Risikoteilung zu nennen.[1] Um Risiken vertraglich abwälzen zu können, sind Märkte notwendig, auf denen Risiken gegen Entgelt gehandelt werden. Dies können beispielsweise Versicherungsmärkte oder Finanzmärkte sein. Finanzmärkte bieten eine Reihe von Instrumenten, die es gestatten, Risiken umzuverteilen. Zu den moderneren Instrumenten gehören die Finanzderivate, wie Terminfix-, Swap- und Optionsgeschäfte.[2] In diesem Kapitel setzen die Manager Terminfixgeschäfte ein, um die Risikoposition der Bank zu gestalten. Das Ziel der Untersuchungen besteht darin, die besondere Bedeutung von Terminmärkten zur Risikogestaltung von Kreditinstituten aufzuzeigen.

Abschnitt 3.1 untersucht die optimale Geschäfts- und Risikopolitik von Kreditinstituten mit ausreichender Eigenmittelausstattung, die gesetzlich nicht zur Einschränkung ihrer Investitions- und Finanzierungspolitik verpflichtet sind. Nachdem die optimalen Entscheidungen charakterisiert wurden, findet ein Vergleich der Ergebnisse mit denen von Banken statt, die keinem Risiko ausgesetzt sind. Im Anschluss wird die Sensitivität der optimalen Entscheidungen im Rahmen komparativ-statischer Analysen überprüft. Im Einzelnen wird analysiert, wie die Bank auf marginale Änderungen der absoluten

[1] Vgl. Freixas/Rochet (1997), S. 5 f. und Franke/Hax (2004), S. 585 ff.

[2] Die verschiedenen Instrumente der Beteiligungsfinanzierung sowie hybride Finanzierungsinstrumente wie Wandelschuldverschreibungen und Optionsanleihen werden zu den klassischen Instrumenten der Risikoabwälzung gezählt. Vgl. Franke (1998a), Kapitel II.4 und Franke/Hax (2004), S. 586.

Risikoaversion des Eigentümers, der Fixkosten, der Varianz der Finanzanlagenrendite und des Terminkurses reagiert. Das abschließende Beispiel verdeutlicht die Ergebnisse für Banken mit einer vorgegebenen Präferenzstruktur.

Kreditinstitute mit geringer Eigenmittelausstattung stehen in Abschnitt 3.2 im Mittelpunkt. Unter der Annahme, dass die optimale Geschäfts- und Risikopolitik ohne Regulierungsvorschriften nicht realisierbar ist, setzen die Bankmanager in Abschnitt 3.2.1 zunächst Standardverfahren ein, um für eine angemessene Eigenmittelausstattung zu sorgen. In Abschnitt 3.2.2 wenden sie eigene Risikomodelle an, mit denen sie die Insolvenzwahrscheinlichkeit des Unternehmens begrenzen.

3.1 Bankmodell ohne Regulierungsvorschriften

3.1.1 Modell

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildet die in Kapitel 2.1 vorgestellte Universalbank unter Marktrisiko, die Einlagen im Umfang von D_T zum risikolosen Einlagenzins r_D aufnimmt, Kredite im Umfang von L_T zum risikolosen Kreditzins r_L vergibt und am Kapitalmarkt risikobehaftete Investitionen im Umfang von A_T tätigt, die über den Planungshorizont des Eigentümers eine stochastische Rendite von $\tilde{r}_A$ erwirtschaften.[3] Sämtliche Märkte, auf denen die Bank als Marktteilnehmer agiert, sind kompetitiv in dem Sinne, dass beliebig hohe Geldbeträge zu gleichen Konditionen anlegbar bzw. aufnehmbar sind.

Neben den bilanziellen Geschäften stehen der Bank im weiteren Verlauf außerbilanzielle Terminfixgeschäfte zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Forwards auf die im Eigenhandel getätigten Finanzanlagengeschäfte.[4] Der Fälligkeitszeitpunkt der For-

[3]Der Index „T“ kennzeichnet die optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer Bank, die Terminfixgeschäfte zur Steuerung des Marktrisikos nutzen kann. Eine detailliertere Beschreibung des Modells ist in Abschnitt 2.1.1 zu finden.

[4]Die folgenden Ergebnisse gelten auch für Futures, sofern zwei Voraussetzungen erfüllt sind. Zum einen müssen die Futures-Kontrakte beliebig teilbar sein. Denn nur bei beliebiger Teilbarkeit ist sichergestellt, dass die Bank ihre bevorzugte Hedgingpolitik realisieren kann. Zum anderen dürfen keine Zahlungen vor Fälligkeit anfallen. Dazu zählen insbesondere die Margin-Zahlungen. Margin-Zahlungen beruhen darauf, dass die Gewinne und Verluste von Futures-Positionen grundsätzlich nicht erst bei Fälligkeit festgestellt und ausgeglichen werden, sondern täglich. Um diese mit „Mark-to-Market“ umschriebene, börsentägliche Abrechnung durchzuführen, verlangt die Clearingstelle einer Terminbörse wie die Clearstream International S.A. der Deutsche Börse AG Sicherheitsleistungen („Initial Margin“), die auf ein spezielles Konto („Margin-Konto“) eingezahlt oder in Form von Wertpapieren hinterlegt werden müssen. Je nach Entwicklung der Terminmarktposition („Variation Margin“) können entweder Gewinne entnommen werden oder es sind weitere Nachschüsse zu leisten. Vgl. Franke (1998a),

wards stimmt mit dem Planungshorizont des Eigentümers überein.[5] Als Terminkurs bzw. Terminzins bei Geldmarktprodukten wird im Zeitpunkt $t = 0$ der Kurs r_f vereinbart. Er notiert in Renditeform und ist unabhängig von der Höhe des Terminkontraktvolumens H_T.[6] Zu diesem Kurs können die Bankmanager zu Beginn der Planungsperiode in beliebigem Umfang Finanzanlagen per Termin verkaufen ($H_T > 0$) oder zukaufen ($H_T < 0$).[7] Bezeichnet r_A die Finanzanlagenrendite bei Fälligkeit der Forwards, belaufen sich die Ausübungsgewinne bzw. -verluste der Termingeschäfte auf $H_T\,(r_f - r_A)$.[8] Sie sind bei einem Terminverkauf umso größer, je niedriger die erzielte Finanzanlagenrendite ist. Da die Ausübungsgewinne bzw. -verluste zahlungswirksam sind, beeinflussen sie das Endvermögen des Bankeigentümers und sind mit in die Planung aufzunehmen. Das um die Termingeschäfte erweiterte Endvermögen (2.3) beträgt demnach

$$\begin{aligned}\tilde{W} &= L_T\, r_L + A_T\, \tilde{r}_A - D_T\, r_D - C_L(L_T) - C_D(D_T) - C_F + H_T\,(r_f - \tilde{r}_A) + I \\ &= L_T\,(r_L - \tilde{r}_A) - D_T\,(r_D - \tilde{r}_A) + \overline{K}\,\tilde{r}_A \\ &\qquad\qquad\qquad - C_L(L_T) - C_D(D_T) - C_F + H_T\,(r_f - \tilde{r}_A) + I\,.\end{aligned} \tag{3.1}$$

Kap. III, S. 4 ff.

[5]Wenn der Fälligkeitszeitpunkt zeitlich hinter dem Planungshorizont liegt, ist die Bank neben dem Marktrisiko einem Basisrisiko ausgesetzt. Basisrisiko entsteht, da die Differenz zwischen dem Kassakurs und dem Terminkurs im Zeitpunkt $t = 1$, die als Basis bezeichnet wird, auf Grund einer nicht perfekten Korrelation beider Kurse Schwankungen unterliegt. Vgl. Saunders (2000), S. 268. Basisrisiko tritt in erster Linie beim Einsatz von Futures auf, da Futures standardisierte Terminfixkontrakte sind und eine begrenzte Anzahl von Fälligkeitsterminen besitzen. Der an der Eurex gehandelte DAX-Future verfügt bspw. nur über vier Verfalltage pro Jahr, und zwar den jeweils dritten Freitag der Monate März, Juni, September und Dezember, vgl. Gruppe Deutsche Börse (2003), S. 56. Die optimale Geschäfts- und Risikopolitik bei Existenz von Basisrisiko analysieren u.a. die Beiträge von Benninga et al. (1983), Benninga et al. (1984), Briys et al. (1993), Lence (1995), Broll/Guinnane (1999), Wahl/Broll (2000b) und Broll/Wahl (2002b).

[6]Dies soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Angenommen, die Bank investiert im Eigenhandel in DAX-Zertifikate, deren Risiko sie mit DAX-Futures ausschalten will. Falls sich die Bankmanager zum Verkauf von fünf DAX-Futures zum Terminkurs von 4.250 Punkten per Termin drei Monate entschieden haben und der DAX bei Fälligkeit bei 4.500 Punkten notiert, kommt es zu einem Ausübungsgewinn von 5 Kontrakte $\cdot$ 25 €/Kontrakt $\cdot\,(4.250 - 4.500) = -31.250$ €. Die 25 €/Kontrakt bilden dabei die von der Eurex festgelegte Kontraktgröße. Um den Terminkurs in Renditeform anzugeben, ist der Ausübungsgewinn mit dem aktuellen DAX-Stand von bspw. 4.200 Punkten zu erweitern. Es ergibt sich: 5 Kontrakte $\cdot$ 25 €/Kontrakt $\cdot\, 4.200 \cdot (\frac{4.250}{4.200} - \frac{4.500}{4.200}) = H_T \cdot (\frac{50}{4.200} - \frac{300}{4.200}) = -31.250$ €. Das Hedgingvolumen H_T lässt sich durch die Anzahl der Kontrakte multipliziert mit der Kontraktgröße multipliziert mit dem aktuellen Indexstand ermitteln. In diesem Beispiel verkauft die Bank Finanzanlagen im Umfang von $H_T = 525.000$ € per Termin. Der DAX-Futures notiert umgerechnet bei $r_f = \frac{50}{4.200} = 1,1905$ % [pro Periode].

[7]Entscheidend ist, dass ein Wertpapier existiert, dessen Marktwert perfekt mit dem des Finanzanlagenportefeuilles korreliert ist. Der Fall imperfekter Korrelation, der Cross-Hedging heißt, soll nicht weiter diskutiert werden. Vgl. dazu etwa Anderson/Danthine (1981), Broll et al. (1995), Broll/Wahl (1996), Broll/Wahl (1998), Broll/Wong (1999) und Broll et al. (1999).

[8]Vgl. bspw. Brealey/Myers (2003), S. 769 ff.

Gemäß der Zielsetzung „Erwartungsnutzenmaximierung“ entscheiden sich die Manager der Bank für die Kredit-, Einlagen- und Hedgingpolitik, die den erwarteten Nutzen des Endvermögens (3.1) maximiert. Das optimale Finanzanlagenvolumen ergibt sich anschließend durch die Bilanzgleichung (2.1).

Unter der Annahme, dass die Bank Einlagen aufnimmt ($D_T^* > 0$), Kredite vergibt ($L_T^* > 0$) und in Finanzanlagen investiert ($A_T^* > 0$), müssen die partiellen Ableitungen des Erwartungsnutzens im Optimum den Wert null annehmen. Es folgt:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'\,(L_T^*))\right] = 0\,, \tag{3.2}$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\,(D_T^*))\right] = 0\,, \tag{3.3}$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] = 0\,. \tag{3.4}$$

Das Extremum ist ein eindeutiges, globales Maximum, da der Erwartungsnutzen konkav verläuft und die zulässigen Entscheidungsvariablen in einer konvexen Menge liegen.

3.1.2 Optimale Geschäfts- und Risikopolitik

Die optimale Geschäfts- und Risikopolitik ist durch die Bedingungen erster Ordnung eindeutig festgelegt. Um Entscheidungen im Sinne des Eigentümers zu treffen, ist das Gleichungssystem (3.2) bis (3.4) nach dem Kredit-, Einlagen- und Hedgingvolumen aufzulösen. Wenn Terminmärkte vorhanden sind, ist dies besonders einfach. Die optimale Geschäftspolitik lässt sich dann als simple Entscheidungsregel angeben, die weder von den Präferenzen des Eigentümers noch von der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite abhängig ist. Ethier (1973), Danthine (1978), Holthausen (1979) und Feder et al. (1980) haben diese als Separationstheorem bekannte Aussage für Unternehmen unter Preisrisiko nachgewiesen.[9] Eine Übertragung auf Kreditinstitute ist bei Wahl/Broll (2000b), Broll/Jaenicke (2000), Wahl/Broll (2001), Jaenicke (2001) und Broll/Wahl (2002b) zu finden.

Satz 23 *Wenn Banken kompetitive Forward-Märkte nutzen können, um sich gegen Marktrisiko abzusichern, hängt die optimale Geschäftspolitik nur noch von den Marktzinssätzen, den Grenzkosten des Kredit- und Einlagengeschäfts und dem Eigenkapital*

[9]Der Begriff „Separation“ geht auf Danthine (1978), S. 184 und Feder et al. (1980), S. 320 zurück. Eine formale Definition geben Broll/Zilcha (1995), S. 95 an.

der Bank ab. Die optimale Kredit- und Einlagenpolitik genügt den Bedingungen

$$\begin{aligned} r_L - r_f &= C'_L(L^*_T)\,, \\ r_f - r_D &= C'_D(D^*_T)\,. \end{aligned} \tag{3.5}$$

Beweis: Die obere Gleichung in (3.5) ergibt sich durch Subtraktion der Gleichung (3.4) von (3.2) und anschließender Division durch den erwarteten Grenznutzen. Die untere Gleichung resultiert aus einer Addition von (3.3) und (3.4). Mit der Bilanzgleichung folgen die im Satz genannten Behauptungen. □

Kreditinstitute können ihre optimale Geschäftspolitik ohne Kenntnis der Präferenzen und des Anfangsvermögens des Eigentümers, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite und der Fixkosten festlegen, sofern die Möglichkeit besteht, sämtliche Risiken vollständig ausschalten zu können. Unter welchen Umständen sich eine vollständige Absicherung als optimal erweist, bleibt abzuklären. Allein die Möglichkeit reicht aus, um Separation zu erzeugen.[10]

Um den Einfluss von Terminmärkten auf die optimale Geschäftspolitik zu verdeutlichen, bietet es sich an, eine Zerlegung des Hedgingvolumens H_T in eine Vollabsicherungskomponente A_T und eine Spekulationskomponente S_T vorzunehmen, so dass $H_T = A_T + S_T$ ist.[11] Auf das Endvermögen des Bankeigentümers (2.3) hat die Zerlegung folgende Auswirkungen:

$$\tilde{W} = L_T\, r_L + A_T\, r_f - D_T\, r_D - C_L(L_T) - C_D(D_T) - C_F + I + S_T\,(r_f - \tilde{r}_A)\,. \tag{3.6}$$

Das Endvermögen hängt nur noch von dem Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und der Spekulationsposition der Bank ab. Die Spekulationsposition kann positiv, null oder negativ sein. Falls die Bank nicht spekuliert ($S_T = 0$), sichert sie ihr gesamtes Finanzanlagenvolumen ab. In diesem Fall ist das Endvermögen des Eigentümers deterministisch. Bei positiver (negativer) Spekulationskomponente sichern die Manager mehr (weniger) als A_T ab. Das Endvermögen des Investors ist in beiden Fällen risikobehaftet.

[10] Vgl. Adam-Müller (1995), S. 9 f. und Franke/Hax (2004), S. 612. Diese Aussage ist nur in einfachen Entscheidungsmodellen, in denen keine Nebenbedingungen wie Regulierungsvorschriften o. Ä. vorhanden sind, korrekt. Mit Nebenbedingungen ist die Existenz von Terminmärkten, auf denen sämtliche endogenen Risiken handelbar sind, weder notwendig (vgl. Abschnitt 4.2.1) noch hinreichend (vgl. Abschnitt 3.2.1) für Separation.

[11] Diese Zerlegung ist bereits bei Working (1953), Johnson (1960) und Working (1962) zu finden. Dort wird die Vollabsicherungskomponente als reine Hedging-Komponente bezeichnet.

Der Bernoulli-rationale Bankgründer präferiert die Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Spekulationspolitik, die den erwarteten Nutzen seines Endvermögens (3.6) unter Berücksichtigung der Bilanzgleichung (2.1) maximiert. Dabei setzt sich das Endvermögen aus mathematischer Sicht aus einem deterministischen und einem stochastischen Ausdruck zusammen.[12] Der deterministische Ausdruck umfasst den Endvermögenszuwachs der operativen Bankgeschäfte und das Anfangsvermögen des Eigentümers. Der stochastische Ausdruck entspricht dem Gewinn oder Verlust der Spekulationstätigkeit. Beide Ausdrücke hängen nicht voneinander ab. Für die Bank hat diese spezielle Struktur des Endvermögens zur Folge, dass nur die Geschäftspolitik optimal sein kann, bei der der (deterministische) Gewinn aus den bilanziellen Geschäften maximal ist.[13] Denn die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens verschiebt sich bei konstanter Varianz und konstanten höheren Momenten umso weiter „nach rechts", je größer der deterministische Ausdruck ist.[14] Dies erhöht den erwarteten Nutzen, da der Grenznutzen des Eigentümers positiv ist. Im Zuge der Gewinnmaximierung braucht das Risiko der Finanzanlagen nicht berücksichtigt werden. Die Risikogestaltung erfolgt im Anschluss über die Festlegung der Spekulationsposition. Die Bankmanager können die geschäftspolitischen Entscheidungen somit wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit treffen.[15] Da unter Sicherheit lediglich die Grenzerlöse und die Grenzkosten entscheidungsrelevant sind und in die Grenzerlöse und Grenzkosten lediglich die Marktzinssätze und die Grenzkosten des Kredit- und Einlagengeschäfts eingehen, vgl. (2.9), spielen die Präferenzen und das Anfangsvermögen des Bankeigentümers, die Wahrscheinlichkeitsverteilung und die Fixkosten für die optimale Geschäftspolitik keine Rolle.

Dem Separationstheorem kommt sowohl theoretisch als auch praktisch eine große Bedeutung zu. Dafür sprechen mehrere Gründe. Auf der einen Seite ist die optimale Geschäftspolitik einfacher zu bestimmen. Es werden weniger Daten benötigt, und zwar

[12] Dieselbe Struktur besitzt das Endvermögen eines Investors im Grundmodell der Portefeuille-Planung, der sein Vermögen auf ein risikoloses und ein risikobehaftetes Wertpapier aufteilt. Vgl. bspw. Gollier (2001), S. 53 ff.

[13] Diese Bedingung ist sowohl notwendig als auch hinreichend. Unter Berücksichtigung der Bilanzgleichung führt sie zu den Optimalitätsbedingungen (3.5).

[14] Bei feststehender Geschäftspolitik führen Veränderungen der Spekulationsposition zu Veränderungen der Varianz des Endvermögens. Gegebenenfalls verändert sich auch der Erwartungswert. Im (μ, σ)-Diagramm liegen die möglichen (μ, σ)-Kombinationen auf Geraden, ebenso wie die (μ, σ)-Kombinationen im Grundmodell der Portefeuille-Planung. Durch eine Veränderung der Geschäftspolitik lassen sich die Geraden horizontal verschieben. Um zu risikoeffizienten Portefeuilles zu gelangen, muss eine möglichst große Verschiebung in Richtung eines höheren Erwartungswertes stattfinden, was bei einer Maximierung der Endvermögenszuwachses der operativen Bankgeschäfte der Fall ist. Für Unternehmen unter Preisrisiko verwenden Meyer/Robison (1988), S. 270 f. diese Argumentation, um Aussagen über die optimale Geschäftspolitik zu treffen.

[15] Zu diesem Ergebnis kommen auch Katz/Paroush (1979), S. 272 f.

nur solche, die leicht zu beobachten oder relativ leicht zu beschaffen sind. Wenn die Beschaffung von Informationen Kosten verursacht, sind die Aufwendungen geringer, und das Endvermögen des Eigentümers nimmt zu. Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Entscheidungsfindung zu delegieren. Investitions- und Finanzierungsentscheidungen brauchen nicht mehr von der obersten Führungsebene der Bank getroffen werden, sondern können auf untere Führungsebenen übergehen. Sämtliche Entscheidungen sind leicht nachprüfbar, da einfache Entscheidungsregeln existieren, in die nur objektive Daten einfließen. Die Gültigkeit des Separationstheorems sorgt darüber hinaus für Veränderungen der Organisationsstruktur einer Bank. Übergeordnete Stabsstellen, die die Geschäfts- und Risikopolitik simultan festlegen, sind nicht mehr notwendig. Stattdessen können Instanzen eingerichtet werden, die mit der Optimierung der Aktiv-, Passiv- und Absicherungspolitik beauftragt sind. Eine sequentielle Entscheidungsfindung ist möglich, wobei zunächst die Kredit- und Einlagenpolitik, dann die Finanzanlagenpolitik und zum Schluss die Hedgingpolitik ermittelt werden muss.

Kreditinstitute setzen die optimale Kredit- und Einlagenpolitik in der Höhe fest, dass die Grenzerlöse den Grenzkosten entsprechen. In die Berechnung der Grenzerlöse bzw. Grenzkosten geht der Terminkurs der Finanzanlagen ein, da die optimale Geschäftspolitik bei Existenz von Terminmärkten wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit festgelegt wird. Die notwendigen und hinreichenden Bedingungen in (3.5) lassen sich wie eine Art Arbitragefreiheitsbedingung auf Unternehmensebene interpretieren. „Arbitragemöglichkeiten“ liegen vor, wenn die Grenzerlöse von den Grenzkosten abweichen. Wenn das Kreditgeschäft bspw. höhere Grenzerlöse als Grenzkosten hätte, $r_L > r_f + C'_L(L^*_T)$, könnten die Eigentümer durch eine Erhöhung des Kreditvolumens zu Lasten des Finanzanlagenvolumens einen risikolosen Vermögenszuwachs erzielen. Es bestünden „Arbitragemöglichkeiten“, die die Bankmanager solange ausnutzen würden, bis Gleichheit zwischen den Grenzerlösen und den Grenzkosten herrscht.

Trotz der Möglichkeit, Investitions- und Finanzierungsentscheidungen getrennt voneinander treffen zu können, finden Anpassungen der optimalen Geschäftspolitik, sofern erforderlich, immer auf der Aktiv- und auf der Passivseite der Bankbilanz statt. Die notwendige Bedingung (2.8) bleibt weiterhin erhalten, auch wenn Terminmärkte existieren, auf denen sämtliche Risiken handelbar sind.[16] Dass Banken bei Einführung eines Terminmarktes Änderungen ihrer optimalen Geschäftspolitik vornehmen, zeigt der folgende Satz.[17]

[16]Bedingung (2.8) folgt durch eine Addition der Optimalitätsbedingungen in (3.5).
[17]Vgl. u. a. Holthausen (1979), S. 990 und Broll/Wahl (1992d), S. 67.

Satz 24 *Wenn die erwartete Finanzanlagenrendite kleiner oder gleich dem Terminkurs ist, führt die Einführung eines kompetitiven Forward-Marktes dazu, dass das optimale Kreditvolumen der Bank vermindert und das optimale Finanzanlagen- und das optimale Einlagenvolumen erhöht werden.*

Beweis: Wegen $r_f \geq E[\tilde{r}_A]$, der Ungleichungen (2.12) und der Gleichungen (3.5) gilt:

$$\begin{aligned} r_L - C_L'(L_T^*) &= r_f \geq E[\tilde{r}_A] > r_L - C_L'(L^*)\,, \\ r_D + C_D'(D_T^*) &= r_f \geq E[\tilde{r}_A] > r_D + C_D'(D^*)\,. \end{aligned} \tag{3.7}$$

Positive Grenzkosten implizieren $L_T^* < L^*$ und $D_T^* > D^*$, und mit der Bilanzgleichung folgt $A_T^* > A^*$. □

Die Absicherungsmöglichkeit des Marktrisikos sorgt für ein höheres Einlagenvolumen und eine Ausweitung und Umstrukturierung des Investitionsprogramms. Es werden weniger Kredite vergeben und mehr Finanzanlagen gekauft. Wahl/Broll (2000a) kommen zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie untersuchen eine Bank mit einer Aktivposition und unterstellen, dass die erwartete Finanzanlagenrendite und der Terminkurs identisch sind. Satz 24 verallgemeinert die Aussagen von Wahl/Broll (2000a) für Banken mit zwei Aktivpositionen und Terminmarkt-Situationen, in denen die erwartete Finanzanlagenrendite unter dem Terminkurs liegt. Die Einführung eines Terminmarktes hat eine Ausweitung der Geschäftstätigkeit von Banken zur Folge, wenn man den Umfang der Geschäftstätigkeit durch die Summe der Geschäftsvolumina der einzelnen Bankgeschäfte misst.[18]

Nachdem Kreditinstitute ihre optimale Geschäftspolitik spezifiziert haben, wenden sie sich anschließend der optimalen Risikopolitik zu. In welchem Umfang die Manager Finanzderivate zeichnen, hängt von der Risikoprämie des Terminmarktes $E[\tilde{r}_A] - r_f$ ab. Drei mögliche Ausprägungen sind zu unterscheiden:[19]

[18] Mit der Bilanzgleichung ergibt sich $L_T^* + A_T^* + D_T^* = \overline{K} + 2\,D_T^* > \overline{K} + 2\,D^* = L^* + A^* + D^*$.

[19] Einen gelungenen Überblick über die historische Herkunft der Begriffe Backwardation und Contango gibt Duffie (1989), S. 96 ff. Ursprünglich verwendete Keynes (1930) den Begriff Backwardation für Situationen, in denen der aktuelle Kassakurs über dem aktuellen Terminkurs liegt. Situationen, in denen der erwartete zukünftige Kassakurs den aktuellen Terminkurs übersteigt, wurden als Normal Backwardation bezeichnet. Seit den 60er Jahren wird statt des Begriffes Normal Backwardation abkürzend die Bezeichnung Backwardation verwendet, vgl. Duffie (1989), S. 101 f.

Definition: *Ein Terminmarkt heißt unverzerrt, wenn der Terminkurs dem erwarteten Kassakurs entspricht, $r_f = E[\tilde{r}_A]$.*[20] *Ein Terminmarkt ist durch Backwardation gekennzeichnet, wenn der Terminkurs kleiner als der erwartete Kassakurs ist, $r_f < E[\tilde{r}_A]$. Die Situation, in der der Terminkurs über dem erwarteten Kassakurs liegt, $r_f > E[\tilde{r}_A]$, wird als Contango-Situation bezeichnet.*[21]

Neben der Risikoprämie beziehen die Bankmanager bei ihrer Entscheidung auch alle weiteren in das Modell eingehenden Parameter mit ein. Dazu zählen u. a. die Präferenzen des Eigentümers und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite. Die Risikoprämie nimmt dennoch eine besondere Stellung ein, da ihr Vorzeichen Aufschluss darüber gibt, wie hoch das Terminkontraktvolumen im Vergleich zum Finanzanlagenvolumen ist. Bei der Charakterisierung der optimalen Hedgingpolitik helfen die folgenden drei Begriffe:

Definition: *Sichert ein Kreditinstitut sein gesamtes Finanzanlagenvolumen vollständig ab, $H_T = A_T$, spricht man von Full Hedging. Eine Bank entscheidet sich für Underhedging, wenn sie weniger Finanzanlagen per Termin verkauft als vorhanden sind ($H_T < A_T$). Overhedging liegt vor, wenn das Hedgingvolumen das Finanzanlagenvolumen übersteigt ($H_T > A_T$).*

Im weiteren Verlauf ist zu beachten, dass die Begriffe Full Hedging, Underhedging und Overhedging immer in Bezug auf einen Benchmark definiert sind. In diesem Kapitel ist die Vollabsicherung der Benchmark. Danthine (1978), Holthausen (1979) und Feder et al. (1980) haben gezeigt, dass zwischen der Risikoprämie und dem Ausmaß der Absicherung ein enger Zusammenhang besteht.[22] Über die optimale Risikopolitik von Kreditinstituten lässt sich folgende Aussage treffen:[23]

[20] Obwohl es sich bei $\tilde{r}_A$ und r_f um Renditen handelt, werden im weiteren Verlauf die Termini Kassakurs und Terminkurs verwendet. Dafür spricht, dass der Einfluss von Marktrisiko und nicht der Einfluss von Zinsrisiko im Vordergrund steht. Die Renditenotation der Marktpreise dient lediglich einer einfacheren Darstellungsweise.

[21] Die Frage, ob Terminmärkte verzerrt oder unverzerrt sind, ist empirisch nicht eindeutig zu beantworten. Es gibt sowohl Studien, die Unverzerrtheit nachweisen, als auch Studien, in denen Backwardation oder Contango vorliegt. Vgl. bspw. Fama (1984), Doukas/Arshanapalli (1992) und Kolb (1992). Aus theoretischer Sicht gibt es unter bestimmten Markt- und Verhaltensannahmen Gründe, die für unverzerrte Terminmärkte sprechen. Wu/Zhang (1997) zeigen bspw., dass ein kompletter Kapitalmarkt und risikoneutrale Marktteilnehmer hinreichend für Unverzerrtheit sind. Bei risikoaversem Verhalten muss die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Underlyings gewisse Eigenschaften erfüllen, damit im Gleichgewicht eine Risikoprämie von null auftritt, vgl. Benninga/Oosterhof (2004).

[22] Diese Aussage ist partialanalytisch zu verstehen. Ob die Risikoprämie im Gleichgewicht ebenfalls von Relevanz ist, steht nicht im Mittelpunkt der Diskussion. Eine Analyse der optimalen Hedgingpolitik im Gleichgewicht ist bei Black (1989) und Black (1990) zu finden. Die Untersuchungen bauen auf dem Capital Asset Pricing Model von Sharpe (1964), Lintner (1965) und Mossin (1966) auf.

[23] Wahl/Broll (2000b), Wahl/Broll (2001) und Broll/Wahl (2002b) untersuchen die Risikopolitik von

SATZ 25 *Stehen Terminfixgeschäfte zur Absicherung von Marktrisiko zur Verfügung, sichert sich eine Bank genau dann vollständig ab [Full Hedging], wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Underhedging [Overhedging] ist dann und nur dann optimal, wenn der Terminmarkt durch Backwardation [Contango] gekennzeichnet ist.*

BEWEIS: Die Bedingung erster Ordnung (3.4) ist äquivalent zu

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] E\left[r_f - \tilde{r}_A\right] = \operatorname{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right] . \tag{3.8}$$

Wegen $U'(W) > 0$ weisen der Kovarianzterm und die Risikoprämie des Terminmarktes ein entgegengesetztes Vorzeichen auf, $\operatorname{sign} E[\tilde{r}_A] - r_f = \operatorname{sign} - \operatorname{cov}[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A]$. Liegt Unverzerrtheit vor, muss die Kovarianz den Wert null annehmen. Für beliebige Nutzenfunktionen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfordert dies ein deterministisches Endvermögen des Eigentümers, was bei $H_T^* = A_T^*$ der Fall ist.[24] Wenn $E[\tilde{r}_A] > r_f$ gilt, muss die Kovarianz negativ sein. Eine notwendige und hinreichende Bedingung ist ein in der Finanzanlagenrendite abnehmender Grenznutzen des Endvermögens.[25] Der Grenznutzen fällt wegen $U''(W) < 0$ genau dann, wenn das Endvermögen mit zunehmenden Renditerealisationen zunimmt. Dies ist bei $H_T^* < A_T^*$ der Fall. Die Argumentation für den Fall einer negativen Risikoprämie erfolgt analog. □

Die Bankmanager legen das optimale Hedgingvolumen je nach Einschätzung der Risikoprämie des Terminmarktes oberhalb, unterhalb oder gleich dem Finanzanlagenvolumen fest. Bezeichnet H_T^*/A_T^* die Hedge-Rate der Bank, die das Verhältnis der abgesicherten zur insgesamt vorhandenen Risikoposition angibt, wählen die Entscheidungsträger eine Hedge-Rate von eins, wenn sie keine Risikoprämie im Terminmarkt vermuten. Ein unverzerrter Terminmarkt bietet ihnen die Möglichkeit einer fairen Versicherung des Marktrisikos, die das erwartete Endvermögen des Bankeigentümers nicht verändert. Die Manager nutzen die Versicherung voll aus und vermeiden Endvermögensschwankungen, da die Risikoaversion des Eigentümers ein Motiv erzeugt, Risiken auszuschalten. Full Hedging ist optimal.[26] Kreditinstitute, die von einer positiven Risikoprämie ausgehen,

Banken in ähnlichen Modellen. Während die beiden zuerst genannten Beiträge von einem unverzerrten Terminmarkt ausgehen, lassen Broll/Wahl (2002b) auch Terminmärkte mit positiver oder negativer Risikoprämie zu.

[24] Ein formaler Beweis dieser Aussage ist bei Benninga et al. (1983), S. 144 zu finden.

[25] Der Beweis ist analog zu dem bei Benninga et al. (1983).

[26] Bei feststehender optimaler Geschäftspolitik (Separation) hängt die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens ausschließlich vom Hedgingvolumen ab. Da sich das erwartete Endvermögen mit zunehmendem Terminkontraktvolumen nicht verändert, wohl aber die Varianz, ist jede Abweichung

präferieren eine Hedge-Rate kleiner als eins. Die Vorteilhaftigkeit der Unterabsicherung kommt dadurch zu Stande, dass Hedgingmaßnahmen Kosten in Form einer Minderung des erwarteten Endvermögens verursachen. Neben dem Erwartungswert sinkt aber auch die Varianz des Endvermögens, wenn das Hedgingvolumen steigt.[27] Es besteht der bekannte Zusammenhang zwischen Ertrag und Risiko, Underhedging ist optimal. Gehen die Bankmanager von einer negativen Risikoprämie aus, entscheiden sie sich für eine Hedge-Rate größer als eins. Die Absicherung des Marktrisikos ist sehr attraktiv, denn der Verkauf von Finanzanlagen am Terminmarkt bringt im Erwartungswert eine höhere Rendite als der Verkauf am Kassamarkt ein. Insofern besteht ein Anreiz, möglichst viele Finanzanlagen per Termin zu verkaufen. Ab einem bestimmten Hedgingvolumen, der Vollabsicherung, nimmt jedoch auch die Varianz des Endvermögens zu, wenn zusätzliche Absicherungsmaßnahmen getätigt werden. Die optimale Risikopolitik ist die, die Ertrag und Risiko oberhalb der Vollabsicherung gegeneinander abwägt, Overhedging ist optimal.[28]

Zerlegt man das Hedgingvolumen in eine Vollabsicherungskomponente und eine Spekulationskomponente wie in (3.6), so gilt: Das Vorzeichen der Spekulationskomponente wird nur von dem Verhältnis zwischen der erwarteten Finanzanlagenrendite und dem Terminkurs beeinflusst. Immer wenn beide Werte voneinander abweichen, „spekuliert“ die Bank. Sie wählt dann eine Risikopolitik, die nicht der Vollabsicherung entspricht. Dies hat zur Konsequenz, dass das Endvermögen des Bankeigentümers schwankt. Bei positiver Risikoprämie entscheiden sich die Bankmanager für eine negative Spekulationskomponente. Im Vergleich zur vollständigen Absicherung kaufen sie Finanzanlagen per Termin hinzu. Bei negativer Risikoprämie ist die Spekulationskomponente positiv und ein über die Vollabsicherung hinausgehender Terminverkauf optimal.

Die Existenz eines Spekulationsmotivs hängt ausschließlich von der Risikoprämie des Terminmarktes ab, wohingegen der Umfang der bilanziellen Geschäfte nicht von Bedeutung ist. Eine vergleichbare Aussage trifft auch für das Investitionsverhalten eines Investors im Rahmen der einfachen Portefeuille-Planung zu. Ein Anleger, der sein Vermögen auf zwei Wertpapiere aufteilt, wovon eines risikolos und eines risikobehaftet

vom Full Hedge gleichbedeutend mit einer Erwartungswert-neutralen Spreizung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens. Nach Lemma 2 auf S. 49 können Abweichungen bei risikoscheuem Verhalten nicht optimal sein, und die Bank entscheidet sich für eine Vollabsicherung des Marktrisikos.

[27]Ein höheres Hedgingvolumen führt nur bei $H_T < A_T$ zu einer geringeren Varianz, bei $H_T > A_T$ steigt die Varianz. Overhedging kommt jedoch nicht in Frage, da eine Zunahme des Hedgingvolumens für eine Verschlechterung von Ertrag und Risiko sorgt, was nicht optimal sein kann.

[28]Empirische Studien zum Absicherungsverhalten von Kreditinstituten sind bei Koppenhaver (1984), Koppenhaver (1988) und Shanker (1996) zu finden.

ist, investiert nur dann Mittel in das riskante Wertpapier, wenn die erwartete Rendite größer als der risikolose Zinssatz ist.[29] Die Analogie der Aussagen ist nicht zufällig, sondern beruht auf einer engen Verwandtschaft, die zwischen der Portefeuille-Optimierung und der Risikogestaltung von Kreditinstituten besteht. Die Feststellung der Risikopolitik kann als Problem einer einfachen Portefeuille-Optimierung mit einem risikolosen und einem riskanten Wertpapier, das über die Risikoprämie $E[\tilde{r}_A] - r_f$ verfügt, angesehen werden. Die enge Verwandtschaft äußert sich auch in den nachfolgenden Sensitivitätsanalysen, in denen Änderungen der absoluten Risikoaversion, der Fixkosten, der Varianz der Finanzanlagenrendite und des Terminkurses untersucht werden.[30]

3.1.3 Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten

Aus der Portefeuille-Theorie ist bekannt, dass Investoren mit einer höheren absoluten Risikoaversion eine geringere spekulative Position eingehen.[31] Holthausen (1979) hat dieses Ergebnis auf Unternehmen unter Preisrisiko übertragen.[32] Der folgende Satz weist die Behauptung für Banken unter Marktrisiko nach:

Satz 26 *Kreditinstitute, die Terminfixgeschäfte zur Risikogestaltung einsetzen, reduzieren ihre offene Risikoposition, wenn die absolute Risikoaversion des Eigentümers zunimmt. Im Falle einer Backwardation- [Contango-] Situation verkaufen sie mehr [weniger] Finanzanlagen per Termin. Die optimale Geschäftspolitik verändern sie nicht.*

Beweis: Sei $U_1(W)$ die Nutzenfunktion mit der höheren absoluten Risikoaversion gegenüber $U_2(W)$ für alle W. Die optimale Geschäftspolitik beträgt L_T^*, A_T^* und D_T^*. Sie hängt nach dem Separationstheorem nicht von der absoluten Risikoaversion ab. $H_{T,1}^*$ und $H_{T,2}^*$ bezeichnen die optimalen Hedgingvolumina bei $U_1(W)$ bzw. $U_2(W)$, $\tilde{W}_1^*$ und $\tilde{W}_2^*$ die zugehörigen (stochastischen) Endvermögen. Sei ${r_A}^0$ die Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $r_f - {r_A}^0 = 0$ gilt, mit zugehörigem Endvermögen W_1^{*0}. Um die Behauptung für die unterschiedlichen Risikoprämien nachzuweisen, ist das Vorzeichen von Bedingung (3.4) für Nutzenfunktion $U_2(W)$ ausgewertet an der Optimalstelle von $U_1(W)$ zu bestimmen.

[29] Vgl. Arrow (1971), S. 99 ff. oder Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 123.

[30] Im Rahmen der Portefeuille-Theorie führen Arrow (1965), S. 39 ff., Arrow (1971), S. 99 ff., Fishburn/Porter (1976), S. 1068 ff., Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 128 ff. und Gollier (2001), Kapitel 4 komparativ-statische Analysen durch.

[31] Vgl. Pratt (1964), S. 136, Arrow (1971), S. 102 und 119 und Gollier (2001), S. 58 f.

[32] Vgl. Holthausen (1979), S. 991 und Eldor/Zilcha (1987), S. 464.

Dies entspricht dem Vorzeichen von

$$E\left[\left(\frac{U_2'(\tilde{W}_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})}-\frac{U_1'(\tilde{W}_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})}\right)(r_f-\tilde{r}_A)\right]. \tag{3.9}$$

Betrachte zunächst Realisationen $r_A < {r_A}^0$, für die $r_f - r_A > 0$ gilt. Bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) muss $W_1^* < (=,>)\ W_1^{*0}$ sein, da nach Satz 25 Underhedging (Full Hedging, Overhedging) optimal ist und $A_T^* > (=,<)\ H_{T,1}^*$ folgt. Nach (2.16) ist die Differenz der Grenznutzenbrüche in (3.9) negativ (null, positiv), ebenso wie das Vorzeichen des gesamten Ausdrucks im Erwartungswert von (3.9).

Für Realisationen $r_A > {r_A}^0$, die $r_f - r_A < 0$ erfüllen, ergibt sich analog $W_1^* > (=,<)$ W_1^{*0}, falls im Terminmarkt Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) vorherrscht. Die Vorzeichen der Grenznutzendifferenzen kehren sich um, so dass auch in diesem Fall der Ausdruck im Erwartungswert bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) ein negatives (null, positives) Vorzeichen besitzt. Zusammengenommen gilt:

$$E\left[U_2'(\tilde{W}_1^*)\,(r_f-\tilde{r}_A)\right]\begin{cases}<0\ , & \text{falls } A_T^* > H_{T,1}^*\ ,\\ =0\ , & \text{falls } A_T^* = H_{T,1}^*\ ,\\ >0\ , & \text{falls } A_T^* < H_{T,1}^*\ .\end{cases} \tag{3.10}$$

Da die partielle Ableitung von (3.4) nach H_T negativ ist und sich die optimale Geschäftspolitik nicht verändert, muss das optimale Hedgingvolumen bei $U_2(W)$ kleiner als das optimale Hedgingvolumen bei $U_1(W)$ sein, wenn Backwardation vorliegt ($H_{T,2}^* < H_{T,1}^*$). Bei Unverzerrtheit stimmen $H_{T,2}^*$ und $H_{T,1}^*$ überein, und bei Contango erhält man $H_{T,2}^* > H_{T,1}^*$. □

Die Bereitschaft des Bankeigentümers, Endvermögensschwankungen zu akzeptieren, richtet sich nach dem Grad seiner absoluten Risikoaversion. Je stärker risikoavers er ist, desto weniger Marktrisiko will er eingehen. Für Banken ohne Zugang zu Terminmärkten liefert ein höherer Risikoaversionsgrad ein Motiv, das mit Marktrisiko behaftete Finanzanlagengeschäft zu reduzieren und das optimale Kredit- und Einlagenvolumen anzupassen. Diese Verhaltensweise ist nicht mehr optimal, wenn Termingeschäfte zur Risikogestaltung zur Verfügung stehen. Die Steuerung des Endvermögensrisikos erfolgt dann ausschließlich über die Wahl des Hedgingvolumens, wohingegen die Geschäftspolitik ohne Rücksicht auf die Präferenzen des Eigentümers festgelegt wird. Je nach Ausprägung der absoluten Risikoaversion sind mehr oder weniger Finanzanlagen am Terminmarkt zu verkaufen. Bei Backwardation (Contango) erhöhen (reduzieren) die Manager das optimale Hedgingvolumen, wenn der Risikoaversionsgrad zunimmt. Die

Spekulationsposition sinkt, und die Bank nähert sich einer 100%igen Absicherung an. Falls die Übernahme von Risiken im Terminmarkt nicht entlohnt wird und die Risikoprämie den Wert null annimmt, besteht die optimale Absicherungspolitik in einer vollständigen Absicherung des Risikos. Eine Spekulationsposition existiert nicht, so dass kein Anpassungsbedarf der Geschäfts- und Risikopolitik gegeben ist.

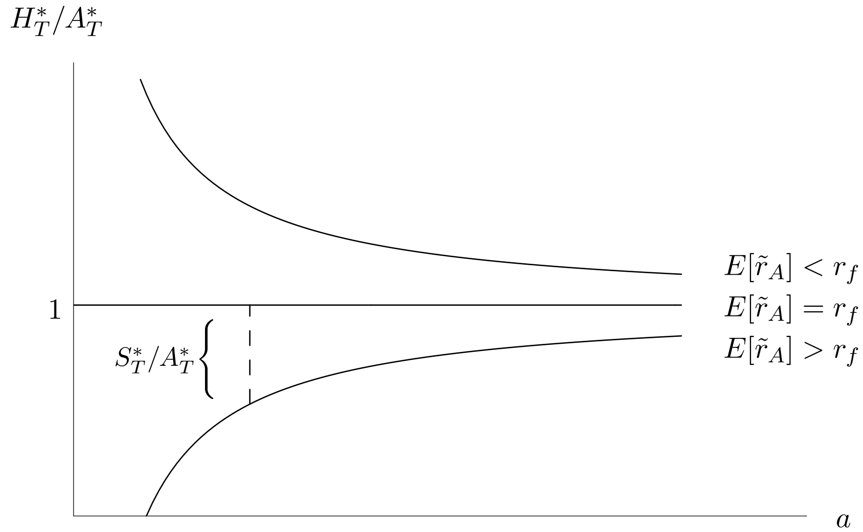

Abbildung 3.1: Optimale Hedge-Rate einer Bank in Abhängigkeit der absoluten Risikoaversion a

Abbildung 3.1 verdeutlicht den Einfluss der absoluten Risikoaversion auf die optimale Hedge-Rate einer Universalbank.[33] Eine Zunahme der absoluten Risikoaversion a sorgt für Veränderungen der Hedgingpolitik, wenn die Risikoprämie des Terminmarktes von null verschieden ist. Die offene Marktrisikoposition S_T^*/A_T^* sinkt, und die Bankmanager spekulieren weniger. Mit zunehmender Risikoaversion konvergiert die Hedge-Rate gegen eins, der Hedge-Rate bei Vollabsicherung. Im Grenzfall besteht kein Spekulationsmotiv mehr. Sehr hohe, sehr niedrige oder negative Hedge-Raten sind ebenfalls möglich. Für Eigentümer, die sich wenig risikoavers verhalten, kann eine positive Risikoprämie zu einem Zukauf von Finanzanlagen am Terminmarkt führen. In diesem Fall übersteigt die (negative) Spekulationskomponente das Finanzanlagenvolumen, und H_T^*/A_T^* ist negativ.

Höhere Fixkosten wirken wie geringere Anfangsvermögen mindernd auf das Endvermögen des Bankeigentümers. Falls die Bereitschaft, Risiken einzugehen, dadurch

[33] Die zugehörige Datenkonstellation ist im Anhang B auf S. 260 zu finden.

Änderungen erfährt, sind Anpassungen der optimalen Bankpolitik notwendig. Wie die Anpassungen vorzunehmen sind, zeigt der nächste Satz:[34]

Satz 27 *Ein Anstieg der Fixkosten veranlasst Banken, die Zugang zu kompetitiven Terminmärkten haben, ihre spekulative Risikoposition zu verringern [erhöhen], wenn Präferenzen mit abnehmender [zunehmender] absoluter Risikoaversion vorliegen. Bei Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion verändern sie die Hedgingpolitik nicht. Die optimale Geschäftspolitik bleibt ebenfalls unverändert.*

Beweis: Nach dem Separationstheorem sind L_T^*, A_T^* und D_T^* unabhängig von den Fixkosten. Eine implizite Differentiation von H_T^* nach C_F gemäß (3.4) ergibt:

$$\frac{d\,H_T^*}{d\,C_F} = \frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A)]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A)^2]} \,. \tag{3.11}$$

Der Nenner ist auf Grund der Bedingung zweiter Ordnung negativ, so dass das Vorzeichen von $d\,H_T^*/d\,C_F$ im Wesentlichen von dem Vorzeichen des Zählers abhängt. Dies soll im weiteren Verlauf exemplarisch für den Fall abnehmender absoluter Risikoaversion bestimmt werden. Die Vorzeichen bei konstanter oder zunehmender absoluter Risikoaversion folgen analog.

Sei ${r_A}^0$ diejenige Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $r_f - {r_A}^0 = 0$ gilt. W^{*0} sei das zugehörige Endvermögen. Für Realisationen $r_A < {r_A}^0$ ist $r_f - r_A > 0$, und bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) folgt $W^* < (=, >)\ W^{*0}$. Analog zu (2.22) und (2.23) lässt sich folgende Abschätzung treffen:

$$U''(W^*)(r_f - r_A) < \ (=, >)\ \frac{U''(W^{*0})}{U'(W^{*0})}\, U'(W^*)(r_f - r_A) \,. \tag{3.12}$$

Sämtliche Realisationen $r_A > {r_A}^0$ erfüllen die Abschätzung ebenfalls, sie ist für beliebige Finanzanlagenrenditen gültig. Im Erwartungswert ist die rechte Seite von (3.12) null und der Zähler in (3.11) bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) negativ (null, positiv). Die Manager reduzieren die spekulative Position. □

Höhere Fixkosten oder ein geringeres Anfangsvermögen des Bankeigentümers führen bei Präferenzen mit abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion zu Veränderungen der optimalen Bankpolitik. Das Endvermögen des Bankgründers nimmt ab, wodurch Änderungen der Risikobereitschaft entstehen. Eine geringere Bereitschaft,

[34]Vgl. Feder et al. (1980), S. 325.

Risiken einzugehen, ist bei Präferenzen mit abnehmender absoluter Risikoaversion festzustellen, wohingegen die Risikobereitschaft wächst, wenn Präferenzen mit zunehmender absoluter Risikoaversion vorliegen. Eine geringere Risikobereitschaft impliziert eine Reduzierung der spekulativen Position, so dass im Falle einer Unterabsicherung (Überabsicherung) eine Ausweitung (Reduzierung) des Umfangs an Terminkontrakten optimal ist. Sämtliche Anpassungsmaßnahmen finden ausschließlich im außerbilanziellen Geschäftsbereich statt. Die operativen Bankgeschäfte bleiben von Änderungen unberührt, da Finanzderivate zur Verfügung stehen, mit denen Risiken vertraglich abgewälzt werden können. Wie in Abschnitt 2.1.3 lässt sich der indirekte Effekt von Fixkostenänderungen als Einkommenseffekt interpretieren.

3.1.4 Änderungen der Varianz der Finanzanlagenrendite und des Terminkurses

Die optimale Bankpolitik ist neben der absoluten Risikoaversion und den Fixkosten von der Varianz der Finanzanlagenrendite und dem Terminkurs der Finanzanlagen abhängig. Wie die Bank auf marginale Veränderungen des einen oder anderen Parameters reagiert, steht in diesem Abschnitt im Mittelpunkt der Diskussion. In beiden Fällen sind zusätzliche Annahmen notwendig, die sicherstellen, dass der eindeutige Substitutionseffekt und der nicht eindeutige Einkommenseffekt in die gleiche Richtung wirken.

Eine höhere Volatilität des Marktpreises des einzigen riskanten Wertpapiers sorgt im Rahmen einer einfachen Portefeuille-Planung für eine geringere spekulative Position, falls der Investor Präferenzen mit abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion besitzt.[35] Da zwischen der Risikogestaltung von Kreditinstituten und der Portefeuille-Optimierung ein enger Zusammenhang besteht, überrascht es nicht, dass Kreditinstitute nicht zwangsläufig ihre offene Marktrisikoposition reduzieren, wenn die Finanzanlagenrenditen stärker schwanken. Um eine weniger spekulative Risikopolitik zu gewährleisten, sind Einschränkungen der Präferenzen vorzunehmen oder Annahmen an den Terminmarkt zu stellen. Welche Annahmen hinreichend sind, zeigt der nächste Satz.[36] Die Modellierung von Varianzänderungen erfolgt wie in Abschnitt 2.1.4.1 über eine Parametrisierung der Finanzanlagenrendite durch $\tilde{r}_A{}^n = E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}$ mit $E[\tilde{\epsilon}] = 0$

[35] Vgl. Arrow (1971), S. 105 f., Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 145 ff. und Battermann et al. (2002a), S. 525 f.

[36] Vgl. Holthausen (1979), S. 991 f. und Feder et al. (1980), S. 322 f.

und $\beta > 0$. Wenn β steigt, streuen die Renditerealisationen in zunehmendem Maße um den konstanten Erwartungswert $E[\tilde{r}_A]$. Es liegt eine spezielle Erwartungswert-neutrale Spreizung vor, bei der die Varianz steigt.

Satz 28 *Nimmt die Varianz der Finanzanlagenrendite durch eine Erhöhung von β zu, so reduzieren die Bankmanager die offene Marktrisikoposition, wenn der Eigentümer Präferenzen mit abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion besitzt. Bei zunehmender absoluter Risikoaversion und unverzerrtem Terminmarkt verändern sie die Hedgingpolitik nicht. Die optimale Geschäftspolitik hängt ebenfalls nicht von β ab.*

Beweis: Nach dem Separationstheorem sind L_T^*, A_T^* und D_T^* unabhängig von β. Wendet man das implizite Funktionentheorem auf (3.4) an und setzt die parametrisierte Finanzanlagenrendite ein, ergibt sich für das optimale Hedgingvolumen:

$$\frac{d\,H_T^*}{d\,\beta} = -\frac{E[U''(\tilde{W}^*)(A_T^* - H_T^*)\,\tilde{\epsilon}\,(r_f - \tilde{r}_A{}^n) - U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A{}^n)^2]}$$

$$= \frac{(A_T^* - H_T^*)\Big(E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A{}^n)^2] + (E[\tilde{r}_A{}^n] - r_f)\,E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A{}^n)]\Big)}{\beta\,E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A{}^n)^2]}$$

$$+ \frac{E[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A{}^n)^2]}$$

$$= \frac{A_T^* - H_T^*}{\beta} + \frac{(A_T^* - H_T^*)(E[\tilde{r}_A{}^n] - r_f)}{\beta}\,\frac{d\,H_T^*}{d\,C_F} + \frac{\operatorname{cov}[U'(\tilde{W}^*),\tilde{\epsilon}]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A{}^n)^2]}\,. \quad (3.13)$$

$A_T^* - H_T^*$ nimmt nach Satz 25 das gleiche Vorzeichen wie die Risikoprämie des Terminmarktes an. Damit ist der erste Ausdruck auf der rechten Seite von (3.13) bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) positiv (null, negativ). Um das Vorzeichen des zweiten Ausdrucks zu bestimmen, ist das Vorzeichen von $d\,H_T^*/d\,C_F$ notwendig. Es ist bei abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion und Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) nicht-negativ (null, nicht-positiv). Der Multiplikator verändert das Vorzeichen nicht, da er für beliebige Risikoprämien Werte größer gleich null annimmt. Mit zunehmenden Realisationen von $\tilde{\epsilon}$ steigt (bleibt konstant, fällt) das Endvermögen im Backwardation- (Unverzerrtheit-, Contango-) Fall. Da der Grenznutzen fällt, muss die Kovarianz im dritten Ausdruck von (3.13) negativ (null, positiv) sein. Auf Grund des negativen Nenners stimmt der dritte Ausdruck vom Vorzeichen her mit dem ersten Ausdruck überein. Insgesamt ist $d\,H_T^*/d\,\beta$ bei abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion und Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) positiv (null, negativ). Bei zunehmender absoluter Risikoaversion und unverzerrtem Terminmarkt entfallen die drei Ausdrücke in (3.13), und es folgt die Behauptung. □

Größere Schwankungen der Finanzanlagenrendite sehen risikoscheue Bankeigentümer ceteris paribus als nachteilig an. Sie erhöhen die Varianz des Endvermögens bei gleichem Erwartungswert, was in der Regel zu Erwartungsnutzeneinbußen führt. Um die negativen Auswirkungen zumindest teilweise zu kompensieren, nehmen die Bankmanager eine Neuplanung der Risikopolitik vor. Je nach den Präferenzen des Eigentümers und der Risikoprämie des Terminmarktes ist das Absicherungsvolumen entweder zu erhöhen oder zu reduzieren. Falls eine Abweichung des Hedgingvolumens von der Vollabsicherung optimal ist und Präferenzen mit abnehmender absoluter Risikoaversion vorliegen, reduzieren die Manager die spekulative Position und nähern sich einer vollständigen Absicherung an. Dazu verkaufen sie mehr (weniger) Finanzanlagen per Termin, wenn sie von einer positiven (negativen) Risikoprämie ausgehen. Um die Auswirkungen einer höheren Volatilität zu erklären, bietet sich eine Zerlegung des Gesamteffektes in einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt an.[37] Der Substitutionseffekt ist auf eine Verschlechterung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zurückzuführen. Er umfasst den ersten und dritten Ausdruck in (3.13), ist eindeutig und tendiert zu einer Minderung der offenen Marktrisikoposition. Neben dem Substitutionseffekt existiert ein nicht eindeutiger Einkommenseffekt. Ihm gehört der mittlere Ausdruck an. Der Einkommenseffekt beruht auf einer Veränderung des erwarteten Endvermögens, die bei einer Reduzierung der spekulativen Position entsteht. Sie verändert unter Umständen die Risikobereitschaft des Eigentümers und wirkt auf die Spekulationsposition zurück. Bei abnehmender absoluter Risikoaversion nimmt die Bereitschaft, riskante Positionen einzugehen, ab. Der Einkommenseffekt verstärkt den Substitutionseffekt, und der Gesamteffekt ist eindeutig. Der Einkommenseffekt entfällt, wenn Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion vorliegen. Sofern der Eigentümer über zunehmende absolute Risikoaversion verfügt, wirken beide Effekte gegeneinander, und eine Aussage ist nur im Fall eines unverzerrten Terminmarktes möglich, wenn die Bank keine Spekulationsgeschäfte tätigt.

[37] Die Zuordnung der Einzeleffekte zu einem Substitutions- und einem Einkommenseffekt kann auf verschiedene Weisen erfolgen, vgl. Davis (1989), S. 133 f. An dieser Stelle wird der auf Fixkostenänderungen basierende Effekt als Einkommenseffekt bezeichnet, während der darüber hinausgehende Effekt den Substitutionseffekt bildet.

In der letzten Sensitivitätsanalyse geht es um den Einfluss des Terminkurses auf die optimale Geschäfts- und Risikopolitik von Banken. Im Gegensatz zu den bisherigen Untersuchungen bleibt die optimale Geschäftspolitik dabei nicht unberührt. Nur unter zusätzlichen Annahmen an die Monotonie der absoluten Risikoaversion lassen sich eindeutige Aussagen ableiten.

Satz 29 *Kreditinstitute, die Terminfixgeschäfte zu Absicherungszwecken einsetzen, erhöhen ihr optimales Finanzanlagen- und Einlagenvolumen und reduzieren ihr optimales Kreditvolumen, wenn der Terminkurs steigt. Sie erhöhen ihr optimales Hedgingvolumen, wenn Terminverkauf optimal ist und entweder abnehmende absolute Risikoaversion vorliegt und der Terminmarkt nicht durch Backwardation gekennzeichnet ist, oder die Präferenzen die Eigenschaft konstanter absoluter Risikoaversion aufweisen, oder der Terminmarkt bei zunehmender absoluter Risikoaversion sich in einer Backwardation- oder Unverzerrtheits-Situation befindet.*

Beweis: Die Anwendung des impliziten Funktionentheorems auf die Gleichungen (3.5) liefert für das optimale Kredit- und Einlagenvolumen

$$\begin{aligned} \frac{d\,L_T^*}{d\,r_f} &= -\frac{1}{C_L''(L_T^*)} < 0\,, \\ \frac{d\,D_T^*}{d\,r_f} &= \frac{1}{C_D''(D_T^*)} > 0\,. \end{aligned} \tag{3.14}$$

Unter Berücksichtigung der Bilanzgleichung folgt $d\,A_T^*/d\,r_f > 0$. Setzt man die Ergebnisse in die nach r_f abgeleitete Optimalitätsbedingung (3.4) ein, muss gelten:

$$\begin{aligned} \frac{d\,H_T^*}{d\,r_f} = &\frac{-E[U''(\tilde W^*)\,H_T^*\,(r_f-\tilde r_A)+U'(\tilde W^*)]}{E[U''(\tilde W^*)(r_f-\tilde r_A)^2]} \\ &+\frac{E[U''(\tilde W^*)(r_L-\tilde r_A-C_L'(L_T^*))(r_f-\tilde r_A)]}{C_L''(L_T^*)\,E[U''(\tilde W^*)(r_f-\tilde r_A)^2]} \\ &-\frac{E[U''(\tilde W^*)(\tilde r_A-r_D-C_D'(D_T^*))(r_f-\tilde r_A)]}{C_D''(D_T^*)\,E[U''(\tilde W^*)(r_f-\tilde r_A)^2]} \\ = -H_T^*\,\frac{d\,H_T^*}{d\,C_F} &- \frac{E[U'(\tilde W^*)]}{E[U''(\tilde W^*)(r_f-\tilde r_A)^2]}+\underbrace{\frac{1}{C_L''(L_T^*)}+\frac{1}{C_D''(D_T^*)}}_{\frac{d\,A_T^*}{d\,r_f}}\,. \end{aligned} \tag{3.15}$$

Das zweite Gleichheitszeichen ergibt sich durch Anwenden der Gleichungen (3.5). Die letzten drei Terme auf der rechten Seite von (3.15) sind positiv. Bei $H_T^* > 0$ ist das Vorzeichen von dH_T^*/dr_f eindeutig, wenn $dH_T^*/dC_F \leq 0$ ist. Nach Satz 27 ist dies unter den im Satz genannten Voraussetzungen der Fall. □

Ein marginaler Anstieg des Terminkurses wirkt sich sowohl auf die optimale Geschäftspolitik von Banken als auch auf die optimale Risikopolitik aus. Das Finanzanlagenvolumen steigt, da die Attraktivität des Investmentgeschäfts gegenüber dem Kreditgeschäft zugenommen hat und die Bankmanager die optimale Geschäftspolitik wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit festlegen. Die Finanzierung des zusätzlichen Mittelbedarfs erfolgt über eine Reduzierung des Kreditgeschäfts und eine Ausweitung des Einlagengeschäfts. Im außerbilanziellen Derivategeschäft ruft eine Erhöhung des Terminkurses gleich drei Effekte hervor. Für eine Anhebung des Hedgingvolumens spricht, dass das Finanzanlagenvolumen angestiegen ist. Um dem gestiegenen Absicherungsbedarf Rechnung zu tragen, ist das Terminkontraktvolumen zu erhöhen, wie an den letzten beiden Termen auf der rechten Seite von (3.15) zu erkennen ist. Ebenfalls einen positiven Einfluss übt der zweite Term aus. Isoliert gesehen sorgt er für einen umfassenderen Einsatz von Forwards, da sich die Konditionen für Terminverkäufe gegenüber den erwarteten Konditionen für Kassaverkäufe verbessert haben. Neben diesen beiden eindeutigen Effekten existiert ein nicht eindeutiger, auf Fixkostenänderungen basierender Einkommenseffekt. Ihm ist der erste Term in (3.15) zuzurechnen. Der Einkommenseffekt beruht auf Veränderungen der Risikobereitschaft, die vorkommen, wenn sich das Endvermögen des Bankeigentümers mit zunehmendem Terminkurs verändert und Präferenzen mit abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion vorliegen. Er kann den Substitutionseffekt verstärken, entfallen oder für eine Verminderung des Absicherungsumfangs sorgen. Eine Verstärkung des Substitutionseffektes findet statt, wenn Terminverkäufe optimal sind, die Präferenzen die Eigenschaft abnehmender absoluter Risikoaversion besitzen und die Risikoprämie des Terminmarktes negativ eingeschätzt wird. Ein höherer Terminkurs führt in diesem Fall zu einem höheren Endvermögen des Bankeigentümers. Der Grad der absoluten Risikoaversion sinkt, und eine größere Spekulationsposition ist optimal. Bei Überabsicherung ist das optimale Hedgingvolumen zu erhöhen.

Abschließend lassen sich die Ergebnisse dieses Abschnitts wie folgt zusammenfassen: Kreditinstitute unter Marktrisiko, die nicht zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind, besitzen eine Reihe von Möglichkeiten, ihre Risikoposition zu gestalten. Wenn Terminmärkte existieren, auf denen Marktrisiken handelbar sind, können sie Finanzderivate wie Terminfixgeschäfte einsetzen, um Risiken vertraglich abzuwälzen. Sofern die Aussicht auf eine vollständige Ausschaltung des Marktrisikos besteht, ist die Verfügbarkeit von Termingeschäften von besonderer Bedeutung. Sie sorgt für eine Separation der optimalen Geschäftspolitik von den Präferenzen des Eigentümers und der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite und bietet dem Management die Möglichkeit, die Aktiv- und Passivpolitik wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit festzulegen. Darüber hinaus können Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungsentscheidungen getrennt voneinander getroffen werden. Im Vergleich zur Situation ohne Terminmärkte nehmen Kreditinstitute, die Risiken handeln, mehr Einlagen auf, vergeben weniger Kredite und investieren stärker risikobehaftet. Gemessen an der Vollabsicherung hängt der Umfang ihrer außerbilanziellen Geschäfte von dem Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Kreditinstitute sichern weniger (gleich viel, mehr) Marktrisiko als vorhanden ab, wenn der Terminmarkt eine positive (keine, eine negative) Risikoprämie verspricht. Marginale Änderungen der Fixkosten, der Varianz der Finanzanlagenrendite oder des Terminkurses führen nur unter zusätzlichen Annahmen an die Präferenzen des Eigentümers zu eindeutigen Ergebnissen. Diese Annahmen müssen sicherstellen, dass die Vorzeichen des eindeutigen Substitutionseffektes und des nicht eindeutigen Einkommenseffektes nicht entgegengesetzt sind.

Marginale Zunahme von		θ	r_L	γ	$\overline{K}$
L_T^*		$\downarrow$	$\uparrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$
A_T^*		$\uparrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$
D_T^*		$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$
H_T^*	DARA + $E[\tilde{r}_A] > r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\upharpoonleft\downharpoonright$
	DARA + $E[\tilde{r}_A] = r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
	DARA + $E[\tilde{r}_A] < r_f$:	$\upharpoonleft\downharpoonright$	$\upharpoonleft\downharpoonright$	$\downarrow$	$\uparrow$
	CARA :	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
	IARA + $E[\tilde{r}_A] > r_f$:	$\upharpoonleft\downharpoonright$	$\upharpoonleft\downharpoonright$	$\upharpoonleft\downharpoonright$	$\uparrow$
	IARA + $E[\tilde{r}_A] = r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
	IARA + $E[\tilde{r}_A] < r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\upharpoonleft\downharpoonright$	$\upharpoonleft\downharpoonright$

Tabelle 3.1: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Marktrisiko bei Zugang zu Terminmärkten

Tabelle 3.1 gibt die Ergebnisse der noch fehlenden komparativ-statischen Analysen an. Dabei handelt es sich um die variablen Kosten des Kreditgeschäfts, den Kreditzinssatz, den Erwartungswert der Finanzanlagenrendite und das Eigenkapital der Bank. Die Änderungen der Kreditkosten und des Erwartungswertes beruhen auf den Parametrisierungen $C_L^n(L_T) = \theta\, C_L(L_T)$ und $\tilde{r}_A{}^n = \tilde{r}_A + \gamma$, die in Kapitel 2 eingeführt wurden. Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Auswirkungen auf die optimale Geschäftspolitik eindeutig sind. Demgegenüber kommt es bei der optimalen Risikopolitik auf das Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes und auf die Monotonie der absoluten Risikoaversion an. Die Abkürzungen DARA, CARA und IARA stehen für abnehmende, konstante bzw. zunehmende absolute Risikoaversion. Eine höhere Einschätzung der erwarteten Finanzanlagenrendite führt bspw. bei nicht-zunehmender absoluter Risikoaversion oder auf unverzerrten Terminmärkten zu einer Verminderung des Hedgingvolumens. Änderungen der Aktiv- und Passivpolitik finden nicht statt.

3.1.5 Beispiel

Bevor Regulierungsvorschriften mit in die Untersuchungen einfließen, sollen die Ergebnisse abschließend anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Zusätzlich zu den bisherigen Annahmen werden folgende Prämissen unterstellt: Der Eigentümer der Universalbank trifft Entscheidungen auf der Grundlage der Nutzenfunktion $U(W) = -e^{-a\,W}$. Er geht von einer normalverteilten Finanzanlagenrendite mit Erwartungswert μ_{r_A} und Varianz $\beta^2\,\sigma_\epsilon^2$ aus. Die Kredit- und Einlagenkosten des Instituts belaufen sich auf $C_L(L_T) = \theta\, L_T^2/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$ und $C_D(D_T) = D_T^2/2$.

Das Endvermögen des Bankeigentümers ist dann ebenfalls normalverteilt. Der Erwartungswert μ und die Varianz σ^2 des Endvermögens (3.1) betragen:

$$\begin{aligned} \mu &= L_T\left(r_L - \mu_{r_A}\right) - D_T\left(r_D - \mu_{r_A}\right) + \overline{K}\,\mu_{r_A} \\ &\qquad\qquad - \theta\,\frac{L_T^2}{2} - \frac{D_T^2}{2} - C_F + H_T\left(r_f - \mu_{r_A}\right) + I\,, \\ \sigma^2 &= \left(\overline{K} + D_T - L_T - H_T\right)^2\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2\,. \end{aligned} \tag{3.16}$$

Die Lösung des Optimierungsproblems

$$\max_{L_T \geq 0, D_T \geq 0, H_T} \; \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2\,, \tag{3.17}$$

mit μ und σ^2 aus (3.16) gibt die optimale Geschäfts- und Risikopolitik der Bank an. Die optimale Finanzanlagenpolitik folgt im Anschluss über die Bilanzgleichung (2.1).

Unter den Annahmen, dass die Bank im Optimum Kredite vergibt ($L_T^* > 0$), in Finanzanlagen investiert ($A_T^* > 0$) und Einlagen aufnimmt ($D_T^* > 0$), müssen die partiellen Ableitungen der Präferenzfunktion im Optimum den Wert null annehmen. Unter Einbeziehung der Bilanzgleichung lautet die Lösung des entstehenden Gleichungssystems:[38]

$$\begin{aligned} L_T^* &= \frac{r_L - r_f}{\theta}\,, \\ D_T^* &= r_f - r_D\,, \\ A_T^* &= \overline{K} + r_f - r_D - \frac{r_L - r_f}{\theta} \end{aligned} \tag{3.18}$$

und

$$H_T^* = A_T^* - \frac{\mu_{r_A} - r_f}{a\,\beta^2\,\sigma_\epsilon^2}\,.$$

Wenn Terminfixgeschäfte zur Verfügung stehen, legen die Bankmanager die optimale Geschäftspolitik nur anhand von Marktzinssätzen, der Grenzkosten des Kredit- und Einlagengeschäfts und des Eigenkapitals fest. Die Präferenzen und die Momente der Finanzanlagenrendite sind nicht von Bedeutung; es gilt das Separationstheorem. Aktiv-, Passiv- und Absicherungsentscheidungen können getrennt voneinander getroffen werden. Die optimale Forward-Position ist von dem Finanzanlagenvolumen, der Risikoprämie des Terminmarktes, der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers und der Varianz der Finanzanlagenrendite abhängig. Bei positiver Risikoprämie (Backwardation) sichert die Bank weniger als A_T^* ab, bei negativer Risikoprämie (Contango) verkauft sie mehr Finanzanlagen am Terminmarkt als A_T^*.

Steigt die absolute Risikoaversion des Bankeigentümers oder die Varianz der Finanzanlagenrendite durch eine Erhöhung von a bzw. β marginal an, reduzieren die Bankmanager die spekulative Position, und die Bank nähert sich einer vollständigen Absicherung ihrer Marktrisikoposition an. Die optimale Geschäftspolitik wird nicht verändert. Falls die Fixkosten marginal ansteigen, nehmen die Entscheider weder Änderungen der Investitions- und Finanzierungspolitik noch Änderungen der Absicherungspolitik vor. Der Grund für die Unabhängigkeit der Fixkosten liegt in der Monotonie der absoluten Risikoaversion begründet. Die Präferenzen des Eigentümers sind durch konstante absolute Risikoaversion gekennzeichnet, mit der Konsequenz, dass Minderungen des Endvermögens keine Auswirkungen auf die Risikobereitschaft des Eigentümers haben. Sämtliche Aussagen bestätigen die Ergebnisse der Sätze 26 bis 28.

[38] Vgl. Holthausen (1979), S. 992 und Broll/Wahl (1992a), S. 581 ff. in einfacheren Entscheidungsmodellen.

3.2 Bankmodell mit Regulierungsvorschriften

Kreditinstitute, die ihre einzige Risikoposition auf kompetitiven Terminmärkten absichern können, setzen einfache Entscheidungsregeln ein, um die optimale Investitions- und Finanzierungspolitik zu bestimmen. Subjektive Größen, wie die Präferenzen des Eigentümers und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, gehen nicht mit in die Entscheidungen ein. Diese im Separationstheorem zusammengefassten Aussagen gelten für Banken mit ausreichender Eigenmittelausstattung, für die Regulierungsvorschriften zu keiner Einschränkung der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik führen. Ob vergleichbare Aussagen auch für regulierte Banken mit geringer Eigenmittelausstattung existieren, steht im weiteren Verlauf im Mittelpunkt der Diskussion. Wie in Abschnitt 2.2 wird unterstellt, dass lediglich Vorschriften zur Begrenzung von Adressenausfallrisiken und Marktpreisrisiken einzuhalten sind. Alle anderen Vorschriften seien erfüllt. In Abschnitt 3.2.1 nutzen die Bankmanager Standardverfahren, um die Gesamtrisikoposition zu kalkulieren, während die Institute in Abschnitt 3.2.2 auf eigene Risikomodelle zurückgreifen, um die Insolvenzwahrscheinlichkeit zu steuern.

3.2.1 Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung

Kreditinstitute sind gesetzlich dazu verpflichtet, über eine angemessene Eigenmittelausstattung zu verfügen. Im Rahmen des Standardansatzes sind sämtliche Vermögenspositionen prozentual mit haftendem Eigenkapital zu unterlegen. Den Anknüpfungspunkt für die Eigenmittelunterlegung bilden offene Risikopositionen, die sich durch eine Saldierung gleichartiger Ansprüche und Verpflichtungen ergeben. Die Neuformulierung des Bankenmodells unter Berücksichtigung von Regulierungsvorschriften erfolgt in Abschnitt 3.2.1.1. Im Anschluss wird die optimale Geschäfts- und Risikopolitik analysiert. Diesem Unterfangen widmet sich Abschnitt 3.2.1.2. Danach finden komparativ-statische Analysen statt, in denen sukzessiv die absolute Risikoaversion des Eigentümers, die Fixkosten, die Varianz der Finanzanlagenrendite und der Unterlegungssatz variiert werden. Das abschließende Beispiel verdeutlicht die Ergebnisse für eine Bank mit vorgegebener Präferenzstruktur.

3.2.1.1 Modell

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist ein Kreditinstitut, das Einlagen aufnimmt, Kredite vergibt, in Finanzanlagen investiert und Absicherungsgeschäfte tätigt. Regulierungsvorschriften existieren, und die Bank hat sich dazu entschlossen, Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung zu verwenden. Sofern das Kreditportefeuille der Bank nur Kredite an Nichtbanken beinhaltet und bei den Marktpreisrisiken auf eine Unterteilung in eine allgemeine und eine besondere Risikokomponente verzichtet wird, sind die Adressenausfallrisiken der Kredite und die Marktpreisrisiken der Finanzanlagen mit 8 % Eigenmitteln zu unterlegen. Dies fordert die in Abschnitt 2.2.1.1 vorgestellte Regulierungsvorschrift (2.80). Implizit wurde dabei unterstellt, dass es den Bankmanagern nicht möglich ist, gegenläufige Positionen in gleichen Wertpapieren aufzubauen. Gegenläufige Positionen können sowohl durch Bilanzbestände an gleichen Wertpapieren als auch durch Ansprüche und Verpflichtungen aus außerbilanziellen Geschäften wie Finanzderivaten, Garantien oder Pensionsgeschäften entstehen.[39] Wann Wertpapiere als gleich gelten, wird in § 19 der Grundsätze über das Eigenkapital und die Liquidität von Kreditinstituten geregelt. So gilt bspw. bei Aktienkursrisiken von Handelsbuch-Risikopositionen, dass zwei Wertpapiere als gleich anzusehen sind, wenn sie von demselben Emittenten ausgegeben wurden, auf dieselbe Währung lauten, auf demselben nationalen Markt gehandelt werden, dem Inhaber des Stimmrechts dieselbe Stellung verleihen und im Falle der Insolvenz des Emittenten denselben Rang einnehmen.[40] Gegenläufige Positionen in gleichen Wertpapieren sorgen für eine Reduzierung des Risikos einer Vermögensposition. Der Gesetzgeber verlangt in diesem Fall, dass nicht beide Positionen separat mit Eigenkapital zu unterlegen sind, sondern nur der Saldo der Positionen, die sogenannte Nettoposition.[41]

Wenn Terminmärkte existieren, auf denen die im Aktivgeschäft eingegangenen Risiken handelbar sind, können Kreditinstitute durch den Verkauf von Risiken gegenläufige Positionen in gleichen Wertpapieren aufbauen. In die Unterlegungspflicht geht dann nicht die Marktrisikoposition $A_{T,S}$, sondern die offene Marktrisikoposition $|A_{T,S} - H_{T,S}|$ ein.[42] Die Betragstriche sind notwendig, um zu gewährleisten, dass für die Nettoposition bei einer Überabsicherung des Finanzanlagenvolumens (Overhedging) Eigenmittel zu

[39] Vgl. § 19 Abs. 3 Satz 1 GS I.
[40] Vgl. § 19 Abs. 3 GS I.
[41] Vgl. § 18 Abs. 1 GS I.
[42] Die Indizes „T“ und „S“ stehen für Kreditinstitute, die kompetitive Terminmärkte nutzen können („T“) und Standardverfahren einsetzen („S“), um die Regulierungsvorschriften zu erfüllen.

hinterlegen sind. Bezeichnet $\hat{\kappa} \in (0,1)$ den verallgemeinerten Unterlegungssatz von 8 % und $L_{T,S}$ das Kreditvolumen der Bank, so lautet die um die Forward-Position erweiterte Unterlegungsvorschrift:

$$\overline{K} \geq \hat{\kappa}\, L_{T,S} + \hat{\kappa}\, |A_{T,S} - H_{T,S}|\,. \tag{3.19}$$

Trotz der bestehenden gesetzlichen Regelungen beziehen zahlreiche Beiträge in der Literatur Hedgingaktivitäten oder sonstige gegenläufige Positionen in gleichen Wertpapieren nicht mit in die Regulierungsvorschrift ein. Dazu zählen u. a. die Beiträge von Kahane (1977), Morgan/Smith (1987), Broll/Guinnane (1999) und Broll/Jaenicke (2000).[43] Sie unterstellen implizit, dass Bruttopositionen unterlegungspflichtig sind und Absicherungsmaßnahmen unberücksichtigt bleiben. Die obige Regulierungsvorschrift erweitert die Modelle der genannten Autoren und sorgt für eine Annäherung an geltendes Recht.

Im Gegensatz zu den vorherigen Ausführungen stehen in diesem Abschnitt Kreditinstitute im Mittelpunkt, die wenig Eigenmittel zur Verfügung haben und ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik ohne Regulierungsvorschriften nicht realisieren können. Da keine Möglichkeit besteht, Eigenmittel kurzfristig zu beschaffen, sind Einschränkungen der Geschäfts- oder auch Risikopolitik notwendig, um (3.19) zu erfüllen. Unter der Annahme, dass die Bank als Finanzintermediär auftritt und Einlagen aufnimmt, Kredite vergibt und in Finanzanlagen investiert, werden die Einschränkungen so vorgenommen, dass die optimale Geschäfts- und Risikopolitik auf dem Rand des zulässigen Bereichs liegt.[44] Diese Bedingung ist notwendig und führt zu der äquivalenten Nebenbedingung:

$$\overline{K} = \hat{\kappa}\, L_{T,S} + \hat{\kappa}\, |A_{T,S} - H_{T,S}|\,. \tag{3.20}$$

Die Bankmanager orientieren sich bei ihren Entscheidungen an den Interessen des Eigentümers und maximieren den erwarteten Nutzen des Endvermögens (3.1) unter Berücksichtigung der Bilanzgleichung (2.1) und der Regulierungsvorschrift (3.20). Als Entscheidungsvariablen verwenden sie das Kredit-, das Finanzanlagen-, das Einlagen-

[43] Das Modell von Kahane (1977) ist sehr allgemein und schließt nicht aus, dass auf der Aktiv- und Passivseite gleiche Wertpapiere vorkommen können. Im Rahmen der Regulierung sind allerdings nur die Vermögenspositionen der Aktivseite vertreten. Die Modelle von Morgan/Smith (1987), Broll/Guinnane (1999) und Broll/Jaenicke (2000) untersuchen das optimale Verhalten regulierter Banken, die Zugang zu Terminmärkten besitzen. Die Eigenmittelunterlegung erfolgt prozentual, ohne die abgesicherte Risikoposition zu verrechnen.

[44] Eine Randlösung muss optimal sein, da die Zielfunktion konkav ist. Vgl. Fußnote 108 auf S. 79.

und das Hedgingvolumen. Um die Komplexität des Entscheidungsproblems zu reduzieren, bietet es sich an, die Bilanzgleichung nach dem Einlagenvolumen aufzulösen und in das Endvermögen einzusetzen. Es entsteht:

$$\begin{aligned}\tilde{W} = {} & L_{T,S}\,(r_L - r_D) + A_{T,S}\,(\tilde{r}_A - r_D) + \overline{K}\,r_D \\ & - C_L(L_{T,S}) - C_D(L_{T,S} + A_{T,S} - \overline{K}) - C_F + H_{T,S}\,(r_f - \tilde{r}_A) + I\,.\end{aligned} \tag{3.21}$$

Das Endvermögen und die Regulierungsvorschrift hängen demnach ausschließlich vom Kredit-, Finanzanlagen- und Absicherungsvolumen ab. Optimierungsprobleme mit einer Gleichung als Nebenbedingung lassen sich mit dem Lagrange-Algorithmus lösen. Wenn $\mathcal{L}(L_{T,S}, A_{T,S}, H_{T,S}, \lambda_{T,S})$ die Lagrangefunktion mit dem zugehörigen Lagrangemultiplikator $\lambda_{T,S}$ und $\mathrm{Ind}(x)$ die Indikator-Funktion (Heaviside-Sprungfunktion) bezeichnen, ist diejenige Geschäfts- und Risikopolitik optimal, die

$$\begin{aligned}\mathcal{L}(L_{T,S}, A_{T,S}, H_{T,S}, \lambda_{T,S}) &= E\left[U(\tilde{W})\right] + \lambda_{T,S}\left(L_{T,S} + |A_{T,S} - H_{T,S}| - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\right) \\ &= E\left[U(\tilde{W})\right] + \lambda_{T,S}\Big(L_{T,S} + \Big(\mathrm{Ind}(A_{T,S} - H_{T,S}) \\ &\qquad - \mathrm{Ind}(H_{T,S} - A_{T,S})\Big)\,(A_{T,S} - H_{T,S}) - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\Big)\end{aligned} \tag{3.22}$$

über $L_{T,S}$, $A_{T,S}$, $H_{T,S}$ und $\lambda_{T,S}$ mit $\tilde{W}$ aus (3.21) maximiert.[45]

Im Gegensatz zu den bisherigen Optimierungsproblemen in dieser Arbeit ist die Lagrangefunktion (3.22) nicht im gesamten Definitionsbereich stetig differenzierbar. Nicht-Differenzierbarkeit tritt an Stellen auf, an denen $A_{T,S} = H_{T,S}$ ist. Nach der Regulierungsvorschrift muss für das Kreditvolumen dann $L^*_{T,S} = \overline{K}/\hat{\kappa}$ gelten. Setzt man das Kreditvolumen in die Endvermögensdefinition (3.21) ein und ersetzt das Hedgingvolumen durch $A_{T,S}$, ist das Endvermögen des Bankeigentümers deterministisch und nur noch vom Finanzanlagenvolumen abhängig. Als potenzielles Extremum der Lagrangefunktion kommt nur die Nicht-Differenzierbarkeitsstelle in Betracht, die das Endvermögen des Bankeigentümers maximiert. Falls die optimale Absicherungspolitik in einer vollständigen Absicherung des Marktrisikos besteht, ergibt sich die optimale

[45] Die Indikator-Funktion ist durch $\mathrm{Ind}(x) = \begin{cases} 1 & \text{für } x \geq 0 \\ 0 & \text{für } x < 0 \end{cases}$ definiert. Sie wird benutzt, um auf eine aufwändige Fallunterscheidung zu verzichten. Dies erhöht die Übersichtlichkeit in den nachfolgenden Analysen. Zur Indikator-Funktion vgl. Bronstein/Semendjajew (1991), S. 661.

Geschäfts- und Risikopolitik der Bank durch

$$\begin{aligned} A^*_{T,S} &= H^*_{T,S}\,, \\ L^*_{T,S} &= \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\,, \\ r_f - r_D &= C'_D\left(\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}} + A^*_{T,S} - \overline{K}\right)\,, \\ D^*_{T,S} &= A^*_{T,S} + L^*_{T,S} - \overline{K}\,. \end{aligned} \tag{3.23}$$

Weitere Kandidaten für globale Extrema der Lagrangefunktion sind die Randlösungen des Optimierungsproblems und die stationären Punkte.[46] Als stationäre Punkte bezeichnet man die Stellen, an denen die Lagrangefunktion differenzierbar ist ($A_{T,S} \neq H_{T,S}$) und die partiellen Ableitungen den Wert null annehmen.[47] Im weiteren Verlauf wird wie in den Abschnitten zuvor davon ausgegangen, dass die Randlösungen nicht optimal sind und die Bank positives Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen generiert. In diesem Fall bleiben nur die stationären Punkte als weitere potenzielle Optima übrig. Auf Grund der strikten Konkavität des Erwartungsnutzens und der Konvexität des Definitionsbereichs ist die optimale Geschäfts- und Risikopolitik eindeutig. Daher kann maximal ein stationärer Punkt existieren, der sich durch folgendes Gleichungssystem berechnen lässt:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(r_L - r_D - C'_L(L^*_{T,S}) - C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})\right)\right] + \lambda^*_{T,S} = 0\,, \tag{3.24}$$

$$\begin{aligned} &E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(\tilde{r}_A - r_D - C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})\right)\right] \\ &\qquad + \lambda^*_{T,S}\left(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\right) = 0\,, \end{aligned} \tag{3.25}$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(r_f - \tilde{r}_A\right)\right] + \lambda^*_{T,S}\left(\mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S})\right) = 0\,, \tag{3.26}$$

$$L^*_{T,S} + \left(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\right)\left(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}\right) - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}} = 0\,. \tag{3.27}$$

Sofern das Gleichungssystem (3.24) bis (3.27) eine Lösung hat, existieren zwei potenzielle Extremstellen: die Nicht-Differenzierbarkeitsstelle, gegeben durch (3.23), und der stationäre Punkt. In diesem Fall gibt der stationäre Punkt stets das Erwartungsnutzenmaximum an, da durch die Konkavität der Nutzenfunktion die Eindeutigkeit des Extremums sichergestellt ist und der stationäre Punkt per Definition nur von Punkten umgeben ist, die kleinere Funktionswerte besitzen.[48] Die Bankmanager präferieren

[46] Die Funktion $g(x) = |x|$ ist ein Beispiel für eine Funktion, die ihr Optimum an einer Nicht-Differenzierbarkeitsstelle hat. An der Stelle $x = 0$ ist $g(x)$ nicht differenzierbar und nimmt ein Minimum an. Sämtliche Nicht-Differenzierbarkeitsstellen stellen somit potenzielle Extrema dar.

[47] Vgl. bspw. Chiang (1984), S. 236.

[48] Vgl. Chiang (1984), S. 339.

demnach die durch das Gleichungssystem (3.24) bis (3.27) festgelegte Geschäfts- und Risikopolitik. Wenn auf der anderen Seite kein stationärer Punkt existiert und nur eine mögliche Extremstelle vorliegt, wählen die Entscheidungsträger die durch (3.23) festgelegte Geschäfts- und Risikopolitik.

3.2.1.2 Optimale Geschäfts- und Risikopolitik

Die optimale Risikopolitik einer Bank mit ausreichender Eigenmittelausstattung hängt von der Risikoprämie des Terminmarktes $E[\tilde{r}_A]-r_f$ ab. Wenn die Risikoprämie positiv (negativ) ist, sichern die Manager weniger (mehr) Finanzanlagen als vorhanden ab. Sie entscheiden sich für eine vollständige Absicherung (Full Hedging), wenn der Terminmarkt unverzerrt ist.[49]

Ob die Risikoprämie des Terminmarktes für regulierte Banken mit geringer Eigenmittelausstattung eine ähnlich bedeutende Rolle spielt, klärt der folgende Satz. Dabei wird unterstellt, dass der Kreditzins r_L größer oder gleich dem Terminkurs der Finanzanlagen zuzüglich der Grenzkosten des Kreditgeschäfts bei maximal zulässigem Kreditvolumen $r_f + C'_L(\overline{K}/\hat{\kappa})$ ist.[50]

Satz 30 *Für Geschäftsbanken mit geringer Eigenmittelausstattung, die Standardverfahren zur Eigenmittelunterlegung verwenden und Zugang zu kompetitiven Forward-Märkten besitzen, gilt: Sofern der Kreditzins hinreichend groß ist, sichert sich die Bank genau dann vollständig gegenüber Marktrisiko ab [Full Hedging], wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Underhedging [Overhedging] ist dann und nur dann optimal, wenn sich der Terminmarkt in einer Backwardation- [Contango-] Situation befindet.*

Beweis: Zunächst wird der Beweis für einen unverzerrten Terminmarkt geführt, im Anschluss für verzerrte Terminmärkte.

Sei $E[\tilde{r}_A] = r_f$. Zu zeigen ist, dass kein stationärer Punkt existiert, der das Gleichungssystem (3.24) bis (3.27) löst. Dann gibt (3.23) die optimale Geschäfts- und Risikopolitik an, und Full Hedging ist optimal. Der Nachweis erfolgt über einen Widerspruchsbeweis.

[49] Wenn ausreichend Eigenmittel zur Verfügung stehen, schränken Regulierungsvorschriften die optimale Bankpolitik nicht ein, und das Ergebnis ist identisch zu dem Ergebnis aus Satz 25.

[50] Diese Annahme wird auch in den nachfolgenden Analysen benutzt. Sie ist rein technischer Art und dient der Vereinfachung der Untersuchungen. Ihre Validität ist in einem zweiten Schritt empirisch zu überprüfen. Die Analyse des zweiten, ausgeschlossenen Falls $r_L < r_f + C'_L(\overline{K}/\hat{\kappa})$ erfolgt analog. Um eindeutige Ergebnisse abzuleiten, sind zum Teil zusätzliche Annahmen notwendig.

Angenommen, $L^*_{T,S}$, $A^*_{T,S}$, $H^*_{T,S}$ und $\lambda^*_{T,S}$ mit $A^*_{T,S} \neq H^*_{T,S}$ lösen das Gleichungssystem (3.24) bis (3.27). Multipliziert man (3.24) mit $\big(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\big)$ $\neq 0$ und addiert (3.26), entsteht

$$\begin{aligned} E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] &\left(r_L - r_D - C'_L(L^*_{T,S}) - C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})\right) \\ &\cdot \left(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\right) + E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] = 0\,. \end{aligned} \quad (3.28)$$

Eine Addition von (3.25) und (3.26) und anschließende Division durch den erwarteten Grenznutzen liefert $r_f = r_D + C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})$. Unter Berücksichtigung dessen und $E[\tilde{r}_A] = r_f$ lässt sich (3.28) vereinfachen zu:

$$\begin{aligned} E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] \left(r_L - r_f - C'_L(L^*_{T,S})\right) &\left(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\right) \\ &= \mathrm{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right]\,. \end{aligned} \quad (3.29)$$

Auf Grund der Regulierungsbedingung gilt bei $A^*_{T,S} \neq H^*_{T,S}$, dass $L^*_{T,S} < \overline{K}/\hat{\kappa}$ ist. Unter der Annahme $r_L \geq r_f + C'_L(\overline{K}/\hat{\kappa})$ folgt $r_L > r_f + C'_L(L^*_{T,S})$, so dass die linke Seite von (3.29) bei $A^*_{T,S} > H^*_{T,S}$ positiv und bei $A^*_{T,S} < H^*_{T,S}$ negativ ist. Das Vorzeichen des Kovarianzterms auf der rechten Seite hängt ebenfalls von $A^*_{T,S}$ und $H^*_{T,S}$ ab. Falls $A^*_{T,S} > (<)\ H^*_{T,S}$ ist, sorgen höhere Realisationen der Finanzanlagenrendite für ein höheres (niedrigeres) Endvermögen des Bankeigentümers, vgl. (3.21). Die Kovarianz ist negativ (positiv), da der Grenznutzen mit zunehmendem Endvermögen fällt. Zusammengenommen ist das Vorzeichen auf der linken Seite von (3.29) sowohl bei $A^*_{T,S} > H^*_{T,S}$ als auch bei $A^*_{T,S} < H^*_{T,S}$ entgegengesetzt zu dem Vorzeichen auf der rechten Seite. Es liegt ein Widerspruch vor und die Annahme, dass die Lagrangefunktion bei $E[\tilde{r}_A] = r_f$ einen stationären Punkt besitzt, ist falsch. Full Hedging ist optimal.

Im zweiten Teil des Beweises wird die Aussage für verzerrte Terminmärkte nachgewiesen. Angenommen, ein stationärer Punkt existiert. Dann lässt sich die optimale Risikopolitik anhand der umgeformten Gleichung (3.26),

$$\begin{aligned} E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] E\left[\tilde{r}_A - r_f\right] &= -\mathrm{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right] \\ &\quad + \lambda^*_{T,S}\left(\mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S})\right)\,, \end{aligned} \quad (3.30)$$

charakterisieren. Das Vorzeichen auf der linken Seite entspricht dem Vorzeichen der Risikoprämie. $\mathrm{cov}[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A]$ ist nach der obigen Analyse bei $A^*_{T,S} > (<)\ H^*_{T,S}$ negativ (positiv). Um das Vorzeichen von $\lambda^*_{T,S}$ zu bestimmen, ist in Gleichung (3.24) der

Ausdruck $r_f = r_D + C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})$ einzusetzen, so dass gilt:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]\left(r_L - r_f - C'_L(L^*_{T,S})\right) + \lambda^*_{T,S} = 0\,. \tag{3.31}$$

Wegen $r_L > r_f + C'_L(L^*_{T,S})$ muss $\lambda^*_{T,S} < 0$ sein. Bei positiver Risikoprämie ist die linke Seite von (3.30) größer null. Dasselbe gilt für die rechte Seite dann und nur dann, wenn $A^*_{T,S} > H^*_{T,S}$ ist. Bei negativer Risikoprämie erfolgt die Argumentation analog. □

Die Risikoprämie des Terminmarktes ist auch bei Existenz von Regulierungsvorschriften maßgeblich für das Verhältnis zwischen der optimalen Forward-Position und dem optimalen Finanzanlagenvolumen. Schätzen die Bankmanager den Terminmarkt als unverzerrt ein, so dass die Möglichkeit einer fairen Absicherung besteht, werden sie die vorhandenen Marktrisiken vollständig eliminieren. Die optimale Hedge-Rate $H^*_{T,S}/A^*_{T,S}$ der Bank beträgt eins, und Spekulationsgeschäfte finden nicht statt. Trotz der risikopolitischen Gemeinsamkeiten besteht ein zentraler Unterschied zu Banken mit ausreichender Eigenmittelausstattung: Die optimale Geschäftspolitik hängt von dem Umfang der Absicherungsgeschäfte ab. Über die Regulierungsvorschrift wird eine Beziehung zwischen der Geschäfts- und Risikopolitik hergestellt, die bei Unverzerrtheit des Terminmarktes dafür sorgt, dass das optimale Kreditvolumen bereits feststeht. Es entspricht dem maximal möglichen Kreditvolumen $\overline{K}/\hat{\kappa}$. Zu optimieren sind ausschließlich das Finanzanlagen- und das Einlagengeschäft, und zwar so, dass das Gleichungssystem (3.23) erfüllt ist.

Eine Unterabsicherung (Überabsicherung) des Marktrisikos bevorzugen Kreditinstitute, die von einer positiven (negativen) Risikoprämie ausgehen. Die Bankmanager spekulieren und wählen eine Hedge-Rate unterhalb (oberhalb) von 100 %. Statt das Risiko zu minimieren, entscheiden sie sich für eine Abwägung von Ertrag und Risiko, da Hedgingmaßnahmen das erwartete Endvermögen des Eigentümers beeinflussen. In welchem Umfang Spekulationsgeschäfte durchgeführt werden, hängt von den Präferenzen des Eigentümers und allen weiteren Rahmenbedingungen ab. Optimal ist die Geschäfts- und Risikopolitik, die das Gleichungssystem (3.24) bis (3.27) löst.

Kreditinstitute mit ausreichender Eigenmittelausstattung haben die Möglichkeit, die optimale Geschäftspolitik unabhängig von den Präferenzen des Eigentümers und der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite festzulegen. Die Chance, sämtliche Risiken vollständig ausschalten zu können, sorgt für Separation. Eine vollständige Absicherung aller Risiken ist auch im Fall von Kreditinstituten, die zur Einhaltung der Regulierungsvorschrift (3.20) verpflichtet sind und über eine geringe Eigenmittelausstattung verfügen, möglich. Dennoch lässt sich Separation nicht mehr nachweisen, wie der folgende Satz zeigt.

Satz 31 *Die optimale Kredit- und Finanzanlagenpolitik einer regulierten, Standardverfahren nutzenden Geschäftsbank mit Zugang zu Forward-Märkten ist von der Risikoprämie des Terminmarktes abhängig. Bei einer Risikoprämie von null [Unverzerrtheit] reicht die Kenntnis der Marktzinssätze, der Grenzkosten des Einlagengeschäfts, des Unterlegungssatzes und des Eigenkapitals aus, um das optimale Investitionsprogramm zu bestimmen. Befindet sich der Terminmarkt in einer Backwardation- oder Contango-Situation, wirken sämtliche Modellparameter, insbesondere die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite und die Präferenzen des Eigentümers, auf den optimalen Kredit- und Finanzanlagenumfang ein.*

Die optimale Einlagenpolitik wird auf der anderen Seite nur von Markt- und Kostengrößen beeinflusst. Sie genügt der Bedingung:

$$r_f - r_D = C'_D\left(D^*_{T,S}\right) . \tag{3.32}$$

Beweis: Die Gültigkeit von (3.32) wurde bereits im Beweis des letzten Satzes nachgewiesen. Es bleiben die Behauptungen für die Kredit- und Finanzanlagenpolitik zu zeigen.

Auf unverzerrten Terminmärkten ist nach Satz 30 Full Hedging optimal. Die Berechnung der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik erfolgt anhand der Gleichungen in (3.23). Die Aussagen für das optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagengeschäft sind direkte Implikationen der letzten drei Gleichungen.

Bei Backwardation oder Contango wählt die Bank eine Unter- bzw. Überabsicherung des Marktrisikos. In diesem Fall geben die Gleichungen (3.24) bis (3.27) die optimale Bankpolitik an. $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$ lassen sich nicht unabhängig vom Grenznutzen darstellen, so dass sämtliche Parameter bekannt sein müssen, um optimale Entscheidungen zu treffen. □

Kreditinstitute, die zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind und über eine geringe Eigenmittelausstattung verfügen, beziehen bei der Festlegung ihrer Kredit- und Finanzanlagenpolitik sowohl die Präferenzen als auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite mit ein. Das Separationstheorem gilt nur noch partiell, und zwar für die optimale Einlagenpolitik. Im Aktivgeschäft reicht die perfekte Handelbarkeit sämtlicher Risiken nicht mehr aus, um Separation zu erzeugen. Denn die

Regulierungsvorschrift stellt einen Zusammenhang zwischen der Investitions- und der Absicherungspolitik her, und das Absicherungsvolumen hängt von den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung ab. Trotz der Möglichkeit, sämtliche Risiken vollständig ausschalten zu können, müssen das Kredit- und das Finanzanlagenvolumen dann Präferenz- und Verteilungs-abhängig sein.[51] Die Vermutung, dass die perfekte Handelbarkeit sämtlicher Risiken hinreichend für Separation ist, gilt allenfalls dann, wenn keine Beziehung zwischen der Geschäfts- und der Risikopolitik besteht.[52]

In den nächsten beiden Abschnitten wird untersucht, wie die optimale Geschäfts- und Risikopolitik auf marginale Veränderungen einzelner exogener Parameter reagiert. Zunächst werden Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten analysiert, im Anschluss stehen Änderungen der Varianz der Finanzanlagenrendite und des Unterlegungssatzes im Mittelpunkt.

3.2.1.3 Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten

Im Rahmen der Portefeuille-Theorie gehen Investoren mit einer höheren absoluten Risikoaversion eine geringere spekulative Position ein.[53] Sie investieren einen größeren Teil ihres Vermögens risikolos und weniger risikobehaftet. Die gleiche Verhaltensweise ist bei Banken mit ausreichender Eigenmittelausstattung wieder zu finden. Eine Ausweitung (Verminderung) des Hedgingvolumens ist vorteilhaft, wenn die Bankmanager eine positive (negative) Risikoprämie des Terminmarktes zu Grunde legen und die absolute Risikoaversion des Bankeigentümers steigt.[54] Da die Geschäftspolitik wegen des Separationstheorems nicht verändert wird, steigt (sinkt) die Hedge-Rate der Bank.

Regulierte Banken mit geringer Eigenmittelausstattung reduzieren ebenfalls ihre Spekulationstätigkeit, wenn die absolute Risikoaversion zunimmt. Allerdings passen sie die Hedge-Rate nicht ausschließlich über das Terminkontraktvolumen, sondern über das Terminkontrakt- und das Finanzanlagenvolumen an. Die Modifizierungen der Ge-

[51]Es ist nicht möglich, dass nur eine der beiden Entscheidungsvariablen von den genannten Größen abhängig ist, da Änderungen der Präferenzen oder der Wahrscheinlichkeitsverteilung in diesem Fall lediglich einen Parameter in der Bilanzgleichung verändern würden, was unzulässig ist.

[52]Adam-Müller (1995) behauptet in seinem ersten Theorem, dass Separation immer dann gilt, wenn alle linear in die Ergebnisgröße eingehenden Zufallsvariablen mit Forward-Kontrakten zu einem exogenen Preis gehandelt werden können und ansonsten keine weiteren Zufallsvariablen existieren. Vgl. Adam-Müller (1995), S. 9 f. Nebenbedingungen werden nicht ausgeschlossen. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die Aussage, wenn überhaupt, nur unter zusätzlichen, einschränkenden Annahmen aufrechtzuerhalten ist.

[53]Vgl. Pratt (1964), S. 136, und Arrow (1971), S. 102.

[54]Dies ist das Ergebnis von Satz 26.

schäftspolitik sind notwendig, da isolierte Anpassungen des Hedgingvolumens zu einer Verletzung der Regulierungsvorschrift führen und unzulässig oder nicht optimal sind.

Satz 32 *Kreditinstitute, die Standardverfahren zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verwenden und Terminfixgeschäfte nutzen, um ihre einzige Risikoposition zu gestalten, verändern ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik bei einem Anstieg der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers nicht, falls der Terminmarkt unverzerrt ist. Bei verzerrtem Terminmarkt kaufen sie weniger Finanzanlagen und vergeben mehr Kredite. Das optimale Einlagenvolumen verändern sie nicht, ebenso wie die optimale Forward-Position, wenn sich der Terminmarkt in einer Backwardation-Situation befindet. Liegt Contango vor, verkaufen sie weniger Finanzanlagen per Termin.*

Beweis: Auf unverzerrten Terminmärkten ist Full Hedging optimal und (3.23) gibt die optimale Geschäfts- und Risikopolitik an. Änderungen der Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungsentscheidungen finden nicht statt, da die Optimalitätsbedingungen unabhängig von den Präferenzen sind.

Bei Backwardation und Contango sichern die Bankmanager im Optimum weniger bzw. mehr als $A^*_{T,S}$ ab. Das für die Analyse relevante Gleichungssystem umfasst die Gleichungen (3.24) bis (3.27). Im weiteren Verlauf werden die Behauptungen für das optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Hedgingvolumen nachgewiesen. Dabei wird zunächst eine positive, anschließend eine negative Risikoprämie unterstellt. Das optimale Einlagenvolumen bleibt außen vor, da die Bedingung (3.32) unabhängig von der Risikoaversion ist. Um den Lagrangemultiplikator $\lambda^*_{T,S}$ aus (3.24) bis (3.27) zu eliminieren, können die zweite und dritte Gleichung addiert, die vierte Gleichung übernommen und die erste und dritte Gleichung miteinander verrechnet werden. Es entsteht:

$$r_f - r_D - C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}) = 0\,, \quad (3.33)$$

$$L^*_{T,S} + \big(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\big)\left(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}\right) - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}} = 0\,, \quad (3.34)$$

$$\begin{aligned} E\Big[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\Big] &+ \big(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\big) \\ &\cdot E\Big[U'(\tilde{W}^*)\left(r_L - r_D - C'_L(L^*_{T,S}) - C'_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})\right)\Big] = 0\,. \quad (3.35) \end{aligned}$$

Änderungen der absoluten Risikoaversion wirken ausschließlich auf die Gleichung (3.35).

Sei $E[\tilde{r}_A] > r_f$ und $U_1(W)$ die Nutzenfunktion mit der höheren absoluten Risikoaversion gegenüber $U_2(W)$ für alle W. Die zugehörigen optimalen Kredit-, Finanzanlagen-und Hedgingvolumina werden mit $L^*_{T,S,1}$, $A^*_{T,S,1}$ und $H^*_{T,S,1}$ bzw. $L^*_{T,S,2}$, $A^*_{T,S,2}$ und $H^*_{T,S,2}$ bezeichnet. Zu untersuchen ist das Vorzeichen von (3.35) für die Nutzenfunktion $U_2(W)$, ausgewertet am Optimum für die Nutzenfunktion $U_1(W)$. Wegen $A^*_{T,S,1} > H^*_{T,S,1}$ und (3.33) ist dieses äquivalent zu dem Vorzeichen von

$$E\left[U_2'(\tilde{W}_1^*)\left(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S,1})\right)\right] . \tag{3.36}$$

Sei ${r_A}^0$ die Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $r_L - {r_A}^0 - C_L'(L^*_{T,S,1}) = 0$ gilt, mit zugehörigem Endvermögen W_1^{*0}. Unter Berücksichtigung der notwendigen Bedingung für die Nutzenfunktion $U_1(W)$ kann alternativ zu (3.36) das Vorzeichen von

$$E\left[\left(\frac{U_2'(\tilde{W}_1^*)}{U_2'(W_1^{*0})} - \frac{U_1'(\tilde{W}_1^*)}{U_1'(W_1^{*0})}\right)\left(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S,1})\right)\right] \tag{3.37}$$

untersucht werden. Für Realisationen r_A von $\tilde{r}_A$ mit $r_A < (>)\, {r_A}^0$ gilt $r_L - r_A - C_L'(L^*_{T,S,1}) > (<)\, 0$ und $W_1^* < (>)\, W_1^{*0}$ wegen $A^*_{T,S,1} > H^*_{T,S,1}$. Da der Koeffizient der absoluten Risikoaversion bei $U_1(W)$ größer ist, muss nach (2.16) die Differenz der Grenznutzenbrüche in (3.37) negativ (positiv) sein. Insgesamt ist der im Erwartungswert stehende Ausdruck für beliebige Realisationen von $\tilde{r}_A$ negativ und damit auch der Erwartungswert selbst.

Mit Hilfe einer Vorzeichenanalyse der partiellen Ableitungen von (3.33) bis (3.35) lassen sich im zweiten Schritt die Behauptungen nachweisen. Um die Analyse weitestgehend zu vereinfachen, kann (3.34) nach $H^*_{T,S}$ aufgelöst und in (3.35) eingesetzt werden. Die verbleibenden beiden Gleichungen hängen dann ausschließlich von $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$ ab. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass nur noch die partiellen Ableitungen von (3.33) und (3.35) nach dem Kredit- und Finanzanlagenvolumen untersucht werden müssen. Die partiellen Ableitungen von (3.33) lauten:

$$\begin{aligned} -C_D''(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}) &< 0\,, \\ -C_D''(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}) &< 0\,. \end{aligned} \tag{3.38}$$

Mit $r_f - r_D - C_D'(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}) = 0$ ergeben sich die partiellen Ableitungen von $E[U'(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S}))]$ nach $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$ wie folgt:

$$\begin{aligned} E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S})\right)^2\right] - C_L''(L^*_{T,S})\, E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] &< 0\,, \\ E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(r_f - r_D - C_D'(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})\right)\left(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S})\right)\right] &= 0\,. \end{aligned} \tag{3.39}$$

Im Optimum hat nur das Kreditvolumen einen Einfluss auf (3.36). Um den negativen Erwartungswert zu erhöhen, muss das optimale Kreditvolumen sinken, d. h. $L^*_{T,S,1} >$

$L^*_{T,S,2}$. Wegen (3.38) impliziert dies ein steigendes Finanzanlagenvolumen, $A^*_{T,S,1} < A^*_{T,S,2}$. Das optimale Hedgingvolumen bleibt nach (3.34) unverändert, da das Kreditvolumen in gleichem Umfang sinkt wie das Finanzanlagenvolumen steigt.

Der Beweis für den Contango-Fall ($E[\tilde{r}_A] < r_f$) verläuft völlig analog und soll nur kurz skizziert werden. Falls $U_1(W)$ risikoaverser als $U_2(W)$ ist, ist das Vorzeichen von (3.35) für die Nutzenfunktion $U_2(W)$ ausgewertet am Optimum für $U_1(W)$,

$$\text{sign } E\left[U_2'(\tilde{W}_1^*)\left(\tilde{r}_A + r_L - 2\,r_D - C_L'(L^*_{T,S,1}) - 2\,C_D'(L^*_{T,S,1} + A^*_{T,S,1} - \overline{K})\right)\right], \quad (3.40)$$

wegen $A^*_{T,S,1} < H^*_{T,S,1}$ und (2.16) negativ. Löst man (3.34) nach $H^*_{T,S}$ auf und setzt das Ergebnis in (3.35) ein, hängen die Optimalitätsbedingungen nur noch von $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$ ab. Marginale Erhöhungen des Kredit- und Finanzanlagenvolumens reduzieren sowohl (3.33) als auch (3.35), wie an den partiellen Ableitungen zu erkennen ist. Jedoch ist der Einfluss des Kreditvolumens auf (3.35) größer als der Einfluss des Finanzanlagenvolumens. Um den Erwartungswert in (3.40) zu erhöhen und (3.33) zu erfüllen, müssen das Kreditvolumen vermindert ($L^*_{T,S,1} > L^*_{T,S,2}$), das Finanzanlagenvolumen in gleichem Umfang erhöht ($A^*_{T,S,1} < A^*_{T,S,2}$) und das Hedgingvolumen ebenfalls erhöht ($H^*_{T,S,1} < H^*_{T,S,2}$) werden. □

Kreditinstitute, die zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind und Standardverfahren zur Berechnung ihrer Gesamtrisikoposition verwenden, nehmen bei einem Anstieg der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers Änderungen der Geschäfts- und Risikopolitik vor, wenn Spekulationsgeschäfte optimal sind und eine Hedge-Rate realisiert wird, die von 100 % abweicht. Mit dem Ziel, Endvermögensschwankungen zu reduzieren, vermindern sie die spekulative Position und erhöhen (reduzieren) die Hedge-Rate, wenn der Terminmarkt durch Backwardation (Contango) gekennzeichnet ist. Die Steuerung der Hedge-Rate erfolgt über Anpassungen der Geschäfts- und Risikopolitik. Diese sind so vorzunehmen, dass die Regulierungsvorschrift (3.20) nicht verletzt wird. Optimal ist, mehr Kredite zu vergeben und weniger Finanzanlagen zu kaufen. Das Einlagenvolumen ist nicht zu verändern. Gleiches trifft auf das Terminkontraktvolumen zu, wenn sich der Terminmarkt in einer Backwardation-Situation befindet. Bei Contango ist eine Reduzierung des Terminverkaufs vorteilhaft. Jede andere Anpassungsstrategie erfüllt die geforderten Anpassungskriterien nicht; sie sorgt entweder für eine Ausweitung der spekulativen Position oder eine Verletzung der gesetzlichen Unterlegungsvorschrift. Eine alleinige Änderung der Risikopolitik wie bei regulierten Banken mit ausreichender Eigenmittelausstattung führt bspw. dazu, dass die Regulierungsvorschrift (3.20) nicht mehr mit Gleichheit erfüllt ist, was unzulässig oder suboptimal ist.

Die folgenden zwei Abbildungen verdeutlichen die Aussagen des letzten Satzes anhand eines Beispiels.[55] In Abbildung 3.2 sind die optimalen Geschäftspolitiken einer regulierten Bank (durchgezogene Linien) und einer in allen Ausstattungsmerkmalen identischen, nicht regulierten Bank (gestrichelte Linien) für unterschiedliche Grade der konstanten absoluten Risikoaversion a eingezeichnet. Abbildung 3.3 visualisiert die zugehörigen Hedge-Raten beider Institute für unterschiedliche Terminmarkt-Situationen.

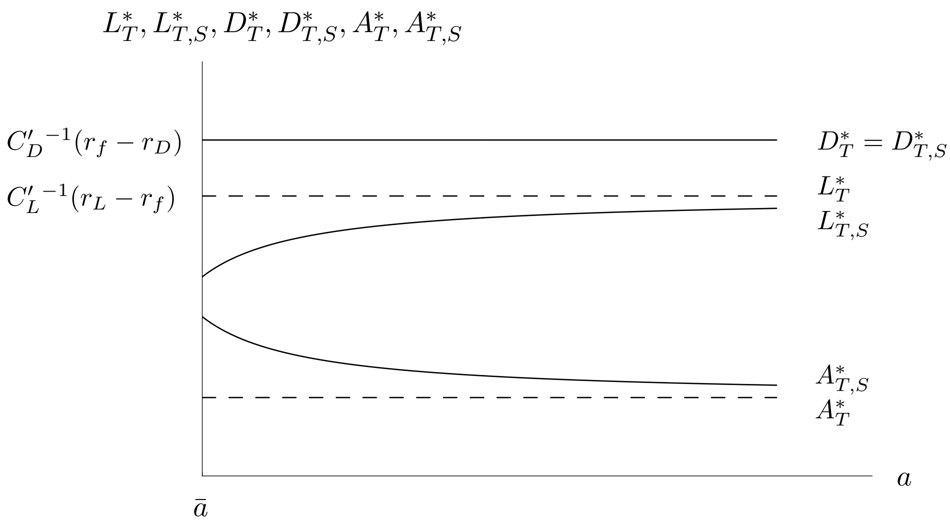

Abbildung 3.2: Optimale Geschäftspolitik einer Bank bei Einführung von Regulierungsvorschriften und verzerrtem Terminmarkt in Abhängigkeit der absoluten Risikoaversion a

In Abbildung 3.2 ist zu erkennen, dass die optimale Kredit- und Finanzanlagenpolitik einer regulierten Bank mit wenig Haftungskapital und Zugang zu einem verzerrten Terminmarkt von der absoluten Risikoaversion abhängig ist. Ausgehend von einem positiven Risikoaversionsgrad $\bar{a}$ ist das optimale Kreditvolumen umso höher und das optimale Finanzanlagenvolumen umso geringer, je stärker risikoavers sich der Bankeigentümer verhält. Das Einlagenvolumen hängt nicht von den Präferenzen ab. Es stimmt mit dem Einlagenvolumen einer identischen Bank ohne Regulierungsvorschriften über-

[55] Die zugehörige Datenkonstellation ist im Anhang B auf S. 260 zu finden.

ein. Zwischen den Investitionsprojekten regulierter und nicht regulierter Banken bestehen Unterschiede. Ohne Unterlegungsvorschriften gilt Separation, und es werden mehr Kredite vergeben und weniger Finanzanlagen gekauft.

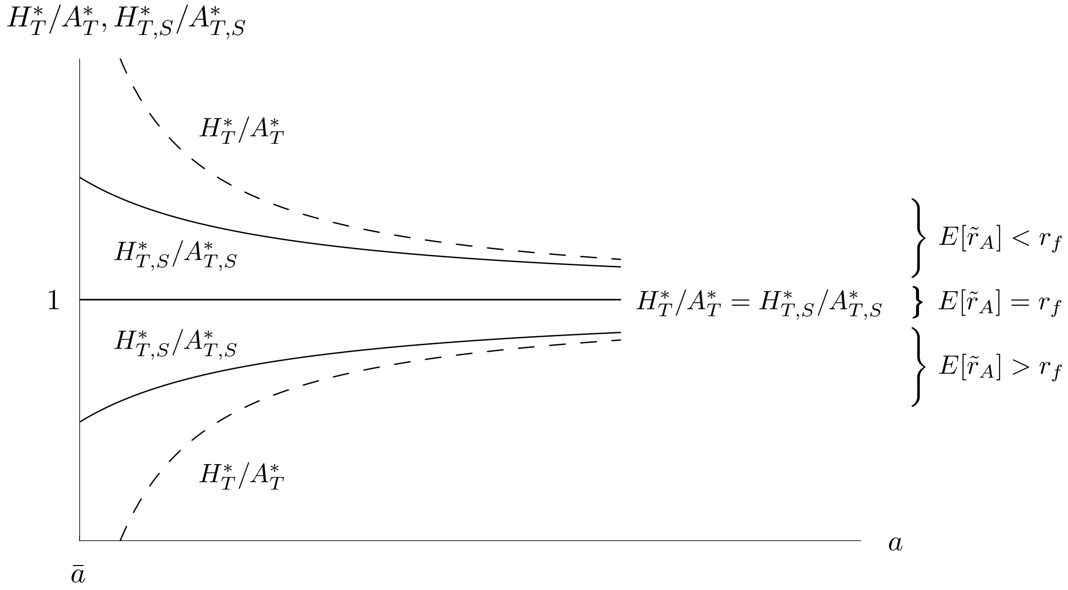

Abbildung 3.3: Optimale Hedge-Rate einer Bank bei Einführung von Regulierungsvorschriften in Abhängigkeit der absoluten Risikoaversion a

Die optimale Risikopolitik von Banken hängt von der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Bei positiver (null, negativer) Risikoprämie ist Underhedging (Full Hedging, Overhedging) optimal. Abbildung 3.3 zeigt, dass diese Aussage sowohl für regulierte als auch für nicht regulierte Banken Gültigkeit besitzt. Mit zunehmendem Grad der absoluten Risikoaversion nähern sich die Hedge-Raten der Hedge-Rate bei Vollabsicherung an. Die Institute entscheiden sich für eine geringere offene Marktrisikoposition und spekulieren weniger. Während nicht regulierte Banken ihre spekulative Position ausschließlich über das Hedgingvolumen anpassen, da A_T^* konstant ist, finden bei regulierten Instituten Änderungen des Finanzanlagen- und ggf. des Hedgingvolumens statt. Gegenüber nicht regulierten Kreditinstituten bevorzugen regulierte Institute Hedge-Raten, die näher an eins liegen, denn die Regulierungsvorschrift ist umso eher erfüllt, je geringer die offene Risikoposition ist.

Der nächste Satz untersucht die Auswirkungen höherer Fixkosten oder eines geringeren Anfangsvermögens des Bankeigentümers. Über Veränderungen des Endvermögens können Änderungen der Risikobereitschaft auftreten, die zu Änderungen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik führen. Wie gewohnt lässt sich dieser Effekt als Einkommenseffekt interpretieren.

Satz 33 *Regulierte Kreditinstitute, die Standardverfahren zur Eigenmittelunterlegung und Terminfixgeschäfte zur Steuerung von Marktrisiko einsetzen, verhalten sich bei einem marginalen Anstieg der Fixkosten wie folgt optimal: Wenn der Terminmarkt unverzerrt ist oder die Präferenzen des Eigentümers durch konstante absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind, verändern sie die optimale Geschäfts- und Risikopolitik nicht. Falls der Terminmarkt verzerrt ist und Präferenzen mit abnehmender [zunehmender] absoluter Risikoaversion vorliegen, ist eine Ausweitung [Reduzierung] des Kreditvolumens und eine Reduzierung [Ausweitung] des Finanzanlagenvolumens optimal. Das Einlagenvolumen wird nicht verändert, ebenso wie das Hedgingvolumen, wenn die Risikoprämie des Terminmarktes positiv ist. Bei negativer Risikoprämie und abnehmender [zunehmender] absoluter Risikoaversion sinkt [steigt] das optimale Hedgingvolumen.*

Beweis: Auf einem unverzerrten Terminmarkt sichern die Bankmanager das Marktrisiko vollständig ab. Die optimale Geschäfts- und Risikopolitik wird durch das Gleichungssystem (3.23) determiniert, welches unabhängig von den Fixkosten ist.

Um die Aussagen für verzerrte Terminmärkte zu überprüfen, sind die Auswirkungen höherer Fixkosten auf die Gleichungen (3.24) bis (3.27) zu analysieren. Für das Kredit- und Finanzanlagenvolumen können alternativ die modifizierten Gleichungen (3.33) und (3.35) verwendet werden, in denen das Hedgingvolumen gemäß (3.34) ersetzt wurde. Sie sind Implikationen der Bedingungen erster Ordnung. Das optimale Einlagenvolumen braucht nicht berücksichtigt zu werden, da (3.32) unabhängig von den Fixkosten ist. Der anschließende Beweis untersucht nur den Backwardation-Fall. Die Argumentation für Contango-Situationen erfolgt analog.

Sei $E[\tilde{r}_A] > r_f$. Nach dem impliziten Funktionentheorem und (3.32) muss für das optimale Kredit- und Finanzanlagenvolumen gelten:

$$\begin{pmatrix} M_1 & 0 \\ M_2 & M_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*_{T,S}}{d\,C_F} \\ \dfrac{d\,A^*_{T,S}}{d\,C_F} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E\left[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L(L^*_{T,S}))\right] \\ 0 \end{pmatrix}, \tag{3.41}$$

mit

$$\begin{aligned} M_1 &= E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(r_L - \tilde{r}_A - C'_L(L^*_{T,S})\right)^2\right] - C''_L(L^*_{T,S})\,E\left[U'(\tilde{W}^*)\right], \\ M_2 &= -C''_D(L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K})\,. \end{aligned} \tag{3.42}$$

Das Gleichungssystem hat eine eindeutige und nicht triviale Lösung, da die Determinante der Matrix auf der linken Seite positiv ist und der Vektor auf der rechten Seite nicht nur Nullen enthält. Mit der Cramer'schen Regel lässt sich nachweisen, dass das Vorzeichen von $d\,L^*_{T,S}/d\,C_F$ entgegengesetzt zu dem Vorzeichen von $d\,A^*_{T,S}/d\,C_F$ ist, und die Vorzeichen von $d\,A^*_{T,S}/d\,C_F$ und $E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A - C'_L(L^*_{T,S}))]$ übereinstimmen. Im weiteren Verlauf ist das Vorzeichen des Erwartungswertes zu bestimmen.

Sei ${r_A}^0$ diejenige Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $r_L - {r_A}^0 - C'_L(L^*_{T,S}) = 0$ gilt, mit zugehörigem Endvermögen W^{*0}. Sämtliche Renditen $r_A < {r_A}^0$ erfüllen $r_L - r_A - C'_L(L^*_{T,S}) > 0$, und wegen $A^*_{T,S} > H^*_{T,S}$ folgt $W^* < W^{*0}$. Wenn abnehmende (konstante, zunehmende) absolute Risikoaversion vorliegt, ist $-U''(W^*)/U'(W^*) > (=,<)\ -U''(W^{*0})/U'(W^{*0})$, und es ergibt sich

$$U''(W^*)(r_L - r_A - C'_L(L^*_{T,S})) < (=,>)\ \frac{U''(W^{*0})}{U'(W^{*0})}\,U'(W^*)(r_L - r_A - C'_L(L^*_{T,S})). \tag{3.43}$$

Dieselben Abschätzungen gelten auch für sämtliche Realisationen $r_A > {r_A}^0$ sowie im Erwartungswert. Da der Erwartungswert auf der rechten Seite den Wert null annimmt, müssen $d\,A^*_{T,S}/d\,C_F$ und $-d\,L^*_{T,S}/d\,C_F$ bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion negativ (null, positiv) sein. Die Aussage für das optimale Hedgingvolumen folgt durch Einsetzen der Ergebnisse in die Gleichung (3.34). □

Höhere Fixkosten mindern das Endvermögen des Bankeigentümers in jedem möglichen Umweltzustand. Sofern Präferenzen mit abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion vorliegen, verändert sich die Risikobereitschaft des Investors, und es entsteht ein Anpassungsbedarf der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik, wenn die Bank nicht all ihre Risiken am kompetitiven Terminmarkt in vollem Umfang absichert. Wenn sich der Eigentümer mit zunehmendem Vermögen bspw. weniger risikoavers verhält (abnehmende absolute Risikoaversion) und die Manager von einer positiven

Risikoprämie ausgehen, sinkt die Risikobereitschaft bei einem Anstieg der Fixkosten, und nach Satz 32 sind mehr Kredite zu vergeben und weniger Finanzanlagen zu kaufen. Änderungen des Einlagen- und Absicherungsvolumens finden nicht statt. Dadurch steigt die Hedge-Rate der Bank, und das Unternehmen spekuliert weniger. Im Fall unverzerrter Terminmärkte oder Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion liegt entweder keine offene Risikoposition vor oder die Risikobereitschaft verändert sich nicht. Höhere Fixkosten haben dann keine Auswirkungen auf die optimalen Entscheidungen von Banken.

In den nächsten beiden komparativ-statischen Analysen hinsichtlich der Varianz der Finanzanlagenrendite und des Unterlegungssatzes spielen Fixkostenänderungen ebenfalls eine Rolle. Sie gehen als Teileffekt in den Gesamteffekt ein. Um eindeutige Aussagen abzuleiten, sind Einschränkungen der Präferenzen oder der Wahrscheinlichkeitsverteilung notwendig, die dafür sorgen, dass der eindeutige Substitutionseffekt und der nicht eindeutige Einkommenseffekt nicht gegeneinander wirken.

3.2.1.4 Änderungen der Varianz der Finanzanlagenrendite und des Unterlegungssatzes

Änderungen der Varianz der Finanzanlagenrendite können auf vielfältige Art und Weise entstehen. In diesem Abschnitt werden sehr spezielle Änderungen untersucht, die auf der Parametrisierung ${\tilde{r}_A}^n = E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}$ mit $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\beta > 0$ basieren. Die Varianz steigt, wenn β höher eingeschätzt wird. Unter welchen Umständen diese spezielle Erwartungswert-neutrale Spreizung zu einem geringeren Finanzanlagenvolumen führt, zeigt der nächste Satz.

Satz 34 *Kreditinstitute, die ihre Adressenausfall- und Marktpreisrisiken prozentual mit Eigenkapital unterlegen und Forwards einsetzen, um Marktrisiko zu handeln, ändern ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik bei einem marginalen Anstieg der Varianz der Finanzanlagenrendite durch β nicht, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Sie vergeben mehr Kredite und investieren weniger risikobehaftet, wenn der Terminmarkt verzerrt ist und abnehmende oder konstante absolute Risikoaversion vorliegt. Das Einlagenvolumen verändern sie nicht. Wenn der Terminmarkt durch Contango gekennzeichnet ist, verkaufen sie weniger Finanzanlagen per Termin, ansonsten bleibt das optimale Hedgingvolumen konstant.*

Beweis: Sei $E[\tilde{r}_A] = r_f$. Dann gibt (3.23) die optimale Geschäfts- und Risikopolitik an. Da β in den einzelnen Gleichungen nicht enthalten ist, hängen $L^*_{T,S}$, $A^*_{T,S}$, $D^*_{T,S}$ und $H^*_{T,S}$ nicht von der Varianz der Finanzanlagenrendite ab.

Sei $E[\tilde{r}_A] > r_f$. Wegen (3.32) gilt $d\,D^*_{T,S}/d\,\beta = 0$. Löst man (3.34) unter Berücksichtigung von $A^*_{T,S} > H^*_{T,S}$ nach $H^*_{T,S}$ auf und setzt das Ergebnis in (3.35) ein, hängen (3.33) und (3.35) nur noch von $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$ ab. Die Anwendung des impliziten Funktionentheorems liefert

$$\begin{pmatrix} M_1 & 0 \\ M_2 & M_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*_{T,S}}{d\,\beta} \\ \dfrac{d\,A^*_{T,S}}{d\,\beta} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_3 \\ 0 \end{pmatrix}, \tag{3.44}$$

mit M_1 und M_2 aus (3.42) und

$$M_3 = E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(L^*_{T,S} - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\right)\tilde{\epsilon}\,\left(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L(L^*_{T,S})\right)\right] + E\left[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\right]. \tag{3.45}$$

Wegen $M_2 < 0$ und $M_1 \cdot M_2 > 0$ stimmen die Vorzeichen von $-d\,L^*_{T,S}/d\,\beta$ und $d\,A^*_{T,S}/d\,\beta$ mit dem Vorzeichen von M_3 überein. Um das Vorzeichen von M_3 zu analysieren, ist (3.45) äquivalent umzuformen zu

$$\begin{aligned} \operatorname{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{\epsilon}\right] + \frac{1}{\beta}\left(\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}} - L^*_{T,S}\right)\Bigg[& E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L(L^*_{T,S})\right)^2\right] \\ & - \left(r_L - E[\tilde{r}_A{}^n] - C'_L(L^*_{T,S})\right)\, E\left[U''(\tilde{W}^*)\left(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L(L^*_{T,S})\right)\right]\Bigg]. \end{aligned} \tag{3.46}$$

Das Endvermögen W^* ist bei Underhedging umso größer, je höher ϵ ist. Da der Grenznutzen fällt, muss die Kovarianz negativ sein. Der verbleibende Ausdruck in der oberen Zeile von (3.46) ist ebenfalls negativ, da $\beta > 0$, $\overline{K}/\hat{\kappa} - L^*_{T,S}$ nach (3.34) positiv und der Erwartungswert negativ ist. Das Vorzeichen von $E[U''(\tilde{W}^*)(r_L - \tilde{r}_A{}^n - C'_L(L^*_{T,S}))]$ wurde im Beweis des letzten Satzes bestimmt. Es ist bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion negativ (null, positiv). M_3 nimmt bei abnehmender oder konstanter absoluter Risikoaversion ein negatives Vorzeichen an, da der Ausdruck $r_L - E[\tilde{r}_A{}^n] - C'_L(L^*_{T,S})$ nach (3.35) negativ ist. Dies liefert die Behauptung für $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$. Das Vorzeichen von $d\,H^*_{T,S}/d\,\beta$ folgt durch die Regulierungsvorschrift (3.34).

Der Beweis des Contango-Falles wird nicht vorgeführt. Er verläuft völlig analog anhand der Gleichungen (3.33) bis (3.35). Dabei ist $A^*_{T,S} < H^*_{T,S}$ zu berücksichtigen. □

Unverzerrte Terminmärkte bieten Universalbanken die Möglichkeit, Risiken ohne Kosten abzusichern. Die Manager nutzen die Möglichkeit voll aus und verkaufen sämtliche Finanzanlagen per Termin. Dadurch wird das Endvermögen des Eigentümers deterministisch. Unter Sicherheit beeinflusst die Volatilität der Finanzanlagenrendite das Endvermögen nicht, so dass kein Motiv besteht, Änderungen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik vorzunehmen.

Schätzen die Manager die Risikoprämie des Terminmarktes von null verschieden ein, rufen Änderungen der Varianz gleich zwei Effekte hervor. Auf der einen Seite entsteht ein Substitutionseffekt, der bei stärkeren Schwankungen der Finanzanlagenrendite für eine Reduzierung des Finanzanlagen- und eine Ausweitung des Kreditvolumens spricht. Die Umschichtung des Aktivgeschäfts ist vorteilhaft, da die Attraktivität des Investmentgeschäfts gegenüber dem Kreditgeschäft abgenommen hat. Auf der anderen Seite existiert aber auch ein Einkommenseffekt. Dieser Teileffekt ist nicht eindeutig und auf Änderungen der absoluten Risikoaversion zurückzuführen. Falls die Präferenzen die Eigenschaft abnehmender absoluter Risikoaversion aufweisen, wirkt er sich negativ auf das Finanzanlagen- und positiv auf das Kreditvolumen aus. Bei konstanter absoluter Risikoaversion entfällt der Einkommenseffekt. Der Gesamteffekt ist dann ebenfalls eindeutig. Unabhängig von den Präferenzen finden im Einlagengeschäft keine Änderungen statt. Es gilt (partielle) Separation, und der optimale Einlagenumfang hängt nicht von der Wahrscheinlichkeitsverteilung ab. Im Absicherungsgeschäft sind Anpassungen immer dann vorzunehmen, wenn die Regulierungsvorschrift verletzt ist. Dies ist bei Terminmärkten mit negativer Risikoprämie der Fall. Um die Gleichheit in (3.20) wiederherzustellen, ist das optimale Hedgingvolumen zu reduzieren.

Der nächste Satz befasst sich mit den Auswirkungen eines höheren Unterlegungssatzes $\hat{\kappa}$.[56] Jede Verschärfung der Unterlegungsvorschriften zwingt Kreditinstitute mit geringer Eigenmittelausstattung dazu, ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik anzupassen, da die Bankpolitik unter der bisherigen Planung nicht mehr zulässig ist. Wie gewohnt sind Annahmen an die Monotonie der absoluten Risikoaversion erforderlich, um eindeutige Aussagen abzuleiten:

Satz 35 *Kreditinstitute, die auf kompetitiven Forward-Märkten agieren und Standardverfahren zur Unterlegung von Krediten und Finanzanlagen verwenden, reduzieren bei einem Anstieg des Unterlegungssatzes $\hat{\kappa}$ ihr optimales Kreditvolumen und erhöhen ihr*

[56]Mit dieser Problematik beschäftigen sich auch Morgan/Smith (1987), S. 41 ff.

optimales Finanzanlagenvolumen, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist oder wenn die Präferenzen des Eigentümers auf verzerrten Terminmärkten durch konstante oder zunehmende absolute Risikoaversion gekennzeichnet sind. Das optimale Einlagenvolumen verändern sie nicht. Liegt Unverzerrtheit oder Backwardation vor, verkaufen sie weitere Finanzanlagen per Termin und erhöhen ihr optimales Hedgingvolumen.

Beweis: Sei $E[\tilde{r}_A] = r_f$. Nach der zweiten und dritten Gleichung von (3.23) gilt $d\,L^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} = -\overline{K}/\hat{\kappa}^2 < 0$ und $d\,A^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} = -d\,L^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} > 0$. Das optimale Hedgingvolumen steigt ebenfalls, da nach der ersten Gleichung Full Hedging optimal ist. Einsetzen der Ergebnisse in die vierte Gleichung liefert $d\,D^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} = 0$ und damit die Behauptung.

Befindet sich der Terminmarkt in einer Backwardation-Situation, $E[\tilde{r}_A] > r_f$, geben (3.33) und (3.35) die notwendigen und hinreichenden Optimalitätsbedingungen für $L^*_{T,S}$ und $A^*_{T,S}$ an, falls $H^*_{T,S}$ gemäß (3.34) ersetzt wird. Wendet man das implizite Funktionentheorem auf beide Gleichungen an, ergibt sich

$$\begin{pmatrix} M_1 & 0 \\ M_2 & M_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dfrac{d\,L^*_{T,S}}{d\,\hat{\kappa}} \\ \dfrac{d\,A^*_{T,S}}{d\,\hat{\kappa}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} M_4 \\ 0 \end{pmatrix}, \tag{3.47}$$

mit M_1 und M_2 aus (3.42) und

$$M_4 = -E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}^2}\,(r_f - \tilde{r}_A)\,\big(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S})\big)\right]. \tag{3.48}$$

Nach der Cramer'schen Regel besitzen $d\,L^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa}$ und M_4 entgegengesetzte Vorzeichen, da $M_2/(M_1 \cdot M_2) < 0$ ist. Demgegenüber stimmen die Vorzeichen von $d\,A^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa}$ und M_4 überein. Um Aussagen über das Vorzeichen von M_4 treffen zu können, ist (3.48) geschickt umzuformen zu

$$\begin{aligned} &-\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}^2}\,E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\big(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S})\big)^2\right] \\ &\qquad -\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}^2}\,\big(r_f - r_L + C_L'(L^*_{T,S})\big)\;E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\big(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L^*_{T,S})\big)\right]. \end{aligned} \tag{3.49}$$

Die obere Zeile ist positiv, der Erwartungswert in der unteren Zeile bei abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion negativ (null, positiv). Unter Berücksichtigung der zu Beginn des Abschnitts 3.2.1.2 unterstellten Annahme $r_L > r_f + C_L'(\overline{K}/\hat{\kappa})$ ist das Produkt der ersten beiden Ausdrücke in der unteren Zeile (inkl. des Vorzeichens) größer als null. Das Vorzeichen von M_4 ist demnach nur bei konstanter oder zunehmender absoluter Risikoaversion eindeutig und positiv. Dies hat $d\,L^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} < 0$ und $d\,A^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} > 0$ zur Folge. Die Aussagen für das optimale Einlagenvolumen ergeben sich durch (3.32), und für das optimale Hedgingvolumen $H^*_{T,S} = L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}/\hat{\kappa}$ gilt $d\,H^*_{T,S}/d\,\hat{\kappa} = \overline{K}/\hat{\kappa}^2 > 0$. Der Beweis des Contango-Falles verläuft völlig analog. □

Regulierte Kreditinstitute reagieren auf eine Erhöhung des Unterlegungssatzes $\hat{\kappa}$ mit einer Reduzierung des optimalen Kreditvolumens und einer Erhöhung des optimalen Finanzanlagenvolumens, sofern der Terminmarkt unverzerrt ist oder der Eigentümer bei verzerrtem Terminmarkt Präferenzen mit konstanter oder zunehmender absoluter Risikoaversion besitzt. Das optimale Einlagenvolumen verändern sie nicht, da Separation gilt und die Einlagenpolitik unabhängig von den gesetzlichen Vorschriften festgelegt wird. Ein geringerer Kreditumfang bewirkt aus gesetzlicher Perspektive, dass die Bank weniger Adressenausfallrisiko in ihr Portefeuille aufnimmt. Demgegenüber führt ein höheres Finanzanlagenvolumen nicht zwangsläufig zu einer höheren Marktrisikoposition. Denn durch gleichgerichtete Anpassungen des Hedgingvolumens besteht die Möglichkeit, dass die offene Marktrisikoposition sich nicht verändert oder sinkt. Der erste Fall tritt ein, wenn die Bankmanager das optimale Terminkontraktvolumen in gleichem Umfang wie $A^*_{T,S}$ erhöhen. Dies geschieht immer dann, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Die Gesamtrisikoposition als Summe der Adressenausfall- und Marktrisikoposition sinkt in diesem Fall. Zu einer Reduzierung der Gesamtrisikoposition muss es aber auch dann kommen, wenn die Manager den Terminmarkt als verzerrt einschätzen. Dies fordert die Regulierungsvorschrift. Insofern darf die offene Marktrisikoposition niemals mehr ansteigen, als die Adressenausfall-Risikoposition sinkt.

Mit den Auswirkungen eines höheren Unterlegungssatzes auf die Geschäfts- und Risikopolitik von Banken beschäftigen sich auch Greenbaum/Thakor (1995) in ihrem Buch.[57] Sie behaupten, dass die Bankmanager bei einem Anstieg von $\hat{\kappa}$ zunächst weniger Risiko eingehen und ab einem bestimmten Punkt das Risiko wieder erhöhen. Den nicht monotonen Verlauf des Bankrisikos begründen sie über die Versicherungswirkung einer höheren Eigenkapitalausstattung auf der einen Seite und Principal-Agent-Problemen zwischen Eigentümern und Managern auf der anderen Seite.[58] Im Gegensatz zu den Vermutungen von Greenbaum/Thakor (1995) gibt der obige Satz Bedingungen an, unter denen ein höherer Unterlegungssatz eine weniger riskante Bankpolitik impliziert.

[57] Vgl. Greenbaum/Thakor (1995), S. 524 ff.
[58] Vgl. Greenbaum/Thakor (1995), S. 525.

Der Verlauf ist monoton, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist oder die Präferenzen die im Satz genannten Eigenschaften aufweisen.

Abschließend lassen sich die wichtigsten Ergebnisse wie folgt zusammenfassen: Wenn Kreditinstitute gegenläufige Positionen in gleichen Wertpapieren aufbauen können, müssen sie nicht jede einzelne Position mit Eigenkapital unterlegen, sondern nur den Saldo der Einzelpositionen, die Nettoposition. Gegenläufige Positionen entstehen, wenn die Manager des Instituts Terminfixkontrakte einsetzen, um Marktrisiko zu verkaufen. Unterlegungspflichtig ist dann nicht das gesamte Finanzanlagenvolumen der Bank, sondern nur die nicht abgesicherte, offene Marktrisikoposition. Über die Regulierungsvorschrift wird eine Beziehung zwischen der Geschäfts- und Risikopolitik hergestellt, die unterschiedliche Auswirkungen auf die Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungsentscheidungen hat. So ist das Vorzeichen der offenen Marktrisikoposition nur vom Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes abhängig. Bei positiver (null, negativer) Risikoprämie ist Underhedging (Full Hedging, Overhedging) optimal. Die Investitionspolitik hängt demgegenüber von sämtlichen exogenen Parametern ab. Sie ist simultan mit der Absicherungspolitik zu bestimmen. Separation gilt nur noch partiell, und zwar im Einlagengeschäft. Ein Anstieg der absoluten Risikoaversion hat zur Folge, dass die Hedge-Rate der Bank gegen die Hedge-Rate bei Vollabsicherung konvergiert. Um die Hedge-Rate geeignet anzupassen, nehmen die Bankmanager Änderungen des Finanzanlagenvolumens und, je nach Risikoprämie des Terminmarktes, des Hedgingvolumens vor. Höhere Fixkosten wirken ausschließlich über die absolute Risikoaversion auf die optimalen Entscheidungen. Sie führen zu Änderungen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik, wenn sich die Risikobereitschaft des Eigentümers verändert und die Bank Spekulationsgeschäfte tätigt. Bei einer marginal höheren Varianz der Finanzanlagenrendite oder einem marginal höheren Unterlegungssatz tritt neben dem Einkommenseffekt ein Substitutionseffekt auf. Im Gegensatz zum Substitutionseffekt ist der Einkommenseffekt nicht eindeutig, so dass Aussagen über die Richtung des Gesamteffektes nur unter zusätzlichen Annahmen an den Verlauf der absoluten Risikoaversion möglich sind.

Tabelle 3.2 gibt die Ergebnisse der noch fehlenden komparativ-statischen Analysen an.[59] Dabei handelt es sich um die variablen Kosten des Kreditgeschäfts, den Kreditzinssatz, den Erwartungswert der Finanzanlagenrendite, das Eigenkapital und den Terminkurs der Finanzanlagen. Die Änderungen der Kreditkosten und der erwarteten

[59]Die Änderungen des Terminkurses werden unter der Prämisse $H^*_{T,S} > 0$ untersucht.

Marginale Zunahme von		θ	r_L	γ	$\overline{K}$	r_f
$E[\tilde{r}_A] = r_f$:	$L^*_{T,S}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\rightarrow$
	$A^*_{T,S}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
	$D^*_{T,S}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$
	$H^*_{T,S}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
$E[\tilde{r}_A] \neq r_f$:	$L^*_{T,S}$	$C/I:\downarrow$	$C/I:\uparrow$	$D/C:\downarrow$	$D/C:\uparrow$	$D:\downarrow, C:\rightarrow, I:\uparrow$
	$A^*_{T,S}$	$C/I:\uparrow$	$C/I:\downarrow$	$D/C:\uparrow$	$D/C:\downarrow$	$D/C:\uparrow$
	$D^*_{T,S}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$
$E[\tilde{r}_A] > r_f$:	$H^*_{T,S}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
$E[\tilde{r}_A] < r_f$:	$H^*_{T,S}$	$C/I:\uparrow$	$C/I:\downarrow$	$D/C:\uparrow$	$\uparrow\downarrow$	$D/C:\uparrow$

Tabelle 3.2: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Marktrisiko bei Verwendung von Standardverfahren und Zugang zu Terminmärkten

Finanzanlagenrendite erfolgen anhand der Parametrisierungen $C_L^n(L_{T,S}) = \theta\, C_L(L_{T,S})$ bzw. $\tilde{r}_A{}^n = \tilde{r}_A + \gamma$. Während die Auswirkungen auf unverzerrten Terminmärkten eindeutig sind, erfordern verzerrte Terminmärkte zusätzliche Annahmen. Die Symbole D, C und I stehen in diesem Zusammenhang für abnehmende, konstante bzw. zunehmende absolute Risikoaversion. Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass Bankeigentümer mit zunehmender absoluter Risikoaversion, die den Terminmarkt als verzerrt einschätzen und von einem höheren Kreditzins ausgehen, eine Ausweitung des Kreditvolumens und eine Minderung des Finanzanlagenvolumens präferieren. Sie bevorzugen ein geringeres Absicherungsvolumen, wenn die erwartete Finanzanlagenrendite unter dem Terminkurs liegt.

3.2.1.5 Beispiel

In diesem Abschnitt wird die optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer Universalbank mit vorgegebener Präferenzstruktur, Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite und Kostenstruktur bestimmt. Die Bank setzt Standardverfahren ein, um für eine angemessene Eigenmittelausstattung zu sorgen. Es besteht die Möglichkeit, Finanzanlagen in beliebigem Umfang am kompetitiven Terminmarkt zu verkaufen oder zu kaufen.

Das Beispiel geht von folgenden Rahmenbedingungen aus: Die Präferenzen des Eigentümers lassen sich durch eine exponentielle Nutzenfunktion der Form $U(W) = -e^{-aW}$ mit $a > 0$ abbilden. Die Finanzanlagenrendite ist normalverteilt, und der Erwartungswert und die Varianz der Rendite betragen μ_{r_A} bzw. $\sigma^2_{r_A}$. Die Kreditvergabe und Einlagenaufnahme verursachen variable Kosten in Höhe von $C_L(L_{T,S}) = \theta\, L^2_{T,S}/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$ und $C_D(D_{T,S}) = D^2_{T,S}/2$. Die Eigenmittel des Unternehmens reichen nicht aus, um die optimale Geschäfts- und Risikopolitik ohne Regulierungsvorschriften zu realisieren.

Wenn μ den Erwartungswert und σ^2 die Varianz des normalverteilten Endvermögens (3.21) bezeichnen, lautet das von den Managern zu lösende Optimierungsproblem:

$$\max_{L_{T,S}\geq 0, A_{T,S}\geq 0, H_{T,S}} \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2\,, \tag{3.50}$$

unter der Nebenbedingung (3.20), mit

$$\begin{aligned} \mu = {} & L_{T,S}\,(r_L - r_D) + A_{T,S}\,\bigl(\mu_{r_A} - r_D\bigr) + \overline{K}\,r_D - \theta\,\frac{L^2_{T,S}}{2} \\ & - \frac{(L_{T,S} + A_{T,S} - \overline{K})^2}{2} - C_F + H_{T,S}\,\bigl(r_f - \mu_{r_A}\bigr) + I\,, \\ \sigma^2 = {} & \left(A_{T,S} - H_{T,S}\right)^2\,\sigma^2_{r_A}\,. \end{aligned} \tag{3.51}$$

Um die optimale Geschäfts- und Risikopolitik zu quantifizieren, bietet sich das Lagrangeverfahren an. Die zugehörige Lagrangefunktion $\mathcal{L}(L_{T,S}, A_{T,S}, H_{T,S}, \lambda_{T,S})$ setzt sich additiv aus der Zielfunktion und der mit dem Lagrangemultiplikator $\lambda_{T,S}$ multiplizierten, nach null umgeformten Nebenbedingung zusammen. Sie ist über die Entscheidungsvariablen $L_{T,S}$, $A_{T,S}$, $H_{T,S}$ und $\lambda_{T,S}$ zu maximieren. Zu beachten ist dabei, dass die Lagrangefunktion nicht im gesamten Definitionsbereich stetig differenzierbar ist. Nicht-Differenzierbarkeit tritt an Stellen auf, an denen $H_{T,S}$ und $A_{T,S}$ übereinstimmen. Als potenzielle Extrema der Lagrangefunktion kommen die Randstellen des Definitionsbereichs, die Nicht-Differenzierbarkeitsstellen und die stationären Punkte bei Differenzierbarkeit von $\mathcal{L}(L_{T,S}, A_{T,S}, H_{T,S}, \lambda_{T,S})$ in Frage. Unter der Annahme, dass die Bank im Optimum Kredite vergibt, in Finanzanlagen investiert und Einlagen aufnimmt, scheiden die Randlösungen $L_{T,S} = 0$, $A_{T,S} = 0$ und $D_{T,S} = 0$ als potenzielle Erwartungsnutzenmaxima aus. Übrig bleiben demnach nur die stationären Punkte und die Nicht-Differenzierbarkeitsstellen der Lagrangefunktion. Auf Grund der strikten Konkavität des Erwartungsnutzens kann höchstens ein stationärer Punkt existieren, der sich durch die Lösung des Gleichungssystems

$$
\begin{aligned}
r_L - r_D - \theta\, L^*_{T,S} - (L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}) + \lambda^*_{T,S} &= 0\,,\\
\mu_{r_A} - r_D - (L^*_{T,S} + A^*_{T,S} - \overline{K}) - a\left(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}\right)\sigma^2_{r_A} &\\
+\lambda^*_{T,S}\left(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\right) &= 0\,,\\
r_f - \mu_{r_A} + a\left(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}\right)\sigma^2_{r_A} + \lambda^*_{T,S}\left(\mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S})\right) &= 0\,,\\
L^*_{T,S} + \left(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S})\right)\left(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}\right) - \overline{K}/\hat{\kappa} &= 0
\end{aligned}
\tag{3.52}
$$

für $H^*_{T,S} \neq A^*_{T,S}$ berechnen lässt. Falls eine Lösung existiert, gibt der stationäre Punkt die optimale Geschäfts- und Risikopolitik an. Sollte das Gleichungssystem auf der anderen Seite nicht lösbar sein, muss eine Nicht-Differenzierbarkeitsstelle optimal sein. Sie maximiert den Nutzen des Endvermögens und beläuft sich auf:

$$
\begin{aligned}
L^*_{T,S} &= \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\,,\\
D^*_{T,S} &= r_f - r_D\,,\\
A^*_{T,S} &= \overline{K} + r_f - r_D - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\,,\\
H^*_{T,S} &= \overline{K} + r_f - r_D - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\,.
\end{aligned}
\tag{3.53}
$$

Zunächst ist zu klären, unter welchen Rahmenbedingungen ein stationärer Punkt existiert. Unter der Prämisse $r_L \geq r_f + C'_L(\overline{K}/\hat{\kappa})$ löst

$$
\begin{aligned}
L^*_{T,S} &= \frac{a\,\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\,\sigma^2_{r_A} + r_L - r_f - |r_f - \mu_{r_A}|}{a\,\sigma^2_{r_A} + \theta}\,,\\
D^*_{T,S} &= r_f - r_D\,,\\
A^*_{T,S} &= \overline{K} + r_f - r_D - \frac{a\,\frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\,\sigma^2_{r_A} + r_L - r_f - |r_f - \mu_{r_A}|}{a\,\sigma^2_{r_A} + \theta}\,,\\
H^*_{T,S} &= A^*_{T,S} + \frac{|\mu_{r_A} - r_f|}{\mu_{r_A} - r_f}\left(L^*_{T,S} - \frac{\overline{K}}{\hat{\kappa}}\right)
\end{aligned}
\tag{3.54}
$$

das Gleichungssystem (3.52) genau dann, wenn der Terminmarkt durch Backwardation oder Contango gekennzeichnet ist. Schätzen die Manager die erwartete Finanzanlagenrendite gleich dem Terminkurs ein (unverzerrter Terminmarkt), lässt sich nachweisen, dass kein stationärer Punkt existiert. Dazu ist die erste Gleichung von (3.52) mit $(\mathrm{Ind}(A^*_{T,S} - H^*_{T,S}) - \mathrm{Ind}(H^*_{T,S} - A^*_{T,S}))$ zu multiplizieren und zu der dritten Gleichung zu addieren. Die entstehende Gleichung ist für $A^*_{T,S} \neq H^*_{T,S}$ nicht lösbar, so dass die optimale Geschäfts- und Risikopolitik der in (3.53) angegebenen entspricht.

An den Lösungen (3.53) und (3.54) ist zu erkennen, dass Banken ihre Risiken vollständig absichern, wenn sie von einem unverzerrten Terminmarkt ausgehen, während sie sich bei einer positiven (negativen) Risikoprämie für eine Unterabsicherung (Überabsicherung) des Marktrisikos entscheiden. Da die Regulierungsvorschrift einen Zusammenhang zwischen der Investitions- und der Absicherungspolitik herstellt, hängt die Investitionspolitik ebenfalls von der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Bei einer Risikoprämie von null wird das Kredit- und Finanzanlagengeschäft nur durch Markt- und Kostengrößen sowie dem Eigenkapital und dem Unterlegungssatz beeinflusst. Weicht die Risikoprämie von null ab, spielen zusätzlich auch die Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung sowie die absolute Risikoaversion des Bankeigentümers eine Rolle. Änderungen der Fixkosten haben bei konstanter absoluter Risikoaversion keinen Einfluss auf die optimalen Entscheidungen der Bank. Für Änderungen der absoluten Risikoaversion oder der Varianz der Finanzanlagenrendite gilt selbiges nur dann, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist.

3.2.2 Eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung

Kreditinstitute haben die Wahl, ob sie Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzen. Bei der Verwendung von Standardverfahren sind die Adressenausfallrisiken und die Marktpreisrisiken prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen. Die Berechnungsgrundlage für die Anrechnungsbeträge bilden Nettopositionen, die sich durch eine Saldierung von Ansprüchen und Verpflichtungen gegenläufiger Positionen in gleichen Wertpapieren ergeben. Eigene Risikomodelle sehen demgegenüber alternative Berechnungsmethoden vor, die auf dem Value-at-Risk basieren. Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich mit Kreditinstituten, die eigene Risikomodelle zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften heranziehen. Die Institute verfügen über keine ausreichende Eigenmittelausstattung, so dass es zu Einschränkungen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik kommt.

Der weitere Ablauf gliedert sich wie folgt: Nachdem die Solvenzbedingung um die Absicherungsmaßnahmen ergänzt wurde und eine Neuformulierung des Entscheidungsproblems stattgefunden hat, erörtert Abschnitt 3.2.2.2 die optimale Geschäfts- und Risikopolitik und vergleicht diese mit den optimalen Entscheidungen einer Bank ohne Terminmarktzugang. Im Anschluss wird im Rahmen komparativ-statischer Analysen überprüft, wie sensitiv die Bankpolitik auf marginale Änderungen der absoluten Risikoaversion, der Fixkosten, der Varianz der Finanzanlagenrendite und der Insolvenzwahrscheinlichkeit reagiert. Der abschließende Abschnitt 3.2.2.5 komplettiert die Analyse, indem das im zweiten Kapitel begonnene Beispiel fortgeführt wird.

3.2.2.1 Modell

Eigene Risikomodelle sind gesetzlich nicht in allen Einzelheiten festgelegt, sondern müssen von der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht auf ihre Eignung hin überprüft werden. Nach den Grundsätzen I und II über das Eigenkapital und die Liquidität von Kreditinstituten sind sie als geeignet anzusehen, wenn sie für eine Begrenzung der Insolvenzwahrscheinlichkeit sorgen.[60] Ausgehend von Kreditinstituten, die sich im Besitz unbeschränkt haftender Gesellschafter befinden, einen Planungshorizont von einer Periode besitzen und den Tatbestand der drohenden Zahlungsunfähigkeit nicht erfüllen, tritt Insolvenz genau dann ein, wenn der Eigentümer zahlungsunfähig ist. Um die Wahrscheinlichkeit für Zahlungsunfähigkeit auf ein vorgegebenes Niveau α zu limitieren, ist sicherzustellen, dass das Vermögen des Bankgründers im Zeitpunkt $t = 1$ höchstens mit einer Wahrscheinlichkeit von α negativ wird, d. h.

$$P\left(\tilde{W} < 0\right) \leq \alpha\,. \tag{3.55}$$

Eigene Risikomodelle, die von diesem Ansatzpunkt ausgehen, genügen den gesetzlichen Anforderungen und können die Standardverfahren teilweise oder vollständig ersetzen.

Im weiteren Verlauf stehen Kreditinstitute im Mittelpunkt, die Einlagen im Umfang von $D_{T,E}$ aufnehmen, Kredite im Umfang von $L_{T,E}$ vergeben, Finanzanlagen im Umfang von $A_{T,E}$ kaufen und am kompetitiven Terminmarkt Absicherungsgeschäfte im Umfang von $H_{T,E}$ tätigen.[61] Sie sind verpflichtet, Regulierungsvorschriften einzuhalten und haben sich für die Verwendung eigener Risikomodelle entschieden.[62] Bei der Planung ihrer Geschäfts- und Risikopolitik müssen sie die Solvenzbedingung (3.55) berücksichtigen. Das Endvermögen des Bankeigentümers gestaltet sich wie folgt:

$$\begin{aligned}\tilde{W} = {} & L_{T,E}\,(r_L - r_D) + A_{T,E}\,(\tilde{r}_A - r_D) + \overline{K}\,r_D \\ & - C_L(L_{T,E}) - C_D(L_{T,E} + A_{T,E} - \overline{K}) - C_F + H_{T,E}\,(r_f - \tilde{r}_A) + I\,.\end{aligned} \tag{3.56}$$

[60] Vgl. § 3 GS I und die Ausführungen in Abschnitt 2.2.2.1.

[61] Die Indizes „T“ und „E“ kennzeichnen die Geschäfts- und Risikopolitik von Banken, die Terminmärkte zur Risikosteuerung und eigene Risikomodelle zur Eigenmittelunterlegung einsetzen.

[62] Eine detailliertere Beschreibung des Modells ist in den Abschnitten 2.1 und 3.1 zu finden.

Es ergibt sich durch die allgemeine Definition (3.1), in die das nach der Bilanzgleichung (2.1) umgeformte Einlagenvolumen eingesetzt wurde.

Eine grundlegende Annahme der nachfolgenden Untersuchungen ist, dass die Einführung von Regulierungsvorschriften zu Einschränkungen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik führt. Ohne gesetzliche Reglementierungen würden sich die Bankmanager für eine Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Hedgingpolitik entscheiden, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit größer als α hätte. Eine positive Insolvenzwahrscheinlichkeit ist aber nur dann optimal, wenn die erwartete Finanzanlagenrendite von dem Terminkurs abweicht.[63] Auf unverzerrten Terminmärkten sichern die Manager das Marktrisiko vollständig ab, und das Endvermögen des Eigentümers ist deterministisch. Die Insolvenzwahrscheinlichkeit beträgt null, und die optimale Geschäfts- und Risikopolitik stimmt mit der in Abschnitt 3.1.2 festgelegten überein. Aus diesem Grund werden im weiteren Verlauf ausschließlich verzerrte Terminmärkte analysiert.

Eine zu hohe Insolvenzwahrscheinlichkeit zwingt regulierte Kreditinstitute, Änderungen ihrer Geschäfts- und Risikopolitik vorzunehmen. Je umfangreicher die Anpassungen sind, desto geringer ist der erwartete Nutzen des Bernoulli-rationalen, risikoaversen Eigentümers. Um eine möglichst geringe Erwartungsnutzeneinbuße zu realisieren, nehmen die Bankmanager möglichst geringfügige Änderungen vor. Die optimale Geschäfts- und Risikopolitik liegt auf dem Rand des zulässigen Bereichs und besitzt eine Insolvenzwahrscheinlichkeit von exakt α. Unter der Annahme, dass die Finanzanlagenrendite normalverteilt ist und die Manager den Erwartungswert auf μ_{r_A} und die Standardabweichung auf σ_{r_A} schätzen, lässt sich die Solvenzbedingung umformen zu:[64]

$$\begin{aligned} &L_{T,E}\,(r_L - r_D) + A_{T,E}\,(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A}) + \overline{K}\,r_D - C_L(L_{T,E}) \\ &\quad - C_D(L_{T,E} + A_{T,E} - \overline{K}) - C_F + H_{T,E}\,(r_f - \mu_{r_A} - u_\alpha\,\sigma_{r_A}) + I = 0\,. \end{aligned} \tag{3.57}$$

Dabei bezeichnet u_α das α-Quantil der Standardnormalverteilung.

Der Eigentümer präferiert die Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Absicherungspolitik, die den erwarteten Nutzen seines Endvermögens (3.56) unter Berücksichtigung der Regulierungsbedingung (3.57) maximiert. Die Manager lösen das Optimierungsproblem, indem sie das Lagrangeverfahren anwenden. Mit dem Lagrangemultiplikator

[63] Dies ist das Ergebnis von Satz 25.

[64] Die Umformung basiert auf einer Transformation der normalverteilten Zufallsvariable $\tilde{W}$ in eine standardnormalverteilte Zufallsvariable $(\tilde{W} - \mu)/\sigma$, wobei μ und σ den Erwartungswert bzw. die Standardabweichung des Endvermögens bezeichnen.

$\lambda_{T,E}$ lautet die über $L_{T,E}$, $A_{T,E}$, $H_{T,E}$ und $\lambda_{T,E}$ zu maximierende Lagrangefunktion:

$$\begin{aligned}
&\mathcal{L}\left(L_{T,E}, A_{T,E}, H_{T,E}, \lambda_{T,E}\right) = \\
&\qquad E\left[U(\tilde{W})\right] + \lambda_{T,E}\Big(L_{T,E}\left(r_L - r_D\right) + A_{T,E}\left(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A}\right) + \overline{K}\,r_D \\
&\qquad - C_L\left(L_{T,E}\right) - C_D\left(L_{T,E} + A_{T,E} - \overline{K}\right) - C_F + H_{T,E}\left(r_f - \mu_{r_A} - u_\alpha\,\sigma_{r_A}\right) + I\Big)\,.
\end{aligned} \tag{3.58}$$

Falls die Bank Randlösungen nicht in Betracht zieht und Einlagen aufnimmt, Kredite vergibt und in Finanzanlagen investiert, müssen die partiellen Ableitungen der Lagrangefunktion im Optimum den Wert null annehmen. Neben der Solvenzbedingung (3.57) entsteht das Gleichungssystem:

$$\begin{aligned}
&E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(r_L - r_D - C_L'\left(L^*_{T,E}\right) - C_D'\left(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K}\right)\right)\right] \\
&\qquad\qquad + \lambda^*_{T,E}\Big(r_L - r_D - C_L'\left(L^*_{T,E}\right) - C_D'\left(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K}\right)\Big) = 0\,, && (3.59)\\
&E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(\tilde{r}_A - r_D - C_D'\left(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K}\right)\right)\right] \\
&\qquad\qquad + \lambda^*_{T,E}\Big(\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A} - C_D'\left(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K}\right)\Big) = 0\,, && (3.60)\\
&E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(r_f - \tilde{r}_A\right)\right] + \lambda^*_{T,E}\Big(r_f - \mu_{r_A} - u_\alpha\,\sigma_{r_A}\Big) = 0\,. && (3.61)
\end{aligned}$$

Die Lösung von (3.57), (3.59), (3.60) und (3.61) ist der einzige Anwärter für ein eindeutiges, globales Erwartungsnutzenmaximum. Das Extremum ist ein Maximum, da die Zielfunktion konkav verläuft und die Entscheidungsvariablen in einer konvexen Menge liegen.

3.2.2.2 Optimale Geschäfts- und Risikopolitik

Terminmärkte bieten Kreditinstituten mit ausreichender Eigenmittelausstattung die Möglichkeit, ihre bilanziellen Geschäfte von den Präferenzen des Eigentümers und der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite zu separieren. Es gelten einfache Entscheidungsregeln, anhand derer die optimale Investitions- und Finanzierungspolitik bestimmt werden kann. Für Kreditinstitute mit geringer Eigenmittelausstattung, die Standardverfahren zur Berechnung ihrer Gesamtrisikoposition einsetzen, gelten diese Aussagen nur noch in Bezug auf das Einlagengeschäft. Das Kredit- und das Finanzanlagengeschäft hängen von den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung ab, da die Regulierungsvorschrift eine Beziehung zwischen der Investitions- und der Absicherungspolitik herstellt.

Folgt man der Argumentation aus den vorherigen Abschnitten, scheint Separation im Fall von Kreditinstituten, die eigene Risikomodelle nutzen, eher unwahrscheinlich zu sein. Denn es besteht ebenfalls ein Zusammenhang zwischen den bilanziellen und außerbilanziellen Geschäften, der gegen die Separierbarkeit spricht. Dieser Zusammenhang wird durch die Solvenzbedingung erzeugt und verbindet die Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungspolitik miteinander. Entgegen der Vermutung zeigt der nächste Satz, dass sich Separation auch bei Existenz von Regulierungsvorschriften nachweisen lässt. Dabei wird vereinfachend von Datenkonstellationen abgesehen, in denen der Lagrangemultiplikator $\lambda^*_{T,E}$ dem negativen erwarteten Grenznutzen $-E[U'(\tilde{W}^*)]$ entspricht.[65]

SATZ 36 *Die optimale Geschäftspolitik einer Universalbank, die Zugang zu kompetitiven Forward-Märkten hat und eigene Risikomodelle einsetzt, um den aufsichtsrechtlichen Pflichten Folge zu leisten, hängt ausschließlich von Marktzinssätzen, Kostengrößen und dem Eigenkapital der Bank ab. Die Kredit- und Einlagenpolitik erfüllt die Bedingungen:*

$$\begin{aligned} r_L - r_f &= C'_L(L^*_{T,E}) \,, \\ r_f - r_D &= C'_D(D^*_{T,E}) \,. \end{aligned} \tag{3.62}$$

BEWEIS: Eine Addition der Gleichungen (3.60) und (3.61) liefert die untere Gleichung in (3.62), da $\lambda^*_{T,E} \neq -E[U'(\tilde{W}^*)]$ ist. Aus demselben Grund muss nach (3.59) $r_L - r_D = C'_L(L^*_{T,E}) + C'_D(D^*_{T,E})$ gelten. Setzt man die Gleichung für das Einlagenvolumen ein, ergibt sich die obere Gleichung von (3.62). Mit der Bilanzgleichung folgen die Behauptungen für $A^*_{T,E}$. □

Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle zur Steuerung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit verwenden, legen die optimale Geschäftspolitik ungeachtet der Präferenzen, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, der Fixkosten, dem Anfangsvermögen des Bankeigentümers und der geforderten Insolvenzwahrscheinlichkeit fest. Allein die Möglichkeit, sämtliche Risiken vollständig ausschalten zu können, reicht aus, um Separation zu erzeugen. Die Existenz von Nebenbedingungen wie Regulierungsvorschriften ist demnach noch kein Indiz dafür, dass die Präferenzen und die Wahrscheinlichkeitsverteilung mit in die Entscheidungsfindung eingehen. Es kommt vielmehr auf die Gestalt der Nebenbedingung an, ob das Separationstheorem seine Gültigkeit behält.

[65] Dieselbe Annahme wurde bereits in Abschnitt 2.2.2 unterstellt. Sie dient der Vereinfachung der nachfolgenden Analysen, da auf aufwändige Fallunterscheidungen verzichtet werden kann. Der Fall $\lambda^*_{T,E} = -E[U'(\tilde{W}^*)]$ ist ansonsten isoliert zu untersuchen. Vgl. in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen auf S. 104.

Wenn Separation vorliegt, vereinfacht sich das Entscheidungsproblem der Kreditinstitute in mehrfacher Hinsicht. Zum einen sind weniger und nur leicht beobacht- bzw. beschaffbare Daten zu besorgen. Zum anderen können die Entscheidungen delegiert und sequentiell getroffen werden. Dies sind die Argumente, die in Abschnitt 3.1.2 ausführlich diskutiert wurden. Darüber hinaus gibt es drei weitere Gründe, die die besondere Bedeutung von Terminmärkten zur Risikogestaltung aufzeigen. Sie werden im Anschluss näher erläutert und beruhen auf Vergleichen der optimalen Geschäftsvolumina. Als Vergleichsbasis dienen Banken ohne Regulierungsvorschriften, Banken ohne Terminmarktzugang und Banken ohne Risiko.

Sofern kompetitive Terminmärkte zur Verfügung stehen, entscheiden sich Kreditinstitute, die reguliert werden und eigene Risikomodelle nutzen, für die gleiche Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik wie nicht regulierte Kreditinstitute, die in allen anderen Ausstattungsmerkmalen identisch sind. Die Kredit- und Einlagenvolumina stimmen überein, $L^*_{T,E} = L^*_T$ und $D^*_{T,E} = D^*_T$, da beide Institute die gleichen Entscheidungsregeln, (3.62) und (3.5), zur Entscheidungsfindung heranziehen. Nach der Bilanzgleichung müssen die Finanzanlagenvolumina dann ebenfalls identisch sein, $A^*_{T,E} = A^*_T$. Falls die Möglichkeit der vertraglichen Risikoabwälzung besteht, beeinflussen Regulierungsvorschriften die optimale Geschäftspolitik nicht.[66] Sämtliche Einschränkungen der optimalen Bankpolitik, die regulierte Kreditinstitute vornehmen müssen, um den gesetzlichen Vorschriften zu genügen, finden ausschließlich im Derivategeschäft statt.

Terminmärkte sorgen darüber hinaus für eine Ausweitung des Finanzanlagen- und Einlagengeschäfts und eine Reduzierung des Kreditgeschäfts. Beginnend mit dem Einlagengeschäft nehmen Banken, die Regulierungsvorschriften einhalten müssen und über keine Terminkontrakte verfügen, weniger Einlagen auf als identische Banken, die nicht reguliert werden ($D^*_E < D^*$).[67] Ohne Unterlegungsvorschriften hat die Einführung eines Terminmarktes eine Erhöhung des Einlagenvolumens zur Folge ($D^* < D^*_T$).[68] Da die gesetzlichen Vorschriften bei Existenz von Terminmärkten keinen Einfluss auf die optimale Geschäftspolitik ausüben ($D^*_T = D^*_{T,E}$), folgt $D^*_E < D^*_{T,E}$.[69] Ein höheres Einlagenvolumen impliziert ein geringeres Kreditvolumen, $L^*_E > L^*_{T,E}$, da die notwendige Bedingung (2.8) erfüllt sein muss, wie sich durch eine Addition der beiden Gleichungen in (3.62) ergibt. Kreditinstitute nehmen Änderungen ihrer optimalen Geschäftspolitik

[66] Wenn keine Finanzderivate existieren, hängt die optimale Geschäftspolitik von der geforderten Insolvenzwahrscheinlichkeit ab, vgl. Satz 19.

[67] Dieses Ergebnis wurde im Anschluss an Satz 19 gezeigt.

[68] Vgl. Satz 24.

[69] Diese Aussage gilt wegen (3.62) und (3.5).

demnach immer auf der Aktiv- und der Passivseite der Bilanz vor. Die Änderungen des Kredit- und Einlagenvolumens führen zu einem verstärkten Kauf von Finanzanlagen im Investmentgeschäft, d. h. $A^*_E < A^*_{T,E}$. Zusammengenommen steigt das an der Summe der Einzelgeschäfte gemessene Gesamt-Geschäftsvolumen der Bank,

$$L^*_E + A^*_E + D^*_E = \overline{K} + 2\,D^*_E < \overline{K} + 2\,D^*_{T,E} = L^*_{T,E} + A^*_{T,E} + D^*_{T,E}\,, \tag{3.63}$$

wenn Finanzderivate zugänglich sind.

Neben der Irrelevanz von Regulierungsvorschriften und der Ausweitung des Geschäftsvolumens gibt es einen dritten Grund, der für die Handelbarkeit von Risiken spricht. Stehen kompetitive Terminmärkte zur Verfügung, vereinfacht sich der Entscheidungsfindungsprozess, denn trotz Regulierungsvorschriften und bestehender Unsicherheit können Kreditinstitute ihre Entscheidungen wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit treffen. Unter Sicherheit gehen weder Regulierungsvorschriften noch Hedgingmaßnahmen in das Entscheidungsproblem mit ein, da die Insolvenzwahrscheinlichkeit per Definition null ist und Finanzierungsgeschäfte den Marktwert des Unternehmens nicht erhöhen. Das sichere Endvermögen des Eigentümers beläuft sich auf

$$W = L_C\,(r_L - r_C) - D_C\,(r_D - r_C) + \overline{K}\,r_C - C_L(L_C) - C_D(D_C) - C_F + I\,. \tag{3.64}$$

Wenn die Entscheidungsträger den Terminkurs der Finanzanlagen als deterministische Finanzanlagenrendite ansetzen, stimmen die Bedingungen erster Ordnung überein, und es ergibt sich $L^*_C = L^*_{T,E}$, $A^*_C = A^*_{T,E}$ und $D^*_C = D^*_{T,E}$. Die Nutzen-maximierende Geschäftspolitik unter Sicherheit entspricht in diesem Fall der Erwartungsnutzen-maximierenden Geschäftspolitik unter Unsicherheit.

Eine bislang fast unbeachtete Eigenschaft der optimalen Geschäftspolitik ist, dass der Umfang des Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagengeschäfts unabhängig von der Insolvenzwahrscheinlichkeit ist. Bei feststehender Geschäftspolitik erfolgt die Steuerung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens einzig und allein über die Wahl der Risikopolitik. Diejenige Absicherungspolitik ist optimal, die für eine Insolvenzwahrscheinlichkeit von α sorgt, wobei α die aus gesetzlicher Perspektive gerade noch zulässige Insolvenzwahrscheinlichkeit ist.

Satz 37 *Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle zur Eigenmittelunterlegung verwenden und Terminfixgeschäfte zur Gestaltung von Marktrisiko nutzen, wählen ihr optimales Hedgingvolumen gemäß der Formel:*

$$H^*_{T,E} = \left(1 + \frac{C'_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K})}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\, \sigma_{r_A}}\right) A^*_{T,E} + \frac{1}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\, \sigma_{r_A}} V^*_{T,E}\,, \tag{3.65}$$

mit $V^*_{T,E} = L^*_{T,E}\,(r_L - r_D) + \overline{K}\, r_D - C_L(L^*_{T,E}) - C_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K}) - C_F + I$. *Underhedging ist optimal, wenn* $V^*_{T,E}$ *größer oder gleich null ist.*

Beweis: Löst man die Regulierungsbedingung (3.57) nach $H^*_{T,E}$ auf und setzt $r_f - r_D = C'_D(D^*_{T,E})$ ein, ergibt sich (3.65). Die Division durch $\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\, \sigma_{r_A}$ ist zulässig, da der Ausdruck bei hinreichend kleinem α negativ ist. Mit $V^*_{T,E} \geq 0$ lässt sich das Hedgingvolumen abschätzen durch

$$\begin{aligned} H^*_{T,E} &= \left(1 + \frac{C'_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K})}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\, \sigma_{r_A}}\right) A^*_{T,E} + \underbrace{\frac{1}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\, \sigma_{r_A}}\, V^*_{T,E}}_{\leq\, 0} \\ &\leq \underbrace{\left(1 + \frac{C'_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K})}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\, \sigma_{r_A}}\right)}_{<\, 1} A^*_{T,E} \;<\; A^*_{T,E}\,, \end{aligned} \tag{3.66}$$

und Underhedging ist optimal. □

Die optimale Risikopolitik hängt von den Marktzinssätzen, der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite, den Kostengrößen, dem Eigenkapital der Bank, dem Anfangsvermögen des Eigentümers, der Insolvenzwahrscheinlichkeit und von der optimalen Geschäftspolitik der Bank ab. Die einzige nicht relevante Größe ist die Nutzenfunktion des Bankeigentümers. Während die Absicherungsmaßnahmen bisher in erster Linie der Risikosteuerung dienten, setzen regulierte Kreditinstitute Forwards ein, um die Regulierungsvorschriften zu erfüllen. Sie verkaufen oder kaufen genau so viele Finanzanlagen per Termin, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit α beträgt. Die Risikoprämie des Terminmarktes beeinflusst zwar die Insolvenzwahrscheinlichkeit und damit das optimale Hedgingvolumen, es ist aber nicht mehr möglich, vom Vorzeichen der Risikoprämie auf das Vorzeichen der Spekulationskomponente zu schließen. So kann bspw. durchaus eine Hedge-Rate kleiner als eins optimal sein, wenn die Risikoprämie des Terminmarktes negativ ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn $V^*_{T,E}$ einen Wert größer gleich null annimmt. Insgesamt besitzt die Risikoprämie hier eine weitaus geringere Bedeutung als in den Modellen zuvor.

3.2.2.3 Änderungen der absoluten Risikoaversion und der Fixkosten

Kreditinstitute, die sich im Besitz von stärker risikoavers verhaltenden Eigentümern befinden, bevorzugen geringere spekulative Positionen als Banken mit weniger risikoaversen Inhabern. Diese Aussage gilt für Kreditinstitute, die nicht reguliert werden, sowie für Unternehmen, die ihre Risiken prozentual mit Eigenkapital unterlegen. Die Verminderung der Spekulationstätigkeit erfolgt über eine Anpassung der Hedge-Rate, die bei Backwardation zu erhöhen und bei Contango zu reduzieren ist. Nicht regulierte Kreditinstitute nehmen dazu ausschließlich Änderungen des Hedgingvolumens vor, wohingegen Standardverfahren nutzende Banken die Geschäfts- und Risikopolitik modifizieren. Ob und wie Kreditinstitute, die Entscheidungen auf der Grundlage eigener Risikomodelle treffen, ihre Entscheidungen revidieren, zeigt der nächste Satz.

Satz 38 *Regulierte Kreditinstitute mit einer Insolvenzwahrscheinlichkeit von α und Zugang zu Terminmärkten ändern bei einem Anstieg der absoluten Risikoaversion des Bankeigentümers ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik nicht.*

Beweis: Die optimale Geschäftspolitik ist nach dem Separationstheorem unabhängig von den Präferenzen, das optimale Hedgingvolumen wegen (3.65). □

Sofern eigene Risikomodelle zum Einsatz kommen, besteht bei einem Anstieg der absoluten Risikoaversion nicht mehr der Wunsch, die spekulative Position zu reduzieren. Denn der Bankeigentümer ist weder bereit, Änderungen der Geschäftspolitik noch Änderungen der Risikopolitik zu akzeptieren. Änderungen der Geschäftspolitik kommen nicht in Frage, da Separation gilt und die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik Präferenz-unabhängig ist. Die einzigen bilanzpolitisch bedeutsamen Größen sind die Grenzerlöse, die Grenzkosten und das Eigenkapital, genau wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit. Bei feststehender Geschäftspolitik ziehen die Bankmanager Änderungen der Absicherungspolitik ebenfalls nicht in Betracht. Jeder Wechsel der Risikopolitik würde zu einer Veränderung der Insolvenzwahrscheinlichkeit führen, die unzulässig oder suboptimal ist. Trotz der geringeren Bereitschaft, Risiken einzugehen, finden keine Veränderungen im bilanziellen und außerbilanziellen Geschäft statt.

Abbildung 3.4 stellt die optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer regulierten Universalbank (durchgezogene Linien) und die optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer in allen Ausstattungsmerkmalen identischen, nicht regulierten Bank (gestrichelte Linien)

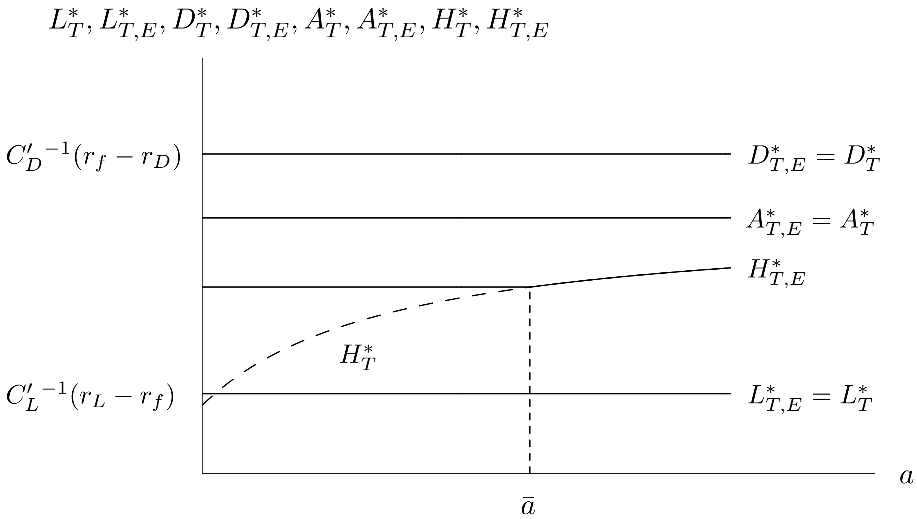

Abbildung 3.4: Optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer Bank bei Einführung einer Solvenzbedingung in Abhängigkeit der absoluten Risikoaversion a

für unterschiedliche Grade der absoluten Risikoaversion a des Eigentümers grafisch dar.[70] Die optimalen Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumina stimmen überein und sind unabhängig von der absoluten Risikoaversion. Beide Kreditinstitute legen ihre operativen Bankgeschäfte anhand derselben Entscheidungsregeln fest, die von den Präferenzen separierbar sind. Unterschiede treten wenn überhaupt nur in der optimalen Absicherungspolitik auf. Unterhalb einer kritischen absoluten Risikoaversion $\bar{a}$ bevorzugen nicht regulierte Kreditinstitute ein geringeres (Backwardation) oder ein höheres (Contango) Hedgingvolumen als regulierte Institute.[71] Sie spekulieren in größerem Umfang und realisieren eine Insolvenzwahrscheinlichkeit größer als α. Diese ist für regulierte Unternehmen unzulässig und führt zu einer Beschränkung der Hedgingpolitik. Bei einem Anstieg des Risikoaversionsgrades reduzieren nicht regulierte Kreditinstitute ihre spekulative Position, und die optimalen Hedgingvolumina H_T^* und $H_{T,E}^*$ nähern sich an. Regulierte Banken sehen keinen Anpassungsbedarf ihrer Entscheidungen, obwohl sich die Risikobereitschaft des Eigentümers verändert. Erst oberhalb von $\bar{a}$, wenn nicht regulierte Banken eine Insolvenzwahrscheinlichkeit kleiner als α präferieren, gehen die Unternehmen bei einem Anstieg der absoluten Risikoaversion weniger spekulative Positionen ein.

[70] Die zu Grunde liegende Datenkonstellation befindet sich im Anhang B auf S. 260.
[71] In Abbildung 3.4 ist nur der Backwardation-Fall eingezeichnet.

Die nächste komparativ-statische Analyse untersucht den Einfluss von Fixkosten. Höhere Fixkosten reduzieren das Endvermögen des Eigentümers in jedem Zustand und sorgen bei abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion für eine Veränderung der Risikobereitschaft. Ein Motiv, Änderungen der Investitions-, Finanzierungs- oder Absicherungspolitik vorzunehmen, besteht dadurch jedoch nicht, da die optimale Bankpolitik unabhängig von der Risikobereitschaft ist. Ein direkter Effekt liegt ebenfalls nicht vor. Fixkosten fallen unabhängig von den Entscheidungen des Managements an, so dass die Vermutung nahe liegt, dass Fixkosten die optimale Geschäfts- und Risikopolitik nicht beeinflussen.

Satz 39 *Kreditinstitute, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit von α besitzen und mit Terminfixgeschäften Marktrisiko handeln, erhöhen ihr optimales Hedgingvolumen, wenn die Fixkosten marginal ansteigen. Die optimale Geschäftspolitik verändern sie nicht.*

Beweis: Die Aussage für die optimale Geschäftspolitik gilt wegen den Optimalitätsbedingungen (3.62) und der Bilanzgleichung (2.1), die unabhängig von den Fixkosten sind. Nach (3.65) folgt für das Terminkontraktvolumen:

$$\frac{d\,H^*_{T,E}}{d\,C_F} = -\frac{1}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A}}\,. \tag{3.67}$$

Bei hinreichend kleinem α ist der Nenner des Bruchs negativ und die Ableitung positiv. □

Höhere Fixkosten wirken weder indirekt über die Risikobereitschaft des Eigentümers noch direkt auf die optimale Geschäfts- und Risikopolitik von Banken. Dennoch kommt es zu Änderungen der Absicherungspolitik, da das Endvermögen des Bankeigentümers sinkt und die Insolvenzwahrscheinlichkeit steigt. Ohne Anpassungen wäre die Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Hedgingpolitik nicht mehr zulässig. Um die Insolvenzwahrscheinlichkeit bis auf α zu reduzieren, ist das Hedgingvolumen zu erhöhen, während die optimale Geschäftspolitik wegen des Separationstheorems unverändert bleibt. Im Gegensatz zu nicht regulierten Banken und im Gegensatz zu Banken, die ihre Risikopositionen prozentual mit Eigenkapital unterlegen, sind die Auswirkungen von Fixkostenänderungen eindeutig und auf Änderungen in der Regulierungsvorschrift zurückzuführen.

3.2.2.4 Änderungen der Varianz der Finanzanlagenrendite und der Insolvenzwahrscheinlichkeit

Die Solvenzbedingung spielt auch in den nächsten beiden Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Varianz der Finanzanlagenrendite und der Insolvenzwahrscheinlichkeit eine bedeutende Rolle. Falls genügend Eigenmittel zur Verfügung stehen, so dass Regulierungsvorschriften zu keiner Einschränkung der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik führen, gehen die Bankmanager unter bestimmten Umständen weniger Risiko ein und reduzieren die offene Marktrisikoposition, wenn sie die Finanzanlagenrendite volatiler einschätzen.[72] Größere Renditeschwankungen induzieren eine höhere Varianz des Endvermögens, die der risikoaverse Eigentümer ohne Ertragskompensation negativ beurteilt. Wie Kreditinstitute mit geringer Eigenmittelausstattung auf einen Anstieg der Varianz reagieren, steht im nächsten Satz im Mittelpunkt der Diskussion. Eine Minderung der spekulativen Position kann allenfalls dann optimal sein, wenn eine Anpassung der Insolvenzwahrscheinlichkeit erforderlich ist und eine Reduzierung der Spekulationskomponente zu einer Erfüllung der gesetzlichen Vorschriften beiträgt.[73]

SATZ 40 *Kreditinstitute mit Terminmarkt-Zugang und einer Insolvenzwahrscheinlichkeit von α verändern bei einem marginalen Anstieg der Varianz der Finanzanlagenrendite ihre optimale Geschäftspolitik nicht. Sie reduzieren ihre offene Marktrisikoposition, falls $V^*_{T,E}$ größer gleich null ist.*

BEWEIS: $L^*_{T,E}$, $A^*_{T,E}$ und $D^*_{T,E}$ hängen nach dem Separationstheorem nicht von σ_{r_A} ab. Unter Berücksichtigung dessen folgt für das optimale Hedgingvolumen gemäß (3.65):

$$\frac{d\,H^*_{T,E}}{d\,\sigma_{r_A}} = -\frac{C'_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K})\,u_\alpha}{(\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A})^2}\,A^*_{T,E} - \frac{u_\alpha}{(\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A})^2}\,V^*_{T,E}\,. \tag{3.68}$$

Die beiden Brüche auf der rechten Seite sind bei $\alpha < 0,5$ negativ. Durch Multiplikation mit $-A^*_{T,E} < 0$ bzw. $-V^*_{T,E} \leq 0$ ist der erste Ausdruck positiv und der zweite Ausdruck nicht-negativ. Insgesamt ergibt sich $d\,H^*_{T,E}/d\,\sigma_{r_A} > 0$. □

Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle einsetzen, verkaufen mehr Finanzanlagen per Termin, wenn die optimale Risikopolitik in einer Unterabsicherung des Marktrisikos

[72] Vgl. Satz 28.

[73] Eine Parametrisierung der Finanzanlagenrendite wie in den Abschnitten 3.1.4 und 3.2.1.4 ist nicht notwendig, da eine normalverteilte Finanzanlagenrendite unterstellt wird, die durch die Parameter μ_{r_A} und σ_{r_A} eindeutig charakterisiert ist.

besteht und die Varianz der Finanzanlagenrendite steigt. Sie reduzieren die offene Marktrisikoposition und spekulieren weniger. Demgegenüber sind Änderungen der Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik nicht optimal. Durch die Möglichkeit, sämtliche Risiken vollständig ausschalten zu können, gilt Separation, und sämtliche Anpassungen finden ausschließlich im Derivategeschäft statt. Die Bankmanager erhöhen das Hedgingvolumen, um die maximal zulässige Insolvenzwahrscheinlichkeit nicht zu überschreiten. Die Insolvenzwahrscheinlichkeit steigt, da Erwartungswert-neutrale Spreizungen der Finanzanlagenrendite für eine Dehnung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens sorgen und die Wahrscheinlichkeit für negative Endvermögen zunimmt. Wie bei Fixkostenänderungen dienen sämtliche Anpassungsmaßnahmen ausschließlich der Einhaltung von Regulierungsvorschriften. Sonstige direkte oder indirekte Effekte existieren nicht.

Die nächste komparativ-statische Analyse zielt auf die geforderte Insolvenzwahrscheinlichkeit ab. Eine Anhebung von α führt zu einem Wechsel in der Geschäfts- oder Risikopolitik, um eine Annäherung an die optimale Bankpolitik ohne Regulierungsvorschriften zu erreichen, die den höchsten erwarteten Nutzen aufweist.

Satz 41 *Wenn der Gesetzgeber die maximal zulässige Insolvenzwahrscheinlichkeit erhöht und Kreditinstitute eigene Risikomodelle zur Steuerung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit einsetzen, ist eine Ausweitung der spekulativen Position optimal. Im Fall von $V^*_{T,E} \geq 0$ ist das optimale Hedgingvolumen bei unveränderter Geschäftspolitik zu reduzieren.*

Beweis: Wegen (3.62) und (2.1) übt α keinen Einfluss auf die optimale Geschäftspolitik aus. Für das optimale Hedgingvolumen gilt nach (3.65):

$$\frac{d\,H^*_{T,E}}{d\,\alpha} = -\frac{C'_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K})\,u'_\alpha\,\sigma_{r_A}}{(\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A})^2}\,A^*_{T,E} - \frac{u'_\alpha\,\sigma_{r_A}}{(\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A})^2}\,V^*_{T,E}\,. \tag{3.69}$$

Die beiden Brüche sind positiv, da $u'_\alpha > 0$ ist. Bei $V^*_{T,E} \geq 0$ folgt $d\,H^*_{T,E}/d\,\alpha < 0$. □

Eine Lockerung der Regulierungsvorschriften durch eine höhere zulässige Insolvenzwahrscheinlichkeit führt nicht notwendigerweise zu einer Ausweitung der optimalen Geschäftspolitik. Stehen Terminfixgeschäfte zur Verfügung, um Marktrisiko abzusichern, wird die optimale Aktiv- und Passivpolitik wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit nur durch Markt- und Kostengrößen bestimmt. Die Insolvenzwahrscheinlichkeit geht nicht mit in die Entscheidungsfindung ein, und die Bankmanager halten an der originären Geschäftspolitik fest. Änderungen treten jedoch im Absicherungsverhalten auf. Das Hedgingvolumen ist bei einer Unterabsicherung des Marktrisikos zu reduzieren, um die Insolvenzwahrscheinlichkeit zu erhöhen, bis sie die vom Gesetzgeber vorgegebene Grenze erreicht hat. Ohne Änderungen läge die Geschäfts- und Risikopolitik nicht mehr auf dem Rand des zulässigen Bereichs, und es sind Verbesserungen im Sinne von Erwartungsnutzensteigerungen möglich.

Abschließend werden die Ergebnisse dieses Abschnitts noch einmal zusammengefasst und um die noch fehlenden komparativ-statischen Analysen ergänzt. Kreditinstitute haben die Möglichkeit, eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung zu verwenden. Sofern der Gesetzgeber die Eignung der Modelle vorher geprüft hat, können sie die Standardverfahren in einzelnen Teilbereichen oder vollständig ersetzen. Eigene Risikomodelle sind als geeignet anzusehen, wenn sie die Insolvenzwahrscheinlichkeit des Unternehmens begrenzen. Für Institute, die eigene Risikomodelle einsetzen, über nicht ausreichend Eigenmittel verfügen und Zugang zu kompetitiven Terminmärkten besitzen, gilt: Die optimale Geschäftspolitik hängt weder von den Präferenzen noch von der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite ab. Es existieren einfache Entscheidungsregeln, anhand derer die Bilanzpolitik festgelegt werden kann. Wie in einer Entscheidungssituation unter Sicherheit gehen ausschließlich Marktzinssätze, Grenzkosten und das Eigenkapital mit ein. Ein Unterschied zur Geschäftspolitik nicht regulierter Banken besteht nicht, und im Vergleich zu Banken ohne Terminmarktzugang ist eine höhere Einlagenaufnahme, eine geringere Kreditvergabe und eine verstärkte Investitionstätigkeit am Kapitalmarkt optimal. Die Risikopolitik dient in erster Linie der Einhaltung von Regulierungsvorschriften. Es werden genau so viele Finanzanlagen per Termin verkauft, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit α beträgt. Die Risikoprämie des Terminmarktes beeinflusst zwar die Absicherungspolitik, von ihrem Vorzeichen lässt sich aber nicht mehr auf das Vorzeichen der Spekulationsposition schließen. Steigt die Insolvenzwahrscheinlichkeit durch die Zunahme eines exogenen Parameters wie bspw. der Fixkosten oder der Standardabweichung der Finanzanlagenrendite marginal an, muss die Bank ihre offene Marktrisikoposition reduzieren, um die Wirkung des exogenen Parameters zu kompensieren.

Tabelle 3.3 gibt die Ergebnisse der komparativ-statischen Analysen hinsichtlich der variablen Kosten des Kreditgeschäfts, des Kreditzinssatzes, des Erwartungswertes der Finanzanlagenrendite, des Eigenkapitals und des Terminkurses der Finanzanlagen an. Dabei kennzeichnet θ den zu der Parametrisierung $C_L^n(L_{T,E}) = \theta\, C_L(L_{T,E})$ gehörenden

Sensitivitätsparameter. Die Ergebnisse sind größtenteils eindeutig, da Veränderungen der Risikobereitschaft keine Auswirkungen auf die optimale Geschäfts- und Risikopolitik haben. Ein marginaler Anstieg des Kreditzinssatzes führt bspw. zu einer Ausweitung des Kreditvolumens und einer Reduzierung des Finanzanlagenvolumens. Die Einlagenpolitik bleibt unverändert, und das optimale Hedgingvolumen ist zu reduzieren.

Marginale Zunahme von	θ	r_L	μ_{r_A}	$\overline{K}$	r_f
$L^*_{T,E}$	$\downarrow$	$\uparrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$
$A^*_{T,E}$	$\uparrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
$D^*_{T,E}$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$
$H^*_{T,E}$	$\uparrow$	$\downarrow$	$V^*_{T,E} \geq 0 : \downarrow$	$\uparrow$	$V^*_{T,E} \geq 0 : \uparrow$

Tabelle 3.3: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Marktrisiko bei Verwendung eigener Risikomodelle und Zugang zu Terminmärkten

3.2.2.5 Beispiel

In den bisherigen Untersuchungen wurden weder die Präferenzen noch die Kostenfunktionen näher spezifiziert, um möglichst allgemein gültige Aussagen über das optimale Verhalten regulierter Banken mit Zugang zu Terminmärkten abzuleiten. Um die optimale Geschäfts- und Risikopolitik quantifizieren zu können und in geschlossener Form anzugeben, sind weitere Annahmen notwendig. In diesem Abschnitt wird unterstellt, dass der Bankeigentümer Präferenzen der Form $U(W) = -e^{-aW}$ mit $a > 0$ hat. Die variablen Kredit- und Einlagenkosten belaufen sich auf $C_L(L_{T,E}) = \theta\, L^2_{T,E}/2$ und $C_D(D_{T,E}) = D^2_{T,E}/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$. Die Manager gehen von einer normalverteilten Finanzanlagenrendite aus, deren Erwartungswert und Varianz sie auf μ_{r_A} bzw. $\sigma^2_{r_A}$ schätzen. Dann ist das Endvermögen des Eigentümers ebenfalls normalverteilt, und der Erwartungswert μ und die Varianz σ^2 betragen:

$$\begin{aligned}\mu &= L_{T,E}\,(r_L - r_D) + A_{T,E}\left(\mu_{r_A} - r_D\right) + \overline{K}\, r_D \\ &\qquad - \theta\,\frac{L^2_{T,E}}{2} - \frac{(L_{T,E} + A_{T,E} - \overline{K})^2}{2} - C_F + H_{T,E}\left(r_f - \mu_{r_A}\right) + I\,, \qquad (3.70)\\ \sigma^2 &= \left(A_{T,E} - H_{T,E}\right)^2\,\sigma^2_{r_A}\,.\end{aligned}$$

Unter diesen Annahmen präferiert der Bernoulli-rationale Bankeigentümer diejenige Geschäfts- und Risikopolitik, die das folgende Optimierungsproblem löst:

$$\max_{L_{T,E}\geq 0, A_{T,E}\geq 0, H_{T,E}} \quad \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2\,, \tag{3.71}$$

unter der Nebenbedingung (3.57). Nachdem die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Absicherungspolitik feststeht, ergibt sich die optimale Einlagenpolitik durch die Bilanzgleichung.

Falls die Randlösungen $L^*_{T,E} = 0$, $A^*_{T,E} = 0$ und $D^*_{T,E} = 0$ nicht in Frage kommen und die Bank positives Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenvolumen generiert, müssen die partiellen Ableitungen der Lagrangefunktion, die sich aus der Präferenzfunktion zuzüglich der mit dem Lagrangemultiplikator $\lambda_{T,E}$ multiplizierten Solvenzbedingung ergibt, null sein. Das resultierende Gleichungssystem gibt in Verbindung mit der Bilanzgleichung die optimale Geschäfts- und Risikopolitik an. Unter der Prämisse $\lambda^*_{T,E} \neq -1$ lässt sich durch Äquivalenzumformungen folgende Bankpolitik berechnen:[74]

$$\begin{aligned} L^*_{T,E} &= \frac{r_L - r_f}{\theta}\,,\\ A^*_{T,E} &= \overline{K} + r_f - r_D - \frac{r_L - r_f}{\theta}\,,\\ D^*_{T,E} &= r_f - r_D \end{aligned} \tag{3.72}$$

und

$$H^*_{T,E} = \frac{\mu_{r_A} - r_D + u_\alpha\,\sigma_{r_A}}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A}}\,A^*_{T,E} + \frac{1}{\mu_{r_A} - r_f + u_\alpha\,\sigma_{r_A}}\,V^*_{T,E}\,.$$

Die Konstante $V^*_{T,E}$ ist dabei wie in Satz 37 definiert.

Wenn Terminmärkte existieren, legen die Bankmanager die optimale Geschäftspolitik nur anhand von Marktzinssätzen, der Grenzkosten des Kredit- und Einlagengeschäfts und des Eigenkapitals der Bank fest. Es gilt das Separationstheorem. Aktiv-, Passiv- und Absicherungsentscheidungen können getrennt voneinander getroffen werden, obwohl Regulierungsvorschriften existieren, die eine Beziehung zwischen den bilanziellen und außerbilanziellen Geschäften herstellen. Die optimale Geschäftspolitik stimmt vom Umfang her mit der optimalen Geschäftspolitik einer in allen Ausstattungsmerkmalen

[74] Von $\lambda^*_{T,E} = -1$ wird abgesehen, um keine Fallunterscheidungen durchführen zu müssen. Dieser Fall ist isoliert zu untersuchen, da sich die Bedingungen erster Ordnung verändern.

identischen, nicht regulierten Universalbank überein. Dies zeigt ein Vergleich mit der Bankpolitik in (3.18). Die optimale Forward-Position ist bis auf die absolute Risikoaversion von sämtlichen Modellparametern abhängig. Sie dient der Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften, indem die Insolvenzwahrscheinlichkeit auf das Niveau α fixiert wird. Zwischen der Risikoprämie des Terminmarktes und dem Vorzeichen der Spekulationsposition besteht kein unmittelbarer Zusammenhang mehr. Ob das Hedgingvolumen größer, kleiner oder gleich dem optimalen Finanzanlagenvolumen ist, hängt maßgeblich von $V^*_{T,E}$ ab. Bei $V^*_{T,E} \geq 0$ ist Underhedging optimal, denn wegen $r_f - r_D = D^*_{T,E} > 0$ liegt der Bruch, der mit $A^*_{T,E}$ multipliziert wird, wertmäßig zwischen null und eins. Falls $V^*_{T,E} < 0$ gilt, kann das optimale Absicherungsverhalten in einer vollständigen oder teilweisen Absicherung des Marktrisikos oder in einer Überabsicherung bestehen, je nachdem, wie hoch $V^*_{T,E}$ im Einzelnen ist.

Kapitel 4

Gestaltung von Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften

Kreditinstitute müssen neben dem Marktrisiko noch zahlreiche weitere Risiken tragen. Dazu gehören vor allem Zins-, Kredit- und Liquiditätsrisiken. In diesem Kapitel stehen Kreditinstitute im Mittelpunkt, die Markt- und Zinsrisiken ausgesetzt sind. Das Zinsrisiko beruht auf unterschiedlichen Fristigkeitsstrukturen der Investitions- und Finanzierungsprojekte.[1] Es tritt in Form eines Reinvestitions- oder Refinanzierungsrisikos auf und ist besonders gravierend, wenn Einlagen mit kurzer Laufzeit bzw. Kündigungsfrist zur Finanzierung langfristig laufender Kredite verwendet werden.[2] Beide Risiken sind nicht unabhängig voneinander, sondern in einer bestimmten, stochastischen Art und Weise miteinander verknüpft. Während die Manager das Marktrisiko am kompetitiven Terminmarkt handeln können, besteht beim Zinsrisiko nicht die Möglichkeit einer vertraglichen Risikoabwälzung.

Abschnitt 4.1 untersucht die optimale Geschäfts- und Risikopolitik von Kreditinstituten mit ausreichender Eigenmittelausstattung, die gesetzlich nicht zur Einschränkung ihrer bilanziellen oder außerbilanziellen Geschäfte verpflichtet sind. Nachdem das Refinanzierungsrisiko in das Bankenmodell integriert wurde, findet in Abschnitt 4.1.2 eine Charakterisierung der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik statt. Anschließend werden die Ergebnisse mit denen von Banken verglichen, die keinem Zinsrisiko ausgesetzt sind. Die Abschnitte 4.1.3 und 4.1.4 widmen sich weiteren komparativ-statischen Analysen. Zunächst werden die Auswirkungen marginaler Änderungen der Nutzenfunktion

[1] Vgl. Saunders (2000), S. 103 ff.
[2] Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 603 ff.

und der Fixkosten analysiert, gefolgt von marginalen Änderungen des Erwartungswertes und der Varianz des Einlagenzinssatzes. Das abschließende Beispiel verdeutlicht die Ergebnisse für Banken mit einer vorgegebenen Präferenzstruktur.

Abschnitt 4.2 befasst sich mit Kreditinstituten, die nicht genügend Eigenmittel besitzen, um ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik ohne Regulierungsvorschriften durchführen zu können. Unter der Annahme, dass Eigenmittel kurzfristig nicht beschaffbar sind, haben die gesetzlichen Vorschriften eine Einschränkung der Unternehmenspolitik der Bank zur Folge. Wie die Manager Einschränkungen vornehmen, hängt von dem Verfahren ab, das sie zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzen. In Abschnitt 4.2.1 setzen sie Standardverfahren, in Abschnitt 4.2.2 eigene Risikomodelle ein, um die Insolvenzwahrscheinlichkeit zu steuern.

4.1 Bankmodell ohne Regulierungsvorschriften

4.1.1 Modell

Banken haben die Aufgabe, die Vorstellungen von Kapitalgebern und Kapitalnehmern hinsichtlich der zu handelnden Beträge, der unterschiedlichen Zeiträume und der in den Finanzkontrakten enthaltenen Risiken durch Ausgleich von Kapitalangebot und Kapitalnachfrage in Übereinstimmung zu bringen.[3] Diese Aufgaben werden mit den Begriffen Losgrößen-, Fristen- und Risikotransformation umschrieben. Während die Universalbanken in den bisherigen Untersuchungen ausschließlich Losgrößen- und Risikotransformation leisten, da sämtliche Kredit- und Einlagenverträge über die gleiche Laufzeit verfügen, wenden sich die nachfolgenden Untersuchungen allen drei Aufgaben zu. Abweichend zu den Modellen aus den Kapiteln 2 und 3 wird unterstellt, dass die Geldanlage- und Mittelaufnahmehorizonte der Bankkunden unterschiedlich lang sind. Einlagengeber wollen ihr Geld kurzfristig anlegen, wohingegen Kapitalnehmer langfristiges Kapital benötigen. Um die unterschiedlichen Laufzeiten abzubilden, ist das Grundmodell einer Universalbank unter Marktrisiko um einen weiteren Zeitpunkt, der mit $t = \frac{1}{2}$ bezeichnet wird und in der Mitte des Planungshorizontes liegt, zu erweitern.[4] Das Zwei-Zeitpunkt-Modell mutiert dadurch zu einem Drei-Zeitpunkt-Modell.

[3]Vgl. Freixas/Rochet (1997), S. 7 f.

[4]Da sich der Planungshorizont des Bankeigentümers nicht verändert, sondern nur zwischenzeitliche Zahlungen anfallen, wird die Bezeichnungsweise $t = 0$, $t = \frac{1}{2}$ und $t = 1$ für die entscheidungsrelevanten Zeitpunkte des Bankenmodells gegenüber der Bezeichnungsweise $t = 0$, $t = 1$ und $t = 2$ vorgezogen. Sämtliche der zwischenzeitlich anfallenden Zahlungen werden dem Zeitpunkt $t = \frac{1}{2}$ zugeordnet.

Folgendes Entscheidungsproblem liegt diesem Abschnitt zu Grunde: Ein Investor gründet im Zeitpunkt $t = 0$ eine Bank und stellt ihr Eigenkapital im Umfang von $\overline{K}$ zur Verfügung. Er finanziert den Einlagebetrag und die im Zuge der Geschäftstätigkeit anfallenden Kosten mit seinem Privatvermögen I und, falls notwendig, über den Kapitalmarkt, auf dem er beliebig hohe Geldbeträge risikolos und transaktionskostenfrei anlegen und aufnehmen kann.

Mit der Gründung erwirbt die Bank das Recht, Einlagen aufzunehmen, Kredite zu vergeben und auf eigene Rechnung mit Marktrisiko behaftete Investitionen zu tätigen. Sämtliche Märkte, auf denen das Unternehmen als Marktteilnehmer agiert, sind kompetitiv in dem Sinne, dass genügend Kapitalgeber bzw. Kapitalnehmer vorhanden sind, die Mittel zu gleichbleibenden Konditionen anbieten bzw. nachfragen. Entscheiden sich die Manager für die Vergabe von Krediten, so zahlt das Kreditinstitut im Zeitpunkt $t = 0$ den Kreditbetrag L_Z an die Kreditnehmer aus und erhält am Ende des Planungshorizontes, in $t = 1$, den Nominalbetrag zuzüglich Zinsen zurück.[5] Der risikolose Kreditzins für diesen Zeitraum beläuft sich auf r_L.[6] Sämtliche Kreditnehmer haben ein Interesse daran, Kapital langfristig aufzunehmen, ein Markt für kurzfristige Kredite existiert nicht.[7] Neben den Kreditgeschäften besteht für die Bank die Möglichkeit, risikobehaftete Kapitalmarktprodukte zu erwerben. Die Manager kaufen im Zeitpunkt $t = 0$ Wertpapiere im Umfang von A_Z, die sie im Zeitpunkt $t = 1$ zu einem aus heutiger Sicht unbekannten Marktwert wieder verkaufen. Damit ist auch die Rendite der Finanzanlagen $\tilde{r}_A$ unsicher. Die Finanzierung der Investitionsprojekte erfolgt über das Eigenkapital auf der einen Seite und die Aufnahme von Fremdkapital in Form von Sicht-, Termin- oder Spareinlagen auf der anderen Seite.[8] Weitere Investitions- oder Finanzierungsprojekte stehen nicht zur Verfügung, so dass nach der Bilanzgleichung

[5] Der Index „Z“ kennzeichnet die Geschäfts- und Risikopolitik von Banken, die Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt sind.

[6] Ohne besondere Kennzeichnung stimmt die Bezugsperiode der Zinssätze immer mit dem Planungshorizont des Eigentümers überein. Der Kreditzins gibt bspw. den Preis für die Überlassung von Mitteln für die Periode von $t = 0$ bis $t = 1$ an. Unterscheidet sich die Bezugsperiode vom Planungshorizont, wie dies beim Einlagenzins der Fall ist, wird die Bezugsperiode mit angegeben.

[7] Diese Annahme dient lediglich der Vereinfachung. Sie stellt sicher, dass die Fristigkeit der Aktivseite die Fristigkeit der Passivseite übersteigt.

[8] Sichteinlagen sind täglich fällige Einlagen von Banken oder Nichtbanken. Sie entstehen als Habensaldo auf Giro- oder Geschäftskonten und dienen der Abwicklung des bargeldlosen Zahlungsverkehrs. Sichteinlagen werden im Allgemeinen nicht oder nur gering verzinst. Demgegenüber sind Termineinlagen Gelder, die eine fest vereinbarte Laufzeit (Festgelder) oder eine bestimmte Kündigungsfrist (Kündigungsgelder) besitzen. Sie setzen mitunter einen bestimmten Mindesteinlagebetrag voraus. Spareinlagen sind unbefristete Einlagen, bei der die Sparer innerhalb einer bestimmten Frist ohne Kündigung nur über einen Teil ihrer Mittel verfügen können. Die Kündigungsfrist umfasst meist mehrere Monate. Vgl. Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 240 ff.

die Summe aus dem Kredit- und Finanzanlagenvolumen der Summe aus Eigenkapital und Einlagenvolumen, bezeichnet mit D_Z, entsprechen muss, d. h.

$$L_Z + A_Z = \overline{K} + D_Z \,. \tag{4.1}$$

Im Gegensatz zu den Kreditnehmern sind die Einlagengeber kurzfristig orientiert. Sie vereinbaren eine Anlagedauer von $t = 0$ bis $t = \frac{1}{2}$ und haben am Ende der Laufzeit einen Mittelanspruch im Umfang von $D_Z\,(1 + r_{D,0})$. Dabei kennzeichnet $r_{D,0}$ den vertraglich vereinbarten Einlagenzins für den Zeitraum von $t = 0$ bis $t = \frac{1}{2}$. Am Ende der Laufzeit macht ein Teil der Anleger seine Ansprüche geltend und fordert die überlassenen Mittel samt Zinsen zurück. Der verbleibende Teil prolongiert die Einlagenverträge mit der Bank und legt die Gelder für eine weitere Periode von $t = \frac{1}{2}$ bis $t = 1$ an. Wenn sich die zurückgeforderten Einlagen auf $\hat{D}_Z\,(1+r_{D,0})$ belaufen, gibt $(D_Z - \hat{D}_Z)\,(1+r_{D,0})$ den prolongierten Einlagenumfang an. Die Finanzierung der Rückzahlungen in $t = \frac{1}{2}$ erfolgt durch eine Neuaufnahme von Einlagen. Die Anlagedauer umfasst den Zeitraum von $t = \frac{1}{2}$ bis $t = 1$, und die Bank vergütet einen zu Beginn der Planung noch unbekannten, marktgerechten Zinssatz $\tilde{r}_{D,1}$. Denselben Zinssatz erhalten auch die „alten" Einlagengeber, die keine Mittel abziehen. Denn bei einem niedrigeren Zinssatz würden sämtliche Investoren auf eine Auszahlung ihrer Forderungen bestehen und die Beträge anderweitig am Kapitalmarkt anlegen. Ein höherer Zinssatz kommt ebenfalls nicht in Frage, da sich die Bank durch die höheren Zinsaufwendungen schlechter stellen würde, was nicht optimal sein kann. Insofern vereinbaren sämtliche Einlagengeber $\tilde{r}_{D,1}$. Falls die Investitionsprojekte ausreichend Erträge erwirtschaften oder das Endvermögen des Bankeigentümers nicht-negativ ist, zahlen die Manager im Zeitpunkt $t = 1$ die Anlagebeträge inklusive Zinsen an die „alten" und „neuen" Einlagengeber zurück. Im Anschluss wird die Bank liquidiert, und der Eigentümer erhält den Liquidationserlös.

Bei der Erfüllung der Geschäftstätigkeit ist die Bank neben dem Marktrisiko aus dem Eigenhandel mit Wertpapieren einem Zinsrisiko ausgesetzt. Es handelt sich um ein Refinanzierungsrisiko, das entsteht, da zu Beginn der Planung der im Zeitpunkt $t = \frac{1}{2}$ geltende Marktzinssatz für kurzfristige, risikolose Geldanlagen noch unbekannt ist. Wenn der Marktzinssatz steigt und die Bank im Einlagengeschäft höhere Zinsen zahlen muss, sinkt die Zinsmarge der Bank. Die Zinsaufwendungen nehmen zu, und bei unveränderten Zinserträgen sinkt das Vermögen des Bankeigentümers. Zur Steuerung der Risiken setzen die Bankmanager das geschäftspolitische Instrumentarium und Finanzderivate ein. Es stehen ausschließlich Forwards auf die im Eigenhandel erworbenen

Finanzanlagen zur Verfügung. Der Fälligkeitszeitpunkt ist $t = 1$, und der Terminkurs der Forwards beträgt r_f. Zu diesem Kurs können die Manager in beliebigem Umfang H_Z Finanzanlagen per Termin verkaufen ($H_Z > 0$) oder kaufen ($H_Z < 0$). Weitere Finanzderivate wie Termingeschäfte auf Zinssätze oder Termingeschäfte mit Fälligkeitszeitpunkt $t = \frac{1}{2}$ existieren nicht.[9]

Sowohl bei der Kreditvergabe als auch bei der Einlagenaufnahme entstehen Kosten, die im Zeitpunkt $t = 0$ anfallen und vereinfachend vom Eigentümer der Bank getragen werden. Sie lassen sich in Fixkosten C_F und variable Kosten $C_L(L_Z)$ bzw. $C_D(D_Z)$ einteilen. Die variablen Einlagenkosten setzen sich aus den im Zeitpunkt $t = 0$ anfallenden Kosten und den Kosten, die bei einer Neuaufnahme und Prolongation von Einlagen im Zeitpunkt $t = \frac{1}{2}$ entstehen, zusammen. Wenn sich die Bank dazu entschließt, keine Kredite zu vergeben und Einlagen aufzunehmen, sind die variablen Kosten null. Ansonsten steigen sie mit zunehmendem Kredit- bzw. Einlagenvolumen überproportional an.

Tabelle 4.1 fasst die Zahlungen der Bankgeschäfte abschließend noch einmal zusammen. Dabei wird die Bilanzgleichung im Gründungszeitpunkt benutzt.[10] Der auf den Planungshorizont bezogene Einlagenzins $\tilde{r}_D$ ergibt sich durch das Produkt der kurzfristigen Bruttozinssätze abzüglich eins, d. h. durch $1 + \tilde{r}_D = (1 + r_{D,0})\,(1 + \tilde{r}_{D,1})$. Die Zahlungen zu Beginn und am Ende des Planungshorizontes fließen dem Eigentümer der Bank zu.

Im Unterschied zu den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = 1$ fallen in dem mittleren, neu eingefügten Zeitpunkt aus Sicht des Bankeigentümers keine Zahlungen an. Entscheidungen sind dort ebenfalls nicht zu treffen, so dass aus Modell-theoretischer Sicht keine Notwendigkeit besteht, ihn mit in das Modell aufzunehmen. Schärfer formuliert kann man sagen, dass der Zeitpunkt $t = \frac{1}{2}$ überflüssig ist. Ein Modell mit zwei Zeitpunkten reicht aus, um das optimale Verhalten von Banken unter Zinsrisiko zu analysieren.

[9] Zinstermingeschäfte wie Forward Rate Agreements, Euribor-Futures oder Optionen auf den Euribor-Future sind in der Praxis weit verbreitet. Vgl. Saunders (2000), S. 559 ff. oder Gruppe Deutsche Börse (2003), S. 4 ff. Sie werden aus zweierlei Gründen nicht mit in die Analyse einbezogen. Zum einen soll aufgezeigt werden, wie sich die Existenz nicht handelbarer, endogener Risiken auf die optimale Geschäfts- und Risikopolitik auswirkt. Denn gerade die fehlende Handelbarkeit einzelner Risiken sorgt dafür, dass die Ergebnisse aus Kapitel 3 zum Teil erheblich modifiziert werden müssen. Zum anderen können die am Markt verfügbaren Zinstermingeschäfte unter Umständen nicht geeignet sein. Dies ist bspw. der Fall, wenn die Laufzeiten der Produkte nicht den gewünschten Laufzeiten entsprechen. Alternativ können Marktzutrittsbarrieren existieren, die einen Verkauf von Zinsrisiken verhindern.

[10] Im Zeitpunkt $t = 1/2$ ist die Bilanzgleichung stets erfüllt, da die Bank genau in dem Umfang Einlagen aufnimmt, wie sie Auszahlungen leistet.

Zeitpunkt t	0	$\frac{1}{2}$	1
Zahlungen aus dem ...			
Kreditgeschäft	$-L_Z$	0	$L_Z\,(1+r_L)$
Investitionsgeschäft	$-A_Z$	0	$A_Z\,(1+\tilde{r}_A)$
Einlagengeschäft	D_Z	$-\hat{D}_Z\,(1+r_{D,0})$	$-(D_Z-\hat{D}_Z)\,(1+\tilde{r}_D)$
	0	$\hat{D}_Z\,(1+r_{D,0})$	$-\hat{D}_Z\,(1+\tilde{r}_D)$
Absicherungsgeschäft	0	0	$H_Z\,(r_f-\tilde{r}_A)$
Einzahlungsüberschüsse	$-\overline{K}$	0	$\overline{K}+L_Z\,r_L+A_Z\,\tilde{r}_A$ $-D_Z\,\tilde{r}_D+H_Z\,(r_f-\tilde{r}_A)$

Tabelle 4.1: Einzahlungsüberschüsse der Bankgeschäfte bei Markt- und Zinsrisiko

Diesem Ansatz wird im weiteren Verlauf Folge geleistet. In der Literatur sind sowohl Modelle mit zwei Zeitpunkten als auch Modelle mit mehreren Zeitpunkten vertreten. Der ersten Modellklasse gehören u. a. die Beiträge von Sealey (1980), Batlin (1983) und Koppenhaver (1985) an.[11] Demgegenüber sind die Beiträge von Goldfarb (1987), Kürsten (1993) und Kürsten (1997) der zweiten Modellklasse zuzurechnen.[12]

Das Ziel des Bernoulli-rationalen, risikoaversen Bankeigentümers ist die Optimierung der Wahrscheinlichkeitsverteilung seines Endvermögens. Zu den Bestandteilen seines Vermögens gehören der Verkaufserlös der Bank und etwaige Ansprüche oder Verpflichtungen aus den risikolosen Kapitalmarktgeschäften. Falls der Refinanzierungszinssatz des Unternehmensgründers null ist, beläuft sich das Vermögen im Zeitpunkt $t = 1$ auf:[13]

$$\tilde{W} = L_Z\,r_L + A_Z\,\tilde{r}_A - D_Z\,\tilde{r}_D - C_L\,(L_Z) - C_D\,(D_Z) - C_F + H_Z\,(r_f - \tilde{r}_A) + I\,. \quad (4.2)$$

Es unterscheidet sich von dem Endvermögen eines Bankeigentümers ohne Zinsrisiko (3.1) nur durch den risikobehafteten Einlagenzins.

[11] Vgl. auch Smirlock (1986), Morgan et al. (1988), Wong (1997) und Wahl/Broll (2000b).

[12] Vgl. auch Kürsten (1998), Broll/Jaenicke (2000) und Jaenicke (2001). Die Mehr-Zeitpunkt-Modelle der genannten Autoren verwenden in der Regel weniger strenge Annahmen, so dass eine Einsparung einzelner Zeitpunkte nicht möglich ist.

[13] Die Annahme $k = 0$ wurde bereits in Kapitel 2 unterstellt. Sie dient ausschließlich der Vereinfachung. Vgl. Fußnote 14 auf S. 22.

Für die Entscheidungsfindung im Bankenbereich ist das Management verantwortlich. Um fundierte Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Absicherungsentscheidungen treffen zu können, werden neben objektiv beobachtbaren Daten wie den Marktzinssätzen und den Kosten Informationen über die Präferenzen des Eigentümers und die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins benötigt. Bei der Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung gehen die Bankmanager davon aus, dass zwischen beiden Marktzinssätzen ein stochastischer Zusammenhang besteht. Sie unterstellen, dass höhere Renditen am Kapitalmarkt tendenziell zu höheren Einlagenzinsen führen und die Finanzanlagenrendite und der Einlagenzins positiv korreliert sind. Dieser Zusammenhang ist auch empirisch nachweisbar, wenngleich er mit etwas zeitlicher Verzögerung eintritt.[14]

Die Modellierung stochastischer Abhängigkeiten kann auf vielfältige Art und Weise erfolgen. Im einfachsten Fall ergibt sich der Einlagenzinssatz aus einer Regression der Finanzanlagenrendite:

$$\tilde{r}_D = a_D + b_D\,\tilde{r}_A + c_D\,\tilde{\epsilon}\,, \tag{4.3}$$

mit $b_D > 0$, $c_D \geq 0$, $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$ stochastisch unabhängig.[15] Diese Modellierung geht auf Benninga et al. (1983) und Benninga et al. (1984) zurück.[16] Sie bildet den Ausgangspunkt der nachfolgenden Untersuchungen. Gleichbedeutend mit ihr ist die Annahme, dass sich ein Teil des Zinsrisikos mit Forward-Kontrakten perfekt absichern lässt, während das verbleibende Risiko einen Erwartungswert von null hat und stochastisch unabhängig ist. Im Sinne von Rothschild/Stiglitz (1970) ist der Einlagenzinssatz damit riskanter als die Finanzanlagenrendite. Ob und wie gut das Modell (4.3) die Zusammenhänge in der Praxis widerspiegelt, ist nur empirisch zu beantworten und soll nicht Gegenstand der weiteren Untersuchungen sein. Fakt ist, dass das Modell in der Literatur eine hohe Akzeptanz hat und einfach genug ist, um analytisch Er-

[14]Vgl. Deutsche Bundesbank (2002b), S. 56 f. und S. 62.

[15]Viele Modelle, die von einer linearen Beziehung zwischen zwei Zufallsvariablen ausgehen, orientieren sich an der klassischen, linearen Regressionsanalyse und lassen den Parameter c_D weg. Ausnahmen sind die Beiträge von Lence (1995) und Broll et al. (2001b). Die Einbeziehung hat jedoch den Vorteil, dass einfache Sensitivitätsanalysen hinsichtlich des Zinsrisikos möglich sind. Eine Erhöhung von c_D sorgt für eine höhere Varianz des Einlagenzinssatzes, denn es gilt $\mathrm{Var}[\tilde{r}_D] = b_D^2\,\mathrm{Var}[\tilde{r}_A] + c_D^2\,\mathrm{Var}[\tilde{\epsilon}]$. Der Erwartungswert $E[\tilde{r}_D] = a_D + b_D\,E[\tilde{r}_A]$ verändert sich nicht, so dass im Sinne von Rothschild/Stiglitz (1970) ein Spezialfall einer Erwartungswert-neutralen Spreizung vorliegt. Veränderungen von c_D wirken sich aber auch auf den Korrelationskoeffizienten zwischen $\tilde{r}_A$ und $\tilde{r}_D$ aus. Während bei $c_D = 0$ beide Zinssätze perfekt korreliert sind, nimmt $\rho_{r_A,r_D} = 1/\sqrt{1 + (c_D^2\,\mathrm{Var}[\tilde{\epsilon}])/(b_D^2\,\mathrm{Var}[\tilde{r}_A])} \in (0,1]$ mit zunehmendem c_D ceteris paribus ab.

[16]Briys et al. (1993), Lence (1995), Broll/Wahl (1998), Broll/Guinnane (1999), Wahl/Broll (2000b) und Broll et al. (2001b) verwenden ebenfalls diesen Zusammenhang.

gebnisse ableiten zu können. Dennoch sind auch eine Reihe anderer Modellierungen denkbar. Paroush/Wolf (1986) und Paroush/Wolf (1989) unterstellen bspw. den genau entgegengesetzten Regressionszusammenhang.[17] Übertragen auf das Bankenmodell erklären sie die Finanzanlagenrendite durch eine Regression des Einlagenzinssatzes.[18] Die Absicherung des Marktrisikos erzeugt dann ein stochastisch unabhängiges Risiko mit Erwartungswert null. Je mehr abgesichert wird, desto höher ist das Risiko. Obwohl die Regressionsmodelle ähnlich aussehen, da in beiden Fällen eine lineare Beziehung zwischen der Finanzanlagenrendite und dem Einlagenzins besteht und das stochastisch unabhängige Restrisiko additiv eingeht, hängen die Ergebnisse nicht unerheblich vom gewählten Ansatz ab. Untersuchungen in diese Richtung sind bei Adam-Müller (1995) zu finden.[19] Komplexere Beziehungen zwischen den Marktzinssätzen wie nicht-lineare Zusammenhänge oder multiplikativ eingehende Restrisiken sind ebenfalls denkbar. Broll/Wong (1997) und Adam-Müller (2002) untersuchen derartige Fälle.[20]

Die optimale Geschäfts- und Risikopolitik weist den höchsten erwarteten Nutzen des Endvermögens (4.2) unter Berücksichtigung der Bilanzgleichung (4.1) und der Regressionsgleichung (4.3) auf. Durch Einsetzen beider Gleichungen in die Endvermögensdefinition vereinfacht sich die Ergebnisgröße, denn

$$\begin{aligned}\tilde{W} = L_Z\,(r_L - \tilde{r}_A) - D_Z\,(a_D + b_D\,\tilde{r}_A + c_D\,\tilde{\epsilon} - \tilde{r}_A) + \overline{K}\,\tilde{r}_A \\ - C_L\,(L_Z) - C_D\,(D_Z) - C_F + H_Z\,(r_f - \tilde{r}_A) + I \qquad (4.4)\end{aligned}$$

hängt nur noch von dem Kredit-, Einlagen- und Hedgingvolumen und den stochastisch unabhängigen Zufallsvariablen $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$ ab. Die Bankmanager stehen damit vor folgendem Optimierungsproblem:

$$\max_{L_Z \geq 0, D_Z \geq 0, H_Z} E\left[U(\tilde{W})\right], \qquad (4.5)$$

mit dem Endvermögen aus (4.4), $b_D > 0$, $c_D \geq 0$, $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$ stochastisch unabhängig. Die Lösung des Problems gibt die optimale Kredit-, Einlagen- und Hedgingpolitik der Bank an, und mit der Bilanzgleichung folgt das optimale Finanzanlagenvolumen.

[17] Diesem Ansatz schließen sich auch Briys et al. (1993), Broll et al. (1995), Adam-Müller (1995) und Broll/Wahl (1996) an.

[18] Das statistische Modell lautet $\tilde{r}_A = a_D + b_D\,\tilde{r}_D + c_D\,\tilde{\epsilon}$, mit $b_D > 0$, $c_D \geq 0$, $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\tilde{r}_D$ und $\tilde{\epsilon}$ stochastisch unabhängig. Auf eine Änderung der Notation bei den Regressionskoeffizienten wurde bewusst, aus Gründen der Übersichtlichkeit, verzichtet. In der Regel weichen die Koeffizienten von denen aus Modell (4.3) ab.

[19] Vgl. Adam-Müller (1995), S. 135 ff.

[20] Broll/Wong (1997) nehmen an, dass $\tilde{r}_D = G(\tilde{r}_A) + \tilde{\epsilon}$ ist, wobei die Funktion $G(\cdot)$ entweder konvex oder konkav verläuft. Adam-Müller (2002) analysiert demgegenüber das optimale Verhalten von Unternehmen, die von der Annahme $\tilde{r}_D = a_D + b_D\,\tilde{r}_A\,(1 + \tilde{\epsilon})$ ausgehen.

Sofern die Bank ihre Intermediärsfunktion wahrnimmt und Kredite vergibt ($L_Z^* > 0$), Einlagen aufnimmt ($D_Z^* > 0$) und risikobehaftet investiert ($A_Z^* > 0$), müssen die partiellen Ableitungen der Zielfunktion im Optimum den Wert null annehmen. Dies fordert die notwendige Bedingung für ein Maximum. Demnach muss gelten:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_L - \tilde{r}_A - C_L'\,(L_Z^*))\right] = 0\,, \tag{4.6}$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(\tilde{r}_A - a_D - b_D\,\tilde{r}_A - c_D\,\tilde{\epsilon} - C_D'\,(D_Z^*))\right] = 0\,, \tag{4.7}$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] = 0\,. \tag{4.8}$$

Die notwendigen Bedingungen sind hinreichend, da die Zielfunktion konkav verläuft und der Zulässigkeitsbereich für die Entscheidungsvariablen konvex ist. Die Lösung von (4.6), (4.7), (4.8) und (4.1) gibt das einzige, globale Erwartungsnutzenmaximum an.

4.1.2 Optimale Geschäfts- und Risikopolitik

Kreditinstitute, die sich auf ein Risiko konzentrieren und alle anderen Daten als sicher ansehen, legen ihre optimale Geschäftspolitik bei Existenz kompetitiver Forward-Märkte nur anhand von Marktzinssätzen, Grenzkosten und des Eigenkapital fest. Das ist die Kernaussage des Separationstheorems für Banken mit ausreichender Eigenmittelausstattung.[21]

Inwiefern lässt sich das Separationstheorem aufrechterhalten, wenn ein zweites Risiko mit in die Überlegungen aufgenommen wird? Die Ergebnisse der Literatur zeigen, dass diese Frage pauschal nicht zu beantworten ist. Die Antwort hängt vielmehr davon ab, ob es sich um ein endogenes oder exogenes Risiko handelt und wie die Absicherungsmöglichkeiten sind. Separation liegt vor, wenn das Risiko exogen ist.[22] Solche Risiken werden auch als Hintergrundrisiken oder idiosynkratische Risiken bezeichnet. Sie gehen per Definition additiv in das Endvermögen ein. Hintergrundrisiken sind unabhängig von den Unternehmensentscheidungen in jedem Fall zu tragen und gewöhnlich nicht absicherbar. Kann das Unternehmen über die Höhe des zusätzlichen Risikos selbst entscheiden (endogenes Risiko), kommt es in der Separationsfrage auf die Handelbarkeit der Risiken an. Wenn eine vollständige Ausschaltung des Risikos möglich ist, lässt

[21] Vgl. Satz 23 auf Seite 118.

[22] Vgl. Zilcha/Broll (1992), S. 475, Adam-Müller (1993), S. 201 oder Adam-Müller (1995), S. 127 ff.

sich Separation im Allgemeinen nachweisen.[23] Gehört das Risiko hingegen zur Klasse der endogenen, nicht oder nicht vollständig absicherbaren Risiken, ist die optimale Geschäftspolitik üblicherweise nicht mehr von den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung separierbar.[24] Unbedeutend ist dabei, ob beide Risiken additiv oder multiplikativ miteinander verknüpft sind. Typische Beispiele endogener, nicht absicherbarer Risiken sind das Basisrisiko und das beim indirekten Hedging entstehende Risiko infolge imperfekter Korrelation.

Im nächsten Satz werden die Ergebnisse aus der Literatur auf die vorliegende Problemstellung übertragen. Die Vermutung, dass die Einführung eines endogenen, nicht vollständig absicherbaren Zinsrisikos zu einer Verletzung des Separationstheorems führt, erweist sich als korrekt. Allerdings existiert eine schwächere Form der Separation, die sich auf alle risikolosen Geschäfte bezieht.

Satz 42 *Wenn Kreditinstitute neben einem handelbaren Marktrisiko einem nicht handelbaren Zinsrisiko ausgesetzt sind, hängt die optimale Kreditpolitik nur von Marktzinssätzen und den Grenzkosten des Kreditgeschäfts ab. Sie genügt der Bedingung:*

$$r_L - r_f = C_L'\left(L_Z^*\right) \; . \tag{4.9}$$

Die optimale Finanzanlagen- und Einlagenpolitik wird demgegenüber von sämtlichen in das Modell eingehenden Größen beeinflusst. Dazu zählen insbesondere die Präferenzen des Bankeigentümers und die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins.

Beweis: Die Behauptung für das optimale Kreditgeschäft ergibt sich durch Subtraktion der Gleichung (4.8) von (4.6) und anschließender Division durch den positiven, erwarteten Grenznutzen. Es entsteht (4.9). Das optimale Einlagenvolumen hängt von sämtlichen Parametern ab, da es nicht möglich ist, (4.7) unabhängig vom Grenznutzen darzustellen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse liefert die Bilanzgleichung die Behauptung für das Finanzanlagengeschäft. □

[23] Vgl. Benninga et al. (1985), S. 544, Kawai/Zilcha (1986), S. 87, Adam-Müller (1995), S. 109 ff. sowie S. 167 ff. und Adam-Müller (2000a), S. 851.

[24] Vgl. Benninga et al. (1985), S. 545 bei unverzerrtem Terminmarkt, Broll/Zilcha (1994), S. 166, Broll et al. (1995), S. 670, Broll/Zilcha (1995), S. 97, Broll/Wahl (1996), S. 669, Adam-Müller (1997), S. 1423, Broll/Wong (1997), S. 10, Broll/Wahl (1998), S. 46, Broll et al. (1999), S. 426, Broll et al. (2001a), S. 288 f., Broll et al. (2001b), S. 155 und Adam-Müller/Wong (2003), S. 463 ff. Eine Ausnahme ist in dem Beitrag von Battermann/Broll (2001) zu finden, in dem Separation gilt, obwohl beide Risiken endogen sind und nur eines handelbar ist.

Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko, die keine Regulierungsvorschriften einhalten müssen, treffen ihre geschäftspolitischen Entscheidungen nicht ungeachtet von der Nutzenfunktion und der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung der Marktzinssätze. Das Separationstheorem gilt nicht, obwohl die Möglichkeit einer Ausschaltung des Marktrisikos besteht und beide Risiken positiv miteinander korreliert sind. Um Separation zu erzeugen, muss auch das Restrisiko handelbar sein, so dass sich beide Risiken eliminieren lassen.[25] Ob sich das Management für eine vollständige Absicherung entscheiden würde, ist nicht von Bedeutung. Allein die Möglichkeit reicht aus, um Separation hervorzurufen.

Trotz fehlender Separierbarkeit der Aktiv- und Passivpolitik können einzelne Geschäftsbereiche wie das Kreditgeschäft Präferenz- und Verteilungs-unabhängig sein. Dasselbe würde auch für alle weiteren, risikolosen Investitions- und Finanzierungsprojekte gelten. Die Handelbarkeit von Risiken sorgt demnach auch bei Existenz mehrerer Risiken, die nicht alle vollständig absicherbar sind, für Erleichterungen bei der Entscheidungsfindung. Diese Form der Separation lässt sich als abgeschwächte Separation interpretieren.[26]

Der nächste Satz beschäftigt sich mit der Thematik, wie Kreditinstitute ihre optimale Geschäftspolitik anpassen müssen, wenn Zinsrisiko eingeführt wird.[27] Falls die Hinzunahme eines Risikos das Gesamtrisiko der Bank erhöht, scheint eine Reduzierung des Risikos sinnvoll zu sein. Sofern nicht absicherbare Risiken existieren, sind Änderungen der Geschäftspolitik vorzunehmen. Allerdings sind weitere Annahmen notwendig, um eindeutige Aussagen abzuleiten.

Satz 43 *Eine Universalbank unter Marktrisiko, die kompetitive Forward-Märkte nutzen kann, verändert ihr optimales Kreditvolumen bei der Einführung eines nicht handelbaren Zinsrisikos nicht. Sie reduziert ihr optimales Einlagen- und Finanzanlagengeschäft, wenn die Regressionsgleichung (4.3) gilt, der Terminmarkt nicht durch Backwardation gekennzeichnet ist und der erwartete Einlagenzins nicht unterhalb des deterministischen Einlagenzinssatzes liegt.*

[25] Vgl. Kawai/Zilcha (1986), S. 87 und Adam-Müller (1995), S. 109 ff. Auf einen formalen Beweis dieser Aussage wird verzichtet.

[26] Eine teilweise Separation ist auch bei Broll/Zilcha (1995), S. 97 f., Viaene/Zilcha (1998), S. 600 f. und Adam-Müller (2000a), S. 851 zu finden.

[27] Vgl. diesbezüglich Zilcha et al. (1994), S. 455 f., Adam-Müller (1995), S. 138 ff., Broll/Zilcha (1995), S. 98, Broll/Wong (1997), S. 10 f. und Broll/Wahl (1998), S. 48 f.

Beweis: Kreditinstitute mit Zinsrisiko entscheiden sich im Kreditgeschäft nach der gleichen Entscheidungsregel wie Kreditinstitute ohne Zinsrisiko, vgl. (3.5) und (4.9). Es folgt $L^*_T = L^*_Z$. Addiert man die Gleichung (4.7) zu der mit $(1 - b_D)$ multiplizierten Gleichung (4.8), entsteht

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,((1-b_D)\,r_f - a_D - c_D\,\tilde{\epsilon} - C'_D\,(D^*_Z))\right] = 0\,, \tag{4.10}$$

und durch äquivalente Umformungen erhält man[28]

$$\begin{aligned}(1-b_D)\,r_f - a_D - C'_D\,(D^*_Z) &= \frac{c_D\,E\left[U'(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\right]}{E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]} = \frac{c_D\,E_\epsilon\left[E_{r_A}\left[U'(\tilde{W}^*)\mid\tilde{\epsilon}\right]\ \tilde{\epsilon}\ \right]}{E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]} \\ &= \frac{c_D\ \mathrm{cov}_\epsilon\left[E_{r_A}\left[U'(\tilde{W}^*)\mid\tilde{\epsilon}\ \right],\tilde{\epsilon}\ \right]}{E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]}\,.\end{aligned} \tag{4.11}$$

Je höher die Realisation von $\tilde{\epsilon}$ ist, desto höher ist der bedingte Erwartungswert im Kovarianzterm. Denn bei stochastischer Unabhängigkeit von $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$, positivem Einlagenvolumen und $c_D > 0$ sinkt das Endvermögen des Eigentümers mit zunehmendem ϵ, und der erwartete Grenznutzen steigt. Damit ist die Kovarianz positiv, ebenso wie der gesamte Term auf der rechten Seite, und es ergibt sich:

$$(1-b_D)\,r_f - a_D > C'_D\,(D^*_Z)\ . \tag{4.12}$$

Mit der Optimalitätsbedingung für D^*_T, Gleichung (3.5), sowie den im Satz formulierten Annahmen lässt sich folgende Abschätzung treffen:

$$\begin{aligned} C'_D\,(D^*_T) &= r_f - r_D\ \geq\ r_f - E\,[\tilde{r}_D] \\ &= r_f - a_D - b_D\,E\,[\tilde{r}_A]\ \geq\ r_f - a_D - b_D\,r_f\ >\ C'_D\,(D^*_Z)\ . \end{aligned} \tag{4.13}$$

Die Konvexität der variablen Einlagenkosten impliziert $D^*_T > D^*_Z$. Die Behauptung für das optimale Finanzanlagenvolumen resultiert durch Einsetzen der Ergebnisse in die Bilanzgleichung. □

Die Einführung von Zinsrisiko hat unterschiedliche Auswirkungen auf das Gesamtrisiko einer Bank. Um die einzelnen Effekte zu verdeutlichen, bietet sich eine Zerlegung des Zinsrisikos in ein Marktrisiko und ein stochastisch unabhängiges Restrisiko an.

[28] Ein Index an einem Erwartungswert, einer Varianz oder einer Kovarianz kennzeichnet die Wahrscheinlichkeitsverteilung, mit der das jeweilige Moment auszurechnen ist. Dies können Randverteilungen oder bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilungen sein. Ohne Kennzeichnung ist immer die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung gemeint.

Dazu wird die Regressionsgleichung (4.3) benutzt.[29] Während das Restrisiko für eine Erhöhung des Gesamtrisikos sorgt, wirkt das Marktrisiko Gesamtrisiko-reduzierend, da es im Passivgeschäft anfällt und das Marktrisiko aus den Investitionsgeschäften mindert. Wenn die Finanzanlagen über den Planungshorizont bspw. eine sehr hohe Rendite erwirtschaften, dann ist der Einlagenzins auf Grund der positiven Korrelation tendenziell ebenfalls hoch. Ebenso führen geringe Finanzanlagenrenditen tendenziell zu geringen Einlagenzinssätzen. Der Zinsüberschuss der operativen Bankgeschäfte schwankt weniger stark, so dass das Gesamtrisiko der Bank geringer ist. Ein Teil des Zinsrisikos unterstützt somit die Hedgingaktivitäten des Unternehmens, indem es Marktrisiko reduziert. Verwendet man die Varianz des Endvermögens, um das Gesamtrisiko zu messen, lassen sich die unterschiedlichen Effekte des Zinsrisikos wie folgt quantifizieren:

$$\operatorname{var}[\tilde{W}^*] = (A_Z^* - D_Z^*\, b_D - H_Z^*)^2 \operatorname{var}[\tilde{r}_A] + D_Z^*\, c_D^2 \operatorname{var}[\tilde{\epsilon}] \; . \tag{4.14}$$

Im ersten Ausdruck auf der rechten Seite ist der Risiko-reduzierende Effekt des Zinsrisikos wieder zu finden. Je mehr Einlagen eine Bank aufnimmt, d. h. je mehr Zinsrisiko sie eingeht, desto stärker wird das Marktrisiko aus den Investitionsgeschäften gemindert. Die Wirkung eines höheren Einlagenvolumens stimmt mit der Wirkung eines höheren Hedgingvolumens überein. Auf der anderen Seite erzeugt Zinsrisiko ein stochastisch unabhängiges Restrisiko, das das Gesamtrisiko der Bank erhöht. Der zweite Ausdruck auf der rechten Seite ist diesem Effekt zuzurechnen. Welcher Effekt dominiert, lässt sich ohne weitere Annahmen nicht beantworten.

Die Bankmanager beurteilen die Vorteilhaftigkeit einer bestimmten Bankpolitik nicht nur anhand ihres Risikos. Sie beziehen auch die Erträge der Bankgeschäfte mit in ihre Überlegungen ein und wägen Risiko und Ertrag gegeneinander ab. Falls der Ertrag mit dem Erwartungswert des Endvermögens gemessen wird und der erwartete Einlagenzins nicht unter dem deterministischen liegt, verschlechtern sich die Bankerträge bei Einführung von Zinsrisiko, wenn keine Änderungen der Geschäfts- und Risikopolitik vorgenommen werden. Um eine günstigere Ertrags- und Risikokonstellation zu erzielen, müssen die Entscheider das Finanzanlagen- und das Einlagenvolumen reduzieren. Das ist das Ergebnis des letzten Satzes.

Die fehlende Absicherungsmöglichkeit des Zinsrisikos zwingt Kreditinstitute dazu, ihr Einlagen- und Absicherungsgeschäft simultan zu optimieren. Dabei sind die Präferen-

[29] Obwohl das Restrisiko endogen ist, da es mit dem Einlagenvolumen multipliziert in das Endvermögen eingeht, wird der Term $D_Z\, c_D\, \tilde{\epsilon}$ in der Literatur gelegentlich auch als ein stochastisch unabhängiges Hintergrundrisiko aufgefasst. Vgl. Adam-Müller (1995), S. 138.

zen und die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins zu berücksichtigen. Fraglich ist, ob die Risikoprämie des Terminmarktes Aufschluss darüber gibt, in welchem Umfang Hedgingaktivitäten vorteilhaft sind. Um eine Antwort auf die Frage zu finden, ist zunächst zu klären, welcher Benchmark für die Begriffe Full-, Under- und Overhedging verwendet wird. Der bisherige Benchmark, das Finanzanlagenvolumen, stellt keine geeignete Bezugsgröße mehr dar. Denn Kreditinstitute, die ihr gesamtes Finanzanlagenvolumen per Termin verkaufen, sichern sich nicht vollständig gegenüber Marktrisiko ab, sondern gehen eine spekulative Position ein, da der durch Marktrisiko erklärbare Teil des Zinsrisikos bereits für eine teilweise Absicherung des Marktrisikos sorgt. Ein sinnvoller Benchmark ist die offene Marktrisikoposition $A_Z - D_Z\, b_D$, d. h. die Marktrisikoposition unter Einbeziehung des Zinsrisikos. Dies führt zu folgender

Definition: *Ein Kreditinstitut sichert seine Marktrisikoposition vollständig ab und entscheidet sich für Full Hedging, wenn es Finanzanlagen im Umfang der offenen Marktrisikoposition $A_Z - D_Z\, b_D$ verkauft.*[30] *Verkauft das Unternehmen weniger Finanzanlagen per Termin, $H_Z < A_Z - D_Z\, b_D$, liegt Underhedging vor. Wenn das Hedgingvolumen die offene Marktrisikoposition übersteigt, $H_Z > A_Z - D_Z\, b_D$, spricht man von Overhedging.*

In Analogie zu den Ergebnissen von Benninga et al. (1983), Benninga et al. (1984) und Zilcha/Kawai (1985) lässt sich die optimale Risikopolitik einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko damit wie folgt charakterisieren:[31]

Satz 44 *Eine Universalbank, die neben einem absicherbaren Marktrisiko einem nicht vollständig absicherbaren Zinsrisiko ausgesetzt ist und Regressionsmodell (4.3) unterstellt, sichert ihre offene Marktrisikoposition genau dann vollständig ab [Full Hedging], wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Sie präferiert Underhedging [Overhedging] dann und nur dann, wenn der Terminmarkt durch Backwardation [Contango] gekennzeichnet ist.*

[30] Zu beachten ist, dass die Bank trotz „vollständiger Absicherung“ einem Risiko ausgesetzt ist. Das Endvermögen des Eigentümers ist stochastisch, da ein Restrisiko existiert, das nicht absicherbar ist. Der Begriff Full Hedging bezieht sich daher nicht auf die gesamte Risikoposition der Bank, sondern auf die handelbare Risikoposition, d. h. auf die offene Marktrisikoposition.

[31] Vgl. darüber hinaus Kawai/Zilcha (1986), Paroush/Wolf (1989), Zilcha/Broll (1992), Lence (1995), Broll et al. (1995), Viaene/Zilcha (1998), Broll/Wahl (1998) und Adam-Müller (2000b). Nicht alle der genannten Beiträge definieren den Benchmark der Begriffe Full-, Under- und Overhedging neu. Übertragen auf Banken benutzen Broll et al. (1995) und Broll/Wahl (1998) bspw. nach wie vor das Finanzanlagenvolumen A_Z^* als Benchmark. Ein typisches Ergebnis ist in diesem Fall, dass auf unverzerrten Terminmärkten eine Unterabsicherung optimal ist. Es beruht auf $H_Z^* = A_Z^* - D_Z^*\, b_D < A_Z^*$.

Beweis: Die optimale Forward-Position wird durch die Bedingung erster Ordnung (4.8) determiniert. Äquivalent dazu ist die Bedingung

$$\begin{aligned} & E_{r_A}\left[E_\epsilon\left[U'(\tilde{W}^*) \mid \tilde{r}_A\right]\,(r_f-\tilde{r}_A)\right]=0 \\ \Leftrightarrow\quad & E\left[U'(\tilde{W}^*)\right]\,E\left[r_f-\tilde{r}_A\right]=\operatorname{cov}_{r_A}\left[E_\epsilon\left[U'(\tilde{W}^*) \mid \tilde{r}_A\right],\,\tilde{r}_A\right]. \end{aligned} \tag{4.15}$$

Wegen $U'(W) > 0$ entspricht das Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes dem negativen Vorzeichen des Kovarianzterms. Falls die Risikoprämie null (positiv, negativ) ist, muss die Kovarianz null (negativ, positiv) sein. Dies ist bei stochastischer Unabhängigkeit von $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$ dann und nur dann der Fall, wenn der bedingte Erwartungswert mit zunehmenden Realisationen der Finanzanlagenrendite konstant bleibt (sinkt, steigt). Um Konstanz (eine Reduzierung, einen Anstieg) zu gewährleisten, muss das Endvermögen bei feststehendem ϵ in r_A konstant sein (steigen, sinken). Eine notwendige und hinreichende Bedingung dafür ist $H_Z^* = (<,>)\ A_Z^* - D_Z^*\, b_D$. □

Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko, die keine Regulierungsvorschriften einhalten müssen, legen den Umfang ihrer Absicherungsgeschäfte je nach Einschätzung der Risikoprämie des Terminmarktes fest. Eine teilweise Absicherung des Marktrisikos ist optimal, wenn sie von einer positiven Risikoprämie ausgehen. Die Unternehmen spekulieren, um an den Erträgen der Finanzanlagen zu partizipieren. Unter Berücksichtigung des Risikos verkaufen sie weniger Finanzanlagen per Termin als netto vorhanden sind. Schätzen die Bankmanager den Terminmarkt als unverzerrt ein, so dass Marktrisiken ohne Ertragseinbußen veräußerbar sind, besteht die optimale Absicherungspolitik in einer vollständigen Ausschaltung des Marktrisikos. Das optimale Terminkontraktvolumen entspricht dem Umfang der offenen Marktrisikoposition, und Spekulationsgeschäfte finden nicht statt. Obwohl kein Marktrisiko mehr existiert, ist die Bank einem Risiko ausgesetzt. Dieses stammt aus dem nicht absicherbaren Teil des Zinsrisikos und sorgt für ein stochastisches Endvermögen des Bankeigentümers. Kreditinstitute entscheiden sich für eine Überabsicherung des Marktrisikos, wenn die erwartete Finanzanlagenrendite unter dem Terminkurs liegt. Gegenüber den Kassageschäften weisen Termingeschäfte eine höhere Attraktivität auf, da sie im Schnitt eine höhere Rendite erwirtschaften. Die Manager sichern mehr als die offene Marktrisikoposition ab, um die Vorteile zusätzlicher Terminverkäufe auszunutzen. Ein über die vollständige Absicherung hinausgehender Terminverkauf erhöht jedoch auch das Risiko der Bank, und Ertrag und Risiko sind gegeneinander abzuwägen.

Die Einführung von Zinsrisiko hat qualitativ gesehen keine Auswirkungen auf die Risikopolitik von Banken. Das Vorzeichen der spekulativen Position hängt ausschließlich vom Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes ab, unabhängig davon, ob das Unternehmen einem Zinsrisiko ausgesetzt ist oder nicht. Dies zeigt ein Vergleich der Sätze 25 und 44. Dennoch geht ein Teil des Zinsrisikos über die Benchmarkänderung mit in die Überlegungen ein, während das Restrisiko aus qualitativer Sicht unbedeutend ist. Dafür ist im Wesentlichen die stochastische Unabhängigkeit zwischen der Finanzanlagenrendite und dem Restrisiko verantwortlich. Bei stochastischer Unabhängigkeit wirkt das Restrisiko ähnlich wie ein Hintergrundrisiko. Es lässt sich nicht absichern und ist in jedem Fall zu tragen. Auf Grund der fehlenden Absicherungsmöglichkeit hängt das Ausmaß der Absicherung in erster Linie von der Risikoprämie des Terminmarktes ab, während das Restrisiko den Umfang der Spekulationstätigkeit determiniert.

In den nächsten beiden Abschnitten wird die Sensitivität der optimalen Entscheidungen im Rahmen komparativ-statischer Analysen überprüft. Dabei geht es um die Frage, wie die Bank auf marginale Änderungen der Nutzenfunktion des Eigentümers, der Fixkosten, des Erwartungswertes und der Varianz des Einlagenzinssatzes reagiert. Wenn zwei oder mehr Risiken vorliegen, reichen Annahmen an die Monotonie der absoluten Risikoaversion im Allgemeinen nicht mehr aus, um eindeutige Ergebnisse zu erzielen. Es sind strengere Annahmen notwendig, die entweder die Präferenzen oder die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung stärker einschränken. Handelt es sich bei dem Zusatzrisiko um ein exogenes, stochastisch unabhängiges Hintergrundrisiko, lassen sich eindeutige Aussagen treffen, wenn die Nutzenfunktion die Eigenschaft der „Standard Risk Aversion“ im Sinne von Kimball (1993) hat.[32] Standard Risk Aversion liegt immer dann vor, wenn die Aversion gegenüber einem Risiko zunimmt, wenn ein weiteres, stochastisch unabhängiges Risiko zusätzlich zu tragen ist, und die Aversion auch dann zunähme, wenn das Endvermögen um einen deterministischen Betrag verringert würde. Eine notwendige und hinreichende Bedingung für Standard Risk Aversion ist, dass die Nutzenfunktion durch abnehmende absolute Risikoaversion und abnehmende absolute Prudence gekennzeichnet ist.[33] Wenn das Zusatzrisiko endogen ist, wie das Zinsrisiko bei Banken, die Regressionsmodell (4.3) unterstellen, erlaubt selbst die sehr strenge Annahme der Standard Risk Aversion nicht mehr die Ableitung eindeutiger Ergebnis-

[32]Um die Aussagen abzuleiten, greift man auf das Konzept der „abgeleiteten“ Nutzenfunktion im Sinne von Kihlstrom et al. (1981) und Nachman (1982) zurück und zeigt, dass die abgeleitete Nutzenfunktion bei Standard Risk Aversion eine größere absolute Risikoaversion als die ursprüngliche Nutzenfunktion hat. Vgl. Kimball (1993), S. 594.

[33]Vgl. Kimball (1993), S. 594.

se. Die folgenden komparativ-statischen Analysen gehen daher von einer quadratischen Nutzenfunktion aus.

4.1.3 Änderungen der Nutzenfunktion und der Fixkosten

Zunächst stehen die Auswirkungen marginaler Änderungen der Nutzenfunktion und der Fixkosten für einen Bankgründer mit Präferenzen der Form $U(W) = W - (a_q/2)\,W^2$ im Mittelpunkt der Diskussion. Der Parameter a_q ist positiv und hinreichend klein, so dass der Grenznutzen für alle W größer null ist. Demnach verhält sich der Investor risikoavers und zieht höhere Endvermögen geringeren vor. Der Grad der absoluten Risikoaversion beläuft sich auf $-U''(W)/U'(W) = a_q/(1-a_q\,W)$. Er nimmt mit steigendem Endvermögen zu, d. h. die Präferenzen zeichnen sich durch zunehmende absolute Risikoaversion aus. Eine weitere Eigenschaft des Risikoaversionsgrades ist, dass er ceteris paribus steigend in a_q verläuft.[34] Allerdings führt ein höherer Parameter a_q im Gegensatz zur exponentiellen Nutzenfunktion nicht notwendigerweise zu einer höheren absoluten Risikoaversion. Die Bankmanager nehmen Änderungen der Präferenzen zum Anlass, die Geschäfts- und Risikopolitik neu zu planen, mit der Konsequenz, dass sich das Endvermögen des Eigentümers verändert. Dadurch tritt unter Umständen ein zweiter, gegenläufiger Effekt auf, der für eine Minderung des Risikoaversionsgrades spricht. Ob und in welche Richtung Endvermögensänderungen stattfinden, wird im Anschluss des nächsten Satzes geklärt, nachdem feststeht, wie das Management auf einen Anstieg von a_q reagiert.[35]

Neben der Präferenzannahme wird im weiteren Verlauf ein unverzerrter Terminmarkt unterstellt. Diese Einschränkung beruht im Wesentlichen darauf, dass der Nachteil eines wesentlich höheren Rechenaufwandes bei Einbeziehung verzerrter Terminmärkte deutlich stärker ins Gewicht fällt als der Vorteil aus dem zusätzlichen Erkenntnisgewinn. Dennoch ist zu betonen, dass die Unverzerrtheit des Terminmarktes lediglich der Vereinfachung dient, im Gegensatz zur Präferenzannahme, die notwendig ist. Die Bedingungen erster Ordnung, (4.6) bis (4.8), nehmen unter diesen Prämissen folgende

[34] Es gilt $d\,(-U''(W)/U'(W))/d\,a_q = 1/(1 - a_q\,W)^2 > 0$.

[35] Kawai/Zilcha (1986) und Viaene/Zilcha (1998) geben für Unternehmen unter Preis- und Wechselkursrisiko hinreichende Bedingungen an, unter denen eine höhere absolute Risikoaversion eine Reduzierung der Geschäftspolitik impliziert. Vgl. Kawai/Zilcha (1986), S. 93 und Viaene/Zilcha (1998), S. 603.

Gestalt an:[36]

$$E\left[\left(1 - a_q\,\tilde{W}^*\right)(r_L - \tilde{r}_A - C_L'(L_Z^*))\right] = 0$$

$$\Leftrightarrow \qquad r_L - r_f - C_L'(L_Z^*) = 0\,, \tag{4.16}$$

$$E\left[\left(1 - a_q\,\tilde{W}^*\right)(\tilde{r}_A - a_D - b_D\,\tilde{r}_A - c_D\,\tilde{\epsilon} - C_D'(D_Z^*))\right] = 0$$

$$\Leftrightarrow \quad \left(1 - a_q\,E[\tilde{W}^*]\right)((1 - b_D)\,r_f - a_D - C_D'(D_Z^*)) - a_q\,c_D^2\,D_Z^*\,\mathrm{var}[\tilde{\epsilon}] = 0\,, \tag{4.17}$$

$$E\left[\left(1 - a_q\,\tilde{W}^*\right)(r_f - \tilde{r}_A)\right] = 0$$

$$\Leftrightarrow \qquad A_Z^* - D_Z^*\,b_D - H_Z^* = 0\,. \tag{4.18}$$

Um die optimale Absicherungspolitik herzuleiten, zerlegt man den über (4.18) stehenden Erwartungswert in das Produkt zweier Erwartungswerte und setzt $E[\tilde{r}_A] = r_f$ ein. Im Anschluss ist der verbleibende Ausdruck durch $a_q\,\mathrm{var}[\tilde{r}_A]$ zu teilen. (4.16) und (4.17) sind ebenfalls die Resultate von Äquivalenzumformungen der Bedingungen erster Ordnung. Dabei sind die optimale Absicherungspolitik und die Unverzerrtheit des Terminmarktes zu berücksichtigen. Des Weiteren ist Gleichung (4.16) durch den Grenznutzen des erwarteten Endvermögens zu dividieren, der wegen $U'(W) > 0$ positiv ist.

Satz 45 *Angenommen, der Eigentümer einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko besitzt eine quadratische Nutzenfunktion und die Präferenzen verändern sich derart, dass a_q marginal ansteigt. Wenn der Terminmarkt unverzerrt ist, reduzieren die Entscheidungsträger das optimale Finanzanlagen- und Einlagenvolumen in gleichem Umfang. Das optimale Kreditvolumen verändern sie nicht. Das optimale Hedgingvolumen wird erhöht [bleibt gleich, wird gesenkt], wenn b_D größer als [gleich, kleiner als] eins ist.*

Beweis: Das optimale Kreditvolumen wird durch Gleichung (4.16) bestimmt, die unabhängig von a_q ist. Daher gilt $d\,L_Z^*/d\,a_q = 0$. Auch D_Z^* ist implizit definiert, und zwar durch Gleichung (4.17). Bezeichnet man die linke Seite der Gleichung vereinfachend mit $N = N\,(D_Z^*, L_Z^*, H_Z^*, a_q)$, lässt sich die Ableitung der impliziten Funktion über das totale Differential

$$\frac{\partial N}{\partial D_Z^*}\,\frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q} + \frac{\partial N}{\partial L_Z^*}\,\frac{d\,L_Z^*}{d\,a_q} + \frac{\partial N}{\partial H_Z^*}\,\frac{d\,H_Z^*}{d\,a_q} = -\frac{\partial N}{\partial a_q} \tag{4.19}$$

[36] Auf eine besondere Kennzeichnung der Entscheidungsvariablen, die auf die Präferenz- und Terminmarktannahmen aufmerksam macht, wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

berechnen.[37] Da die optimale Absicherungspolitik in der vollständigen Absicherung des Marktrisikos besteht, $H_Z^* = A_Z^* - D_Z^* \, b_D = \overline{K} + D_Z^* \, (1 - b_D) - L_Z^*$, ergibt sich

$$\frac{d\,H_Z^*}{d\,a_q} = \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q} \, (1 - b_D) - \frac{d\,L_Z^*}{d\,a_q} = \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q} \, (1 - b_D) \; . \tag{4.20}$$

Durch Einsetzen in das totale Differential folgt

$$\frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q} = \frac{-\dfrac{\partial\,N}{\partial\,a_q}}{\dfrac{\partial\,N}{\partial\,D_Z^*} + (1 - b_D) \, \dfrac{\partial\,N}{\partial\,H_Z^*}} \; . \tag{4.21}$$

Der Zähler des Bruches ist äquivalent zu

$$-\frac{\partial\,N}{\partial\,a_q} = E[\tilde{W}^*] \; ((1 - b_D) \, r_f - a_D - C_D' \, (D_Z^*)) + c_D^2 \, D_Z^* \, \mathrm{var}\,[\tilde{\epsilon}] \; . \tag{4.22}$$

Wegen (4.12), der Positivität von $E[\tilde{W}^*]$ und D_Z^* und der Nicht-Negativität von c_D ist er größer als null.[38] Der Nenner stimmt mit $\partial\,N / \partial\,D_Z^*$ überein, denn $\partial\,N / \partial\,H_Z^*$ ist bei unverzerrtem Terminmarkt null. Es gilt:

$$\begin{aligned} \frac{\partial\,N}{\partial\,D_Z^*} = &-a_q \; ((1 - b_D) \, r_f - a_D - C_D' \, (D_Z^*))^2 \\ &- \Big(1 - a_q \, E[\tilde{W}^*]\Big) \; C_D''(D_Z^*) - a_q \, c_D^2 \, \mathrm{var}\,[\tilde{\epsilon}] < 0 \, , \end{aligned} \tag{4.23}$$

da a_q und der Grenznutzen positiv sind und die Grenzkosten steigen. Zusammengenommen sinkt das optimale Einlagenvolumen mit steigendem a_q, d. h. $d\,D_Z^* / d\,a_q < 0$. Das optimale Finanzanlagenvolumen nimmt in gleichem Umfang ab. Andernfalls wäre die Bilanzgleichung der Bank verletzt. Die Ergebnisse für das optimale Hedgingvolumen sind direkte Implikationen von (4.20), wenn $d\,D_Z^* / d\,a_q < 0$ eingesetzt wird. □

Sofern Banken nicht all ihre Risiken vollständig absichern können und sich die Präferenzen des Eigentümers verändern, besteht für die Manager ein Handlungsbedarf, die optimale Geschäfts- oder auch Risikopolitik neu zu gestalten. Die Bank nimmt umso weniger Einlagen auf und investiert weniger risikobehaftet, je höher a_q ist. Das Ergebnis steht im Einklang mit dem Ergebnis aus Satz 42, das als Separationstheorem in abgeschwächter Form bezeichnet wurde. Es besagt, dass die Parameter der Nutzenfunktion einen Einfluss auf die optimale Finanzanlagen- und Einlagenpolitik haben.

[37] Vgl. bspw. Chiang (1984), S. 194 ff.

[38] Wäre das erwartete Endvermögen kleiner oder gleich null, würde der Eigentümer entweder auf eine Gründung des Unternehmens verzichten oder keine Bankgeschäfte tätigen. Beide Fälle sind per Annahme ausgeschlossen.

Ebenso sind die Ergebnisse des Satzes 44 wieder zu finden. Die Bankmanager verkaufen Finanzanlagen im Umfang der offenen Marktrisikoposition, da sie den Terminmarkt als unverzerrt einschätzen. Ob ein Anstieg von a_q zu einer Ausweitung oder Reduzierung des Terminkontraktvolumens führt, hängt davon ab, wie sich die offene Marktrisikoposition entwickelt. Wenn $b_D > (=, <)\ 1$ ist, sinkt der Marktrisikoanteil des Passivgeschäfts stärker (gleich viel, schwächer) als die Marktrisikoposition des Aktivgeschäfts. Die Absicherungswirkung des Einlagengeschäfts nimmt ab (bleibt gleich, nimmt zu), und die offene Marktrisikoposition wird größer (bleibt gleich, wird kleiner). Die Bankmanager müssen das Hedgingvolumen erhöhen (unverändert lassen, reduzieren), um Full Hedging zu erreichen.

Wie wirkt sich eine Präferenzänderung auf den Grad der absoluten Risikoaversion aus? Das Ausmaß der Risikoaversion hängt neben dem Parameter a_q von dem Endvermögen des Bankeigentümers ab, so dass zwei Effekte entstehen. Auf der einen Seite steigt $-U''(W)/U'(W)$ ceteris paribus an, wenn a_q zunimmt. Auf der anderen Seite passen die Bankmanager die optimale Geschäfts- und Risikopolitik an die neuen Rahmenbedingungen an. Dadurch verändert sich die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens, was Auswirkungen auf den Grad der absoluten Risikoaversion hat. Bei gegebener Realisation von $\tilde{\epsilon}$ gilt für Banken, die Marktrisiko auf unverzerrten Terminmärkten absichern können:

$$\begin{aligned} \frac{d\,W^*}{d\,a_q} &= \left(\frac{d\,A_Z^*}{d\,a_q} - \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q}\, b_D \right) r_f - \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q}\, (a_D + c_D\, \epsilon) - C_D'(D_Z^*)\, \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q} \\ &= \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q}\, ((1 - b_D)\, r_f - a_D - C_D'(D_Z^*)) - \frac{d\,D_Z^*}{d\,a_q}\, c_D\, \epsilon\,. \end{aligned} \tag{4.24}$$

Das zweite Gleichheitszeichen folgt durch Einsetzen der Bilanzgleichung. Wegen $d\,D_Z^*/ d\,a_q < 0$ und (4.12) ist der erste Ausdruck auf der rechten Seite negativ. Das gleiche Vorzeichen nimmt $d\,W^*/d\,a_q$ an, falls ϵ nicht zu groß ist. Eine Erhöhung von a_q führt zumindest für einen Teil der Umweltzustände zu einer Verminderung des Endvermögens. Somit existiert ein zweiter Effekt, der reduzierend auf den Grad der absoluten Risikoaversion wirkt. Die beiden Effekte sind gegenläufig, und es ist nicht möglich, von a_q auf die Höhe der absoluten Risikoaversion zu schließen.

Um eine Erklärung dafür zu finden, warum eine Änderung der Nutzenfunktion ein Motiv erzeugt, Risiko zu reduzieren, bietet es sich an, den erwarteten Nutzen durch eine Funktion darzustellen, die von den ersten beiden Momenten der Wahrscheinlichkeitsverteilung abhängig ist. Für quadratische Nutzenfunktionen des obigen Typs beläuft sich die zugehörige (μ, σ)-Präferenzfunktion auf $E[U(\tilde{W})] = E[\tilde{W}] - (a_q/2)\,(\mathrm{var}[\tilde{W}] + E[\tilde{W}]^2)$.[39] Ein marginaler Anstieg von a_q sorgt ceteris paribus für eine Abnahme des erwarteten Nutzens. Um die Erwartungsnutzeneinbuße zu kompensieren, versuchen die Bankmanager, den Erwartungswert und die Varianz des Endvermögens zu reduzieren. Während geringere Schwankungen den Zielfunktionswert erhöhen, hat ein geringerer Erwartungswert positive wie negative Folgen. Dennoch ist eine stückweise Reduzierung von $E[\tilde{W}]$ optimal. Um die gewünschten Änderungen zu erzielen, muss das Management das Einlagenvolumen reduzieren. Denn auf unverzerrten Terminmärkten haben weder das Kredit- noch das Hedgingvolumen Einfluss auf den Erwartungswert und die Varianz des Endvermögens.[40] Durch ein geringeres Einlagenvolumen verfügen die Entscheider über eine geringere Mittelausstattung, und bei unveränderter Kreditvergabe investieren sie weniger risikobehaftet. Je nach Entwicklung der offenen Marktrisikoposition ist das Hedgingvolumen anschließend geeignet zu modifizieren.

Die nächste Sensitivitätsanalyse untersucht den Einfluss von Fixkosten. Bislang waren Fixkostenänderungen und Änderungen der absoluten Risikoaversion immer eng miteinander verknüpft. Fixkosten wirkten sich indirekt über die absolute Risikoaversion auf die optimale Bankpolitik aus und konnten als Einkommenseffekt interpretiert werden. Unter der Annahme einer quadratischen Nutzenfunktion hat der Parameter a_q aber nur bedingt etwas mit der absoluten Risikoaversion zu tun. Insofern überrascht es nicht, dass zwischen dem Effekt höherer Fixkosten und dem Effekt einer Änderung von a_q kein unmittelbarer Zusammenhang besteht.

Satz 46 *Trifft der Eigentümer einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko Entscheidungen auf der Basis einer quadratischen Nutzenfunktion, so gilt: Wenn der Terminmarkt unverzerrt ist und die Fixkosten marginal ansteigen, nehmen die Bankmanager weitere Einlagen auf und investieren die zusätzlichen Mittel risikobehaftet. Das optimale Kreditvolumen verändern sie nicht. Wenn b_D größer [kleiner] als eins ist, kaufen [verkaufen] sie Finanzanlagen per Termin und reduzieren [erhöhen] das optimale Hedgingvolumen, wohingegen bei $b_D = 1$ keine Änderung des Hedgingvolumens stattfindet.*

[39] Die Vereinbarkeit von Bernoulli-Prinzip und (μ, σ)-Prinzip bei quadratischer Nutzenfunktion weisen bspw. Franke/Hax (2004), S. 308 nach.

[40] Die partiellen Ableitungen des Erwartungswertes und der Varianz des Endvermögens nach dem Kredit- und Hedgingvolumen nehmen bei $E[\tilde{r}_A] = r_f$ im Optimum den Wert null an. Für das optimale Einlagenvolumen gilt: $\frac{\partial E[\tilde{W}^*]}{\partial D_Z^*} = (1 - b_D)\, r_f - a_D - C'_D(D_Z^*) > 0$ und $\frac{\partial \,\mathrm{var}[\tilde{W}^*]}{\partial D_Z^*} = 2\, D_Z^*\, c_D^2\, \mathrm{var}[\tilde{\epsilon}] > 0$.

Beweis: Das Kreditvolumen ist unabhängig von den Fixkosten, da nach (4.16) $d\,L_Z^*/d\,C_F = 0$ gilt. Um die Änderungen des Einlagenvolumens ausfindig zu machen, sind die Auswirkungen auf Gleichung (4.17) zu analysieren. Sei $N = N\,(D_Z^*, L_Z^*, H_Z^*, C_F)$ die linke Seite der Gleichung, dann lässt sich das totale Differential mit Hilfe von (4.20) umformen zu:

$$\frac{d\,D_Z^*}{d\,C_F} = \frac{-\dfrac{\partial\,N}{\partial\,C_F}}{\dfrac{\partial\,N}{\partial\,D_Z^*} + (1-b_D)\,\dfrac{\partial\,N}{\partial\,H_Z^*}} = \frac{-a_q\,\left((1-b_D)\,r_f - a_D - C_D'\,(D_Z^*)\right)}{\dfrac{\partial\,N}{\partial\,D_Z^*}}\,. \tag{4.25}$$

Wegen $a_q > 0$ und (4.12) ist der Zähler negativ, ebenso wie der Nenner nach (4.23). Es folgt $d\,D_Z^*/d\,C_F > 0$. Mit der Bilanzgleichung (4.1) ergibt sich $d\,A_Z^*/d\,C_F > 0$. Da sich bei Unverzerrtheit Full Hedging als optimale Absicherungspolitik erweist, muss für das optimale Hedgingvolumen gelten:

$$\frac{d\,H_Z^*}{d\,C_F} = \frac{d\,D_Z^*}{d\,C_F}\,(1-b_D) - \frac{d\,L_Z^*}{d\,C_F} = \underbrace{\frac{d\,D_Z^*}{d\,C_F}}_{>0}\,(1-b_D) \begin{cases} <0\,, & \text{falls} \quad b_D > 1\,, \\ =0\,, & \text{falls} \quad b_D = 1\,, \\ >0\,, & \text{falls} \quad b_D < 1\,. \end{cases} \tag{4.26}$$

□

Kreditinstitute mit einer höheren Fixkostenbelastung oder einem geringeren Anfangsvermögen des Bankeigentümers nehmen in größerem Umfang Einlagen auf und investieren verstärkt risikobehaftet. Die Änderungen der Bilanzpolitik sind auf Änderungen der Risikobereitschaft zurückzuführen. Die Risikobereitschaft steigt, da Präferenzen mit zunehmender absoluter Risikoaversion vorliegen und zustandsunabhängige Verminderungen des Endvermögens zu einer geringeren absoluten Risikoaversion führen. Demzufolge ist eine Ausweitung der Risikoposition optimal, und die Bankmanager gehen durch die Aufnahme zusätzlicher Einlagen mehr Zinsrisiko ein. Änderungen der Marktrisikoposition kommen nicht in Frage, da der Terminmarkt unverzerrt ist und sich das Unternehmen vollständig gegenüber Marktrisiko absichert. Die Manager erhöhen zwar das Finanzanlagenvolumen, um bei konstantem Kreditvolumen die Bilanzgleichung nicht zu verletzen, etwaige Veränderungen der offenen Marktrisikoposition gleichen sie aber durch eine Anpassung des Hedgingvolumens aus, so dass die offene Marktrisikoposition unter Berücksichtigung der Absicherungsmaßnahmen null ist. Wie in den Kapiteln zuvor wirken Fixkosten ausschließlich über die absolute Risikoaversion.

4.1.4 Änderungen des Erwartungswertes und der Varianz des Einlagenzinssatzes

Die optimale Geschäfts- und Risikopolitik hängt neben den Parametern der Nutzenfunktion und den Fixkosten auch von der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Einlagenzinssatzes ab. In diesem Abschnitt wird überprüft, wie die Bankmanager auf marginale Änderungen einzelner Momente der Wahrscheinlichkeitsverteilung reagieren. Dabei stehen der Erwartungswert und die Varianz des Einlagenzinssatzes im Mittelpunkt. Beide Verteilungsänderungen sind sehr speziell und beruhen auf Anstiegen der Parameter a_D und c_D in dem Regressionsmodell (4.3). Falls a_D höher eingeschätzt wird, sind am Ende des Planungshorizontes in jedem Zustand höhere Einlagenzinsen zu zahlen. Der erwartete Einlagenzins steigt, die Varianz verändert sich nicht. Wenn auf der anderen Seite die Beurteilung des Parameters c_D höher ausfällt und die Bankmanager von einem höheren Restrisiko ausgehen, bleibt der Erwartungswert konstant, während die Varianz des Einlagenzinssatzes infolge größerer Zinsschwankungen zunimmt.

Satz 47 *Angenommen, der Eigentümer einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko plant mit einer quadratischen Nutzenfunktion und der Terminmarkt ist unverzerrt. Wenn der erwartete Einlagenzins durch eine Erhöhung von a_D steigt, verändern die Bankmanager die optimale Kreditpolitik nicht. Ob sie die optimale Finanzanlagen- und Einlagenpolitik ausweiten oder verringern, ist ohne weitere Annahmen nicht zu beantworten. Falls eine Ausweitung des Einlagengeschäfts vorteilhaft ist und die Entscheider $b_D < [>] 1$ schätzen, verkauft [kauft] die Bank weitere Finanzanlagen per Termin. Sollte hingegen eine Reduzierung des Einlagengeschäfts optimal sein und $b_D < [>] 1$ gelten, kauft [verkauft] das Unternehmen Finanzanlagen per Termin. In allen anderen Fällen wird das Hedgingvolumen nicht verändert.*

Beweis: Die Aussage für das optimale Kreditvolumen folgt durch Gleichung (4.16), die unabhängig von a_D ist. Sei $N = N(D_Z^*, L_Z^*, H_Z^*, a_D)$ die linke Seite von (4.17). Unter Berücksichtigung des nach a_D differenzierten, optimalen Hedgingvolumens gilt

$$\frac{d\,D_Z^*}{d\,a_D} = \frac{-a_q\,D_Z^*\left((1-b_D)\,r_f - a_D - C_D'\left(D_Z^*\right)\right) + \left(1 - a_q\,E[\tilde{W}^*]\right)}{\dfrac{\partial\,N}{\partial\,D_Z^*}}\,. \tag{4.27}$$

Das Vorzeichen des Zählers ist uneindeutig, denn der erste Term weist bei $a_q, D_Z^* > 0$ wegen (4.12) ein negatives Vorzeichen auf, während der zweite Term auf Grund des positiven Grenznutzens größer als null ist. Ohne weitere Annahmen ist nicht klar, welcher Effekt dominiert. Auf unverzerrten Terminmärkten sichert die Bank ihre gesamte offene Marktrisikoposition ab. Dies ist das Ergebnis von Satz 44. Leitet man $H_Z^* = \overline{K} + D_Z^* (1 - b_D) - L_Z^*$ nach a_D ab und setzt $d\, L_Z^* / d\, a_D = 0$ ein, erhält man die Aussagen für das optimale Hedgingvolumen. □

Kreditinstitute, die langfristig laufende Kredite mit kurzfristigen Einlagen finanzieren und unabhängig vom eintretenden Umweltzustand höhere Einlagenzinsen zahlen, müssen nicht notwendigerweise eine andere Geschäfts- und Risikopolitik präferieren als Banken, die geringere Zinsen vergüten. Denn höhere Einlagenzinsen rufen zwei Effekte hervor, einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt, und es ist nicht auszuschließen, dass sich beide Effekte gegenseitig neutralisieren.[41] Der Substitutionseffekt wirkt negativ auf das Finanzanlagen- und Einlagenvolumen. Er ist eindeutig und auf Verschlechterungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zurückzuführen. In (4.27) gibt der zweite Ausdruck auf der rechten Seite den Substitutionseffekt an. Neben dem Substitutionseffekt existiert ein Einkommenseffekt, der isoliert gesehen für eine Ausweitung der Geschäftstätigkeit sorgt. Er ist ebenfalls eindeutig, wie an dem ersten Ausdruck in (4.27) zu erkennen ist, und entspricht dem mit D_Z^* multiplizierten Effekt einer Fixkostenerhöhung. Höhere Einlagenzinsen mindern das Endvermögen des Bankeigentümers in jedem Zustand, und die Bereitschaft, Risiken einzugehen, wächst. Dies spricht für eine Erhöhung des Einlagenumfangs. Beide Effekte wirken gegeneinander, und ohne einschränkende Annahmen ist nicht klar, welcher Effekt dominiert. Sollte sich das Bankenmanagement ggf. dazu entschließen, Änderungen der Geschäfts- oder auch Risikopolitik vorzunehmen, sind davon nur das Finanzanlagen-, das Einlagen- und das Absicherungsgeschäft betroffen. Das Kreditgeschäft wird nicht verändert, da in diesem Geschäftsbereich Separation gilt und der Kreditumfang unabhängig vom Einlagenzins ist. Falls Änderungen des Hedgingvolumens notwendig sind, kommen diese durch Änderungen der offenen Marktrisikoposition zu Stande. Es werden genau so viele Finanzanlagen per Termin verkauft oder gekauft, dass das Unternehmen keinem Marktrisiko mehr ausgesetzt ist.

[41] Die Zerlegung des Gesamteffektes in einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt erfolgt wie in Kapitel 2. Der Einkommenseffekt wird dabei als der auf Fixkostenänderungen basierende Effekt angesehen, der Substitutionseffekt ist der Gesamteffekt abzüglich des Einkommenseffekts.

Satz 48 *Sofern der Eigentümer einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko eine quadratische Nutzenfunktion besitzt und von einem unverzerrten Terminmarkt ausgeht, gilt: Schätzen die Manager des Instituts die Varianz des Einlagenzinssatzes bei konstantem Erwartungswert höher ein, indem sie ein höheres c_D unterstellen, ist eine Reduzierung des optimalen Finanzanlagen- und Einlagenvolumens optimal. Das optimale Kreditvolumen wird nicht verändert. Zu Änderungen des optimalen Absicherungsvolumens kommt es, wenn b_D von eins abweicht. Falls $b_D > [<]\ 1$ ist, ist das optimale Hedgingvolumen zu erhöhen [reduzieren].*

Beweis: Gleichung (4.16) impliziert $d\,L_Z^*/d\,c_D = 0$. Mit der Ableitung des optimalen Hedgingvolumens nach c_D, $d\,H_Z^*/d\,c_D = d\,D_Z^*/d\,c_D\,(1-b_D)$, lässt sich das totale Differential der Gleichung (4.17), deren linke Seite abkürzend mit $N = N\,(D_Z^*, L_Z^*, H_Z^*, c_D)$ bezeichnet wird, darstellen durch:

$$\frac{d\,D_Z^*}{d\,c_D} = \frac{-\dfrac{\partial N}{\partial c_D}}{\dfrac{\partial N}{\partial D_Z^*} + (1-b_D)\,\dfrac{\partial N}{\partial H_Z^*}} = \frac{2\,a_q\,c_D\,D_Z^*\,\mathrm{var}[\tilde{\epsilon}]}{\dfrac{\partial N}{\partial D_Z^*}}\,. \tag{4.28}$$

Der Zähler ist positiv, der Nenner wegen (4.23) negativ. Insgesamt besitzt $d\,D_Z^*/d\,c_D$ ein negatives Vorzeichen, ebenso wie $d\,A_Z^*/d\,c_D$, denn ansonsten wäre die Bilanzgleichung verletzt. Mit der Ableitung des Hedgingvolumens ergeben sich die Aussagen für H_Z^*.

□

Gegenüber dem Erwartungswert führt eine höhere Varianz des Einlagenzinssatzes stets zu einer Reduzierung des Finanzanlagen- und Einlagengeschäfts.[42] Die Bankmanager gehen weniger Zinsrisiko ein, um die mit einer höheren Zinsvolatilität verbundene Zunahme der Varianz des Endvermögens auszugleichen. Dies hat ein geringeres, nicht absicherbares Restrisiko und eine geringere Absicherungswirkung des Passivgeschäfts zur Folge. Um die Bilanzgleichung einzuhalten und die offene Marktrisikoposition bei Unverzerrtheit des Terminmarktes vollständig abzusichern, sind weniger Finanzanlagen zu kaufen und, je nach Ausprägung von b_D, mehr oder weniger Absicherungsmaßnahmen zu tätigen. Durch die Änderungen sinken der Erwartungswert und die Varianz des Endvermögens. In welchem Umfang Minderungen von Ertrag und Risiko optimal sind, hängt davon ab, wie der Eigentümer Ertrag und Risiko in seiner Präferenzfunktion gewichtet. Dabei ist der Parameter a_q von entscheidender Bedeutung, der sich als eine

[42] Ein ähnliches Ergebnis erzeugt auch Adam-Müller (1995), S. 140 ff. für Exportunternehmen unter Wechselkurs- und Basisrisiko.

Art Gewichtungsfaktor interpretieren lässt.[43]

Zusammenfassend bleibt folgendes festzuhalten: Kreditinstitute sind in der Regel nicht nur Marktrisiko, sondern auch Zinsrisiko ausgesetzt. Das Zinsrisiko beruht auf unterschiedlichen Fristigkeitsstrukturen der Aktiv- und Passivseite der Bilanz. Es entspricht einem Refinanzierungsrisiko, wenn die Bankmanager Einlagen mit kurzer Laufzeit zur Finanzierung von Krediten mit langer Laufzeit heranziehen, und äußert sich in einem unsicheren Einlagenzins. Beide Risiken sind positiv miteinander korreliert und aus Sicht der Bank endogen. Die Zusammenhänge zwischen der Finanzanlagenrendite und dem Einlagenzins können mit Hilfe eines einfachen, linearen Regressionsmodells beschrieben werden. In diesem Fall lässt sich ein Teil des Zinsrisikos als Marktrisiko auffassen, während das verbleibende Restrisiko stochastisch unabhängig ist und einen Erwartungswert von null hat. Wie gut das Regressionsmodell die tatsächliche Beziehung wiedergibt, ist ungewiss und muss im Rahmen empirischer Untersuchungen gesondert überprüft werden. Falls die Regressionsbedingung zu Grunde gelegt wird und die Möglichkeit besteht, Marktrisiko auf kompetitiven Forward-Märkten zu handeln, hängt die optimale Geschäftspolitik von den Präferenzen des Eigentümers und der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins ab. Das Separationstheorem gilt nicht mehr, außer im Kreditgeschäft, in dem die optimale Entscheidung ohne Kenntnis der Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung getroffen werden kann. Diese Form der Separation lässt sich als abgeschwächte Separation interpretieren. Risikopolitisch ist die Risikoprämie des Terminmarktes von großer Bedeutung. Die Bank sichert ihre gesamte offene Marktrisikoposition ab, wenn die Risikoprämie null ist. Bei Backwardation oder Contango entscheidet sie sich für eine Unter- bzw. Überabsicherung. In die offene Marktrisikoposition gehen nicht nur die Risiken des Aktivgeschäfts ein. Auch das Passivgeschäft ist zu berücksichtigen, denn unter dem verwendeten Regressionsmodell lässt sich ein Teil des Zinsrisikos durch Marktrisiko erklären. Ändern sich die Präferenzen des Eigentümers oder ein anderer exogener Parameter, sind die Auswirkungen auf die optimalen Entscheidungen im Allgemeinen nicht mehr zu analysieren. Es sind strengere Annahmen notwendig, die entweder die Nutzenfunktion oder die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung einschränken. Eindeutige Ergebnisse liegen vor, wenn der Eigentümer eine quadratische Nutzenfunktion besitzt und die Manager von einem unverzerrten Terminmarkt ausgehen.

[43]Der Parameter a_q stellt kein Gewichtungsfaktor im eigentlichen Sinne dar, da sowohl var$[\tilde{W}]$ als auch $E[\tilde{W}]$ mit ihm multipliziert in die Präferenzfunktion eingehen. Vgl. Franke/Hax (2004), S. 308.

Tabelle 4.2 gibt die Ergebnisse der noch fehlenden komparativ-statischen Analysen an. Dabei handelt es sich um die variablen Kosten des Kreditgeschäfts, die Varianz der Finanzanlagenrendite, den Kreditzinssatz und das Eigenkapital der Bank. Änderungen der erwarteten Finanzanlagenrendite und des Terminkurses kommen nicht in Frage, da sie ceteris paribus zu einer Verletzung der Unverzerrtheitsannahme führen. Falls die Kosten für einperiodige, risikolose Kredite marginal ansteigen, substituieren die Bankmanager einen Teil des Kreditgeschäfts durch zusätzliches Finanzanlagengeschäft. Zugleich nehmen sie verstärkt Einlagen auf. Ob eine Ausweitung oder Reduzierung des Terminkontraktvolumens optimal ist, hängt von dem Parameter b_D ab. Bei $b_D \leq 1$ verkauft die Bank weitere Finanzanlagen am Terminmarkt, während bei $b_D > 1$ keine Aussage über das Anpassungsverhalten möglich ist.

Marginale Zunahme von	θ	β	r_L	$\overline{K}$
L_Z^*	$\downarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\rightarrow$
A_Z^*	$\uparrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
D_Z^*	$\uparrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\downarrow$
H_Z^*	$b_D \leq 1 : \uparrow$ $b_D > 1 : \uparrow\downarrow$	$\rightarrow$	$b_D \leq 1 : \downarrow$ $b_D > 1 : \uparrow\downarrow$	$\uparrow$

Tabelle 4.2: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko bei quadratischer Nutzenfunktion und unverzerrtem Terminmarkt

4.1.5 Beispiel

Bevor Regulierungsvorschriften mit in die Untersuchungen einfließen, sollen die Ergebnisse abschließend anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Zusätzlich zu den bisherigen Annahmen werden folgende Prämissen unterstellt: Der Eigentümer der Universalbank trifft Entscheidungen auf der Grundlage der exponentiellen Nutzenfunktion $U(W) = -e^{-aW}$ mit $a > 0$. Gegenüber der quadratischen Nutzenfunktion hat die exponentielle Nutzenfunktion den Vorteil, dass sie über die Eigenschaft konstanter absoluter Risikoaversion verfügt, was entscheidungstheoretisch sinnvoller erscheint. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse mit denen früherer Abschnitte zu vergleichen.

Die variablen Kredit- und Einlagenkosten belaufen sich auf $C_L(L_Z) = \theta\, L_Z^2/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$ und $C_D(D_Z) = D_Z^2/2$. Die Bankmanager gehen davon aus, dass die Finanzanlagenrendite und das Restrisiko $\tilde{\epsilon}$ normalverteilt sind.[44] Den Erwartungswert und die Varianz der Finanzanlagenrendite beziffern sie auf μ_{r_A} bzw. $\sigma^2_{r_A}$, die Varianz des Restrisikos auf σ^2_ϵ. Dann ist die Ergebnisgröße, das Endvermögen des Bankeigentümers, ebenfalls normalverteilt. Wenn μ den Erwartungswert und σ^2 die Varianz des Endvermögens bezeichnen, steht der Bankgründer vor folgendem Optimierungsproblem:

$$\max_{L_Z \geq 0, D_Z \geq 0, H_Z} \; \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2 ,$$

mit

$$\begin{aligned} \mu &= L_Z\left(r_L - \mu_{r_A}\right) - D_Z\left(a_D + b_D\,\mu_{r_A} - \mu_{r_A}\right) + \overline{K}\,\mu_{r_A} \\ &\qquad - \theta\,\frac{L_Z^2}{2} - \frac{D_Z^2}{2} - C_F + H_Z\left(r_f - \mu_{r_A}\right) + I , \\ \sigma^2 &= \left(\overline{K} + D_Z\,(1 - b_D) - L_Z - H_Z\right)^2\,\sigma^2_{r_A} + D_Z^2\,c_D^2\,\sigma^2_\epsilon . \end{aligned} \tag{4.29}$$

Unter der Annahme, dass L_Z^*, A_Z^* und D_Z^* größer als null sind und das Bankmanagement Randlösungen nicht in Betracht zieht, geben die gleich null gesetzten partiellen Ableitungen der Präferenzfunktion notwendige und hinreichende Bedingungen an, die die optimale Geschäfts- und Risikopolitik erfüllen muss. Löst man das entstehende Gleichungssystem nach den Entscheidungsvariablen auf und setzt die Ergebnisse in die Bilanzgleichung (4.1) ein, erhält man:

$$\begin{aligned} L_Z^* &= \frac{r_L - r_f}{\theta} , \\ A_Z^* &= \overline{K} + D_Z^* - L_Z^* , \\ D_Z^* &= \frac{(1 - b_D)\,r_f - a_D}{1 + a\,c_D^2\,\sigma^2_\epsilon} \end{aligned} \tag{4.30}$$

und

$$H_Z^* = \frac{r_f - \mu_{r_A}}{a\,\sigma^2_{r_A}} + A_Z^* - D_Z^*\,b_D .$$

[44] Die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Restrisiko entspricht einer (bivariaten) Normalverteilung, da bei stochastischer Unabhängigkeit von $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$ die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung das Produkt der Randverteilungen ist. Vgl. Sydsæter et al. (1999), S. 183.

Die optimale Finanzanlagen- und Einlagenpolitik einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko hängt von der absoluten Risikoaversion und der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins ab, wenn nicht alle Risiken vollständig handelbar sind. Separation gilt nur für das optimale Kreditgeschäft. Wenn der erwartete Einlagenzins einer Bank mit Zinsrisiko nicht unter dem deterministischen Einlagenzins derselben Bank ohne Zinsrisiko liegt, nimmt die Bank mit Zinsrisiko weniger Einlagen auf. Im Aktivgeschäft vergibt sie gleich viele Kredite und investiert weniger risikobehaftet. Dies zeigt ein Vergleich der optimalen Geschäftspolitiken in (3.18) und (4.30). Die optimale Risikopolitik hängt von der offenen Marktrisikoposition, der Risikoprämie des Terminmarktes, der absoluten Risikoaversion und der Varianz der Finanzanlagenrendite ab. Die Bankmanager entscheiden sich für eine Unterabsicherung (vollständige Absicherung, Überabsicherung) der offenen Marktrisikoposition, wenn die Risikoprämie positiv (null, negativ) ist. Mit zunehmendem Einlagenvolumen sinkt jedoch die offene Marktrisikoposition.

4.2 Bankmodell mit Regulierungsvorschriften

Kreditinstitute erfüllen zahlreiche Aufgaben in einer Volkswirtschaft, zu denen unter anderem die Transformationsfunktionen zählen. Um die Wahrnehmung dieser Funktionen durch eine unvorsichtige Geschäfts- und Risikopolitik nicht zu gefährden, sind die Institute einer besonderen Regulierung ausgesetzt. Regulierungsvorschriften haben zum Ziel, die Übernahme von Risiken durch die Bank zu beschränken. Über derartige Vorschriften nimmt der Gesetzgeber Einfluss auf die bilanziellen und außerbilanziellen Entscheidungen. Wie Kreditinstitute auf die Einführung bzw. die Existenz von Regulierungsvorschriften reagieren, wird im weiteren Verlauf eingehend analysiert. Die im Mittelpunkt stehenden Unternehmen sind Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt und besitzen Zugang zu einem kompetitiven Terminmarkt, auf dem sie Marktrisiko gestalten können. Die Ausstattung an Eigenmitteln ist gering, so dass die gesetzlichen Vorschriften zu Einschränkungen der Investitions- und Finanzierungspolitik führen.

Auf Grund der Fülle von Regulierungsvorschriften ist es notwendig, sich auf die wichtigsten Regelungen zu konzentrieren und die anderen als erfüllt anzusehen. Wie in den Kapiteln zuvor werden lediglich Vorschriften zur Begrenzung von Adressenausfallrisiken und Marktpreisrisiken berücksichtigt. Während Adressenausfallrisiken prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen sind, besteht bei den Marktpreisrisiken eine Wahlmöglichkeit, Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zur Berechnung einer angemessenen Eigenmittelausstattung zu verwenden. In Abschnitt 4.2.1 setzen die Manager Standardverfahren ein, um die Gesamtrisikoposition zu kalkulieren, wohingegen die Entscheidung in Abschnitt 4.2.2 auf eigene Risikomodelle fällt.

4.2.1 Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung

Die nachfolgenden Ausführungen sind in fünf Abschnitte untergliedert: Nachdem das Grundmodell einer Universalbank unter Markt- und Zinsrisiko um die einzuhaltende Regulierungsvorschrift erweitert wurde, findet in Abschnitt 4.2.1.2 eine Charakterisierung der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik statt. Im Anschluss wird geprüft, welche Änderungen die Entscheidungsträger vornehmen, wenn die absolute Risikoaversion des Bankeigentümers, die Fixkosten, der Erwartungswert oder die Varianz des Einlagenzinssatzes marginal ansteigen. Diesem Unterfangen widmen sich die Abschnitte 4.2.1.3 und 4.2.1.4. Um Ergebnisse ableiten zu können, sind Einschränkungen der Präferenzen notwendig. Dazu wird ein strengeres Maß der absoluten Risikoaversion benutzt. Den Abschluss der Untersuchungen bildet Abschnitt 4.2.1.5, in dem die Ergebnisse anhand eines einfachen Beispiels verdeutlicht werden.

4.2.1.1 Modell

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist ein Kreditinstitut, das Einlagen aufnimmt, Kredite vergibt, in Finanzanlagen investiert und Absicherungsgeschäfte tätigt. Das Unternehmen ist zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet und hat sich für die Verwendung von Standardverfahren entschieden. Demnach sind die Adressenausfallrisiken der Kredite und die Marktpreisrisiken der Finanzanlagen prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen.[45] Die Unterlegungssätze für die Aktivgeschäfte belaufen sich auf 8 %, da die Bank ausschließlich Kredite an Nichtbanken vergibt und bei den Marktpreisrisiken auf eine Unterteilung in eine allgemeine und eine besondere Risikokomponente verzichtet wird. Durch den Handel mit Terminfixkontrakten haben die Manager die Möglichkeit, gegenläufige Positionen im Finanzanlagengeschäft aufzubauen. Unterlegungspflichtig sind dann nicht die Einzelpositionen, sondern der Saldo der Ein-

[45] Vgl. § 2 GS I sowie die Ausführungen in Abschnitt 2.2.1.1.

zelpositionen, die Nettoposition.[46] Abweichend von den gesetzlichen Vorschriften wird im weiteren Verlauf unterstellt, dass außerbilanzielle Geschäfte nicht mit in die Regulierungsvorschrift eingehen und die Bank trotz Absicherungsmöglichkeit des Marktrisikos ihr gesamtes Finanzanlagenvolumen mit haftendem Eigenkapital unterlegen muss. Dafür sprechen mehrere Gründe. Zum einen geht der überwiegende Teil der Literatur von dieser Annahme aus.[47] Möglicherweise sind die gesetzlichen Unterlegungsvorschriften in anderen Ländern strenger und untersagen die Verwendung von Nettopositionen.[48] Oder es wird bewusst auf eine Saldierung gleichartiger Ansprüche und Verpflichtungen verzichtet, um den Rechenaufwand in Grenzen zu halten. Mit Hedgingaktivitäten in der Regulierungsvorschrift ist die Zielfunktion nicht überall stetig differenzierbar, und es sind aufwändige Fallunterscheidungen wie in Abschnitt 3.2.1.1 notwendig. Zum anderen können allgemeinere komparativ-statische Analysen durchgeführt werden. Die Präferenzen des Eigentümers brauchen nicht mehr auf eine konkrete Nutzenfunktion beschränkt werden, sondern es reicht aus, wenn sie bestimmte, im weiteren Verlauf näher zu spezifizierende Eigenschaften erfüllen. Insofern sind die Ergebnisse auch ökonomisch von größerer Relevanz.

Unter den genannten Prämissen stimmt die Regulierungsvorschrift mit der in Abschnitt 2.2.1.1 vorgestellten Vorschrift überein. Sie fordert, dass die Bank mindestens Eigenmittel im Umfang des mit einem verallgemeinerten Unterlegungssatz $\hat{\kappa} \in (0,1)$ multiplizierten Kredit- und Finanzanlagengeschäfts besitzen muss. Durch Einsetzen der Bilanzgleichung lässt sich die einzuhaltende Bedingung in eine Vorschrift für das Einlagenvolumen transformieren. Danach darf das mit dem modifizierten Unterlegungssatz $\kappa = \hat{\kappa}/(1-\hat{\kappa})$ multiplizierte Einlagenvolumen das Eigenkapital nicht überschreiten. Falls die Eigenmittel des Instituts nicht ausreichen, um die optimale Geschäfts- und Risikopolitik ohne Regulierungsvorschriften zu realisieren, sind Einschränkungen der optimalen Bankpolitik erforderlich. Diese werden so vorgenommen, dass die gesetzliche Vorschrift mit Gleichheit erfüllt ist und die optimale Investitions- und Finanzierungspolitik auf dem Rand des zulässigen Bereichs liegt. Darüber hinausgehende Reduzierungen des Einlagengeschäfts sind nicht optimal, da sie zu einem geringeren

[46] Vgl. §§ 18 und 19 GS I sowie die Ausführungen in Abschnitt 3.2.1.1.

[47] Vgl. u. a. die Beiträge von Koehn/Santomero (1980), Kim/Santomero (1988), Broll/Guinnane (1999) und Broll/Jaenicke (2000). Sie setzen allesamt die gesamte Risikoposition in der Regulierungsvorschrift an, obwohl nicht ausgeschlossen ist, dass es gegenläufige Positionen in gleichen Wertpapieren geben kann.

[48] Baltensperger (1990) vergleicht die wichtigsten Regulierungsvorschriften bedeutender Industrieländer miteinander. Vgl. Baltensperger (1990), S. 13 f.

Erwartungsnutzenniveau führen. Bezeichnet $D_{Z,S}$ das Einlagenvolumen einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko, die Standardverfahren nutzt, beläuft sich die einzuhaltende Regulierungsvorschrift auf:[49]

$$\overline{K} = \kappa \, D^*_{Z,S} \,. \tag{4.31}$$

Wenn Absicherungsmaßnahmen nicht unterlegungspflichtig sind und keine Verrechnung mit den Finanzanlagen stattfindet, steht die optimale Einlagenpolitik bereits fest. Sie erfüllt die notwendige Bedingung (4.31). Die Aufgaben des Bankenmanagements bestehen dann einzig und allein darin, über eine Aufteilung der vorhandenen Mittel auf Kredite, bezeichnet mit $L_{Z,S}$, und Finanzanlagen, bezeichnet mit $A_{Z,S}$, zu entscheiden, und das Absicherungsvolumen $H_{Z,S}$ festzulegen.

Die Kreditgeschäfte besitzen eine vertraglich vereinbarte Laufzeit von einer Periode. Über denselben Zeitraum legen die Manager einen Teil der Mittel Marktrisiko-behaftet am Kapitalmarkt an. Eine vorzeitige Veräußerung der Finanzanlagengeschäfte kommt nicht in Frage. Allerdings ist es möglich, die Verkaufskonditionen schon zu Beginn der Planung zu fixieren. Es stehen Terminfixgeschäfte zur Verfügung, die am kompetitiven Terminmarkt in ausreichender Stückzahl gehandelt werden. Die Finanzierung der Aktivgeschäfte erfolgt mit Eigenkapital auf der einen Seite und kurzfristigen Einlagen auf der anderen Seite. Die Bank ist einem Zinsrisiko ausgesetzt, da zu Beginn der Planung der Einlagenzins für zukünftige Perioden unbekannt ist. Im Gegensatz zum Marktrisiko ist das Zinsrisiko nicht handelbar. Es kann jedoch teilweise über die vorhandenen Forwards abgesichert werden, da beide Risiken positiv korreliert sind und sich ein Teil des Zinsrisikos durch Marktrisiko erklären lässt, während das verbleibende Restrisiko stochastisch unabhängig ist und einen Erwartungswert von null hat. Es gilt die Regressionsbeziehung (4.3).[50]

Das Ziel des Bernoulli-rationalen, risikoaversen Bankeigentümers ist die Optimierung der Wahrscheinlichkeitsverteilung seines Endvermögens (4.2). Dabei sind die Bilanzgleichung (4.1), die Regressionsannahme (4.3) und die Regulierungsvorschrift (4.31) zu berücksichtigen. Setzt man die Regressionsannahme und die beiden anderen Nebenbedingungen in die Endvermögensdefinition ein, hängt die Ergebnisgröße neben den exogenen Parametern nur noch von dem Kredit- und dem Hedgingvolumen ab, und es

[49] Der Index „Z“ steht für Kreditinstitute, die neben dem Markt- auch Zinsrisiko ausgesetzt sind. „S“ kennzeichnet die Verwendung von Standardverfahren.

[50] Eine genauere Beschreibung des Modells, der verwendeten Annahmen und der bislang noch nicht erwähnten Notation ist in Abschnitt 4.1.1 zu finden.

ergibt sich:[51]

$$\tilde{W} = L_{Z,S}\,(r_L - \tilde{r}_A) + \frac{\overline{K}}{\kappa}\left(\tilde{r}_A\,(1+\kappa-b_D) - a_D - c_D\,\tilde{\epsilon}\right) \\ - C_L\,(L_{Z,S}) - C_D\left(\frac{\overline{K}}{\kappa}\right) - C_F + H_{Z,S}\,(r_f - \tilde{r}_A) + I\,. \quad (4.32)$$

Das Optimierungsproblem des Bankeigentümers lautet demnach:

$$\max_{L_{Z,S}\geq 0, H_{Z,S}} E\left[U(\tilde{W})\right], \quad (4.33)$$

mit dem Endvermögen aus (4.32), $b_D > 0$, $c_D \geq 0$, $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ und $\tilde{r}_A$ und $\tilde{\epsilon}$ stochastisch unabhängig. Die Lösung des Optimierungsproblems gibt die optimale Kredit- und Absicherungspolitik an. Das optimale Einlagenvolumen wird durch die Regulierungsvorschrift determiniert. Anschließend kann das optimale Finanzanlagenvolumen mit Hilfe der Bilanzgleichung berechnet werden.

Falls sich die Bank dazu entschlossen hat, Kredite zu vergeben ($L^*_{Z,S} > 0$), Einlagen aufzunehmen ($D^*_{Z,S} > 0$) und risikobehaftet zu investieren ($A^*_{Z,S} > 0$), müssen die partiellen Ableitungen der Zielfunktion im Optimum den Wert null annehmen. Die notwendige Bedingung für ein Erwartungsnutzenmaximum verlangt:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\left(r_L - \tilde{r}_A - C'_L\left(L^*_{Z,S}\right)\right)\right] = 0\,, \quad (4.34)$$

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] = 0\,. \quad (4.35)$$

Die notwendigen Bedingungen sind hinreichend, da die Zielfunktion konkav verläuft und die zulässigen Kredit- und Absicherungsvolumina in einer konvexen Menge liegen.

4.2.1.2 Optimale Geschäfts- und Risikopolitik

Kreditinstitute, die ihre gesamte Risikoposition vollständig absichern können und über ausreichend Eigenmittel verfügen, legen ihre optimale Geschäftspolitik anhand einfacher Entscheidungsregeln fest, die unabhängig von den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung sind. Dies haben die Ausführungen in Abschnitt 3.1 gezeigt. Sofern endogene, nicht handelbare Risiken existieren, gilt diese Aussage nicht mehr. Das Separationstheorem lässt sich nur noch partiell nachweisen, und zwar für Geschäftsbereiche, die keine Unsicherheit beinhalten. Ein Teil des Investitions- und Finanzierungsprogramms hängt von den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung ab

[51] Eine gesonderte Kennzeichnung des Endvermögens durch den Index „Z,S“ entfällt aus Gründen der Übersichtlichkeit.

und muss simultan mit der Absicherungspolitik bestimmt werden. Zu diesem Ergebnis kamen die Untersuchungen in Abschnitt 4.1. Welchen Einfluss Regulierungsvorschriften in diesem Zusammenhang haben, steht im weiteren Verlauf im Mittelpunkt der Diskussion.

SATZ 49 *Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko, die Terminfixgeschäfte zur Gestaltung von Marktrisiko einsetzen und Standardverfahren nutzen, um den aufsichtsrechtlichen Pflichten Folge zu leisten, legen ihre optimale Geschäftspolitik anhand von Marktzinssätzen, der Grenzkosten des Kreditgeschäfts, des Eigenkapitals und des Unterlegungssatzes κ fest. Die optimale Kreditpolitik erfüllt die Bedingung*

$$r_L - r_f = C'_L(L^*_{Z,S}) \,, \tag{4.36}$$

wohingegen die optimale Einlagenpolitik durch die Regulierungsvorschrift (4.31) determiniert wird.

BEWEIS: Subtrahiert man die Gleichung (4.35) von Gleichung (4.34) und dividiert das Ergebnis durch den erwarteten Grenznutzen, entsteht (4.36). Mit der Regulierungsvorschrift und der Bilanzgleichung folgen die Aussagen für die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik. □

Regulierungsvorschriften wirken sich je nach Gestalt der Nebenbedingung unterschiedlich auf die optimale Geschäftspolitik aus. Sie können sowohl für eine Verletzung des Separationstheorems sorgen als auch Separation herbeiführen. Wenn die gesetzlichen Vorschriften bspw. eine Beziehung zwischen der Geschäfts- und Risikopolitik herstellen und die Risikopolitik von den Präferenzen und der Wahrscheinlichkeitsverteilung abhängig ist, muss zwangsläufig auch die Geschäftspolitik Präferenz- und Verteilungsabhängig sein. Dabei ist unerheblich, ob Terminmärkte existieren, auf denen sämtliche Risiken handelbar sind.[52] Sollte es auf der anderen Seite ohne Regulierungsvorschriften nicht möglich sein, die optimale Geschäftspolitik von der Nutzenfunktion und der Finanzanlagenrendite bzw. dem Einlagenzins zu separieren, da nicht alle endogenen Risiken vollständig absicherbar sind, können Regulierungsvorschriften Separation erzeugen. Dies ist immer dann der Fall, wenn es durch die Einführung von Regulierungsvorschriften zu einer „Exogenisierung“ aller nicht absicherbaren, endogenen Risiken kommt. In dieser Situation befinden sich auch Banken unter Markt- und Zinsrisiko, die Terminfix-

[52] Dieser Fall wurde in Abschnitt 3.2.1 untersucht. Das Ergebnis ist in Satz 31 zu finden.

kontrakte zur Steuerung des Marktrisikos verwenden. Die Einführung der vereinfachten Regulierungsbedingung (4.31) bewirkt, dass die optimale Einlagenpolitik bereits feststeht und das Zinsrisiko exogen vorgegeben ist. Das einzig verbleibende, endogene Risiko ist das Marktrisiko, das vollständig absicherbar ist. Folglich gilt Separation.[53]

Im Vergleich zu nicht regulierten Banken vergeben Kreditinstitute, die ihre Adressenausfallrisiken und Marktpreisrisiken prozentual mit Eigenkapital unterlegen, gleich viele Kredite ($L^*_{Z,S} = L^*_Z$). Die Manager verwenden dieselben Entscheidungsregeln (4.9) und (4.36), um die optimale Kreditpolitik zu bestimmen. Sie wählen das Kreditvolumen gemäß der Formel „Grenzerlöse gleich Grenzkosten“ aus, wobei die Grenzerlöse dem Kreditzins entsprechen und die Grenzkosten aus dem Opportunitätskostensatz r_f und den variablen Grenzkosten zusammengesetzt sind. Demgegenüber treten beim Finanzanlagen- und Einlagenvolumen Differenzen auf. Auf Grund des zu geringen Haftungskapitals dürfen regulierte Banken nicht mehr in dem Umfang Einlagen aufnehmen, wie es ohne Regulierungsvorschriften möglich ist ($D^*_{Z,S} < D^*_Z$). Die gesetzlichen Vorschriften begrenzen das Einlagenvolumen, wodurch weniger Mittel zur Verfügung stehen und das optimale Finanzanlagenvolumen geringer ausfällt ($A^*_{Z,S} < A^*_Z$).

Nachdem die Bankmanager die optimale Geschäftspolitik festgelegt haben, wenden sie sich anschließend der optimalen Risikopolitik zu. Fraglich ist, ob zwischen dem Vorzeichen der offenen Marktrisikoposition und dem Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes ein Zusammenhang besteht. Sollte dies der Fall sein, hätten die Unterlegungsvorschriften zumindest qualitativ keine Auswirkungen auf die Absicherungspolitik von Banken. Zu beachten ist, dass in die offene Marktrisikoposition nicht nur die Marktrisiken des Aktivgeschäfts eingehen, sondern auch die Zinsrisiken des Passivgeschäfts, die sich zum Teil auf Marktrisiken zurückführen lassen.[54]

Satz 50 *Für Kreditinstitute, die Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt sind, Regulierungsvorschriften einhalten müssen und Zugang zu kompetitiven Forward-Märkten besitzen, gilt: Die Bank sichert ihre offene Marktrisikoposition genau dann vollständig ab,* $H^*_{Z,S} =$

[53]Ein weiteres Beispiel für Separation ist in dem Modell von Broll/Guinnane (1999) zu finden. Die zu Grunde liegende Universalbank besitzt eine Aktiv- und zwei Passivpositionen und ist zwei Risiken ausgesetzt. Dabei handelt es sich um ein absicherbares Marktrisiko und ein nicht absicherbares Basisrisiko. Die Bank ist verpflichtet, neben der Bilanzgleichung die Regulierungsvorschrift (4.31) einzuhalten. Im Gegensatz zu den Banken aus diesem Abschnitt bleibt das nicht absicherbare Basisrisiko unter der Regulierungsvorschrift endogen. Separation kommt nur deshalb zu Stande, da das Eigenkapital fix ist und kein Freiheitsgrad bei der Ermittlung der optimalen Geschäftspolitik besteht.

[54]Für einen Terminmarkt mit nicht-negativer Risikoprämie haben Broll/Guinnane (1999), S. 76 f. eine vergleichbare Aussage abgeleitet.

$A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\, b_D$, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Sie sichert dann und nur dann weniger [mehr] als die offene Marktrisikoposition ab, $H^*_{Z,S} < [>]\ A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\, b_D$, wenn der Terminmarkt durch Backwardation [Contango] gekennzeichnet ist.

Beweis: Der Beweis verläuft völlig analog zu dem Beweis von Satz 44. Er basiert auf Umformungen der Bedingung erster Ordnung (4.35). Der einzige Unterschied liegt in den Endvermögensdefinitionen in (4.8) und (4.35), die voneinander abweichen, was aber für die einzelnen Beweisschritte unbedeutend ist. □

Eine Bank sichert weniger Marktrisiko als vorhanden ab, wenn die Manager die Risikoprämie des Terminmarktes positiv einschätzen. Sie entscheidet sich für eine Unterabsicherung und spekuliert, um an den Erträgen der Finanzanlagen zu partizipieren. Allerdings trifft sie ihre Entscheidung nicht ungeachtet von dem damit verbundenen Risiko. Nimmt die Risikoprämie des Terminmarktes den Wert null an (unverzerrter Terminmarkt), präferieren die Entscheidungsträger ein Terminkontraktvolumen in Höhe der offenen Marktrisikoposition. Der Eigentümer ist nicht mehr bereit, Marktrisiko zu akzeptieren, da durch den Handel mit Finanzderivaten die Varianz des Endvermögens reduziert werden kann, während der Erwartungswert des Endvermögens unverändert bleibt. Die optimale Absicherungspolitik stimmt mit der risikominimalen Absicherungspolitik überein. Trotz einer vollständigen Ausschaltung des Marktrisikos ist die Bank einem Restrisiko ausgesetzt und das Endvermögen des Eigentümers risikobehaftet. Wenn das Management von einer negativen Risikoprämie ausgeht, besteht die optimale Risikopolitik in einer Überabsicherung des Marktrisikos. Ein über die offene Marktrisikoposition hinausgehender Terminverkauf ist optimal, da die Termingeschäfte im Schnitt Ertragsvorteile gegenüber den Kassageschäften besitzen, die die Manager ausnutzen wollen.

Die Einführung von Regulierungsvorschriften wirkt sich nicht nur auf die optimale Geschäftspolitik von Banken, sondern auch auf die optimale Risikopolitik aus. Im operativen Geschäftsbereich sind die Änderungen jedoch deutlich gravierender als im außerbilanziellen Bereich. So können Regulierungsvorschriften, je nach Ausgestaltung der gesetzlichen Regelungen, Separation hervorrufen oder verhindern und für deutliche Vereinfachungen bzw. Verkomplizierungen der Entscheidungsfindung sorgen. Im Derivatebereich verändern sie, wenn überhaupt, nur das Ausmaß der Spekulationstätigkeit. Das Motiv für Spekulation und das Vorzeichen der Spekulationskomponente, beeinflussen sie nicht.[55] Dafür ist ausschließlich die Risikoprämie des Terminmarktes zuständig. Ein Spekulationsmotiv liegt vor, wenn der Terminmarkt verzerrt ist. Falls die Risikoprämie positiv ist, entscheiden sich die Manager für eine negative Spekulationskomponente, während sie bei einer negativen Risikoprämie eine positive Spekulationskomponente bevorzugen.

In den nächsten beiden Abschnitten werden die optimalen Entscheidungen komparativstatischen Analysen unterzogen. Zunächst wird der Einfluss der Risikoaversion und der Fixkosten untersucht. Anschließend stehen der Erwartungswert und die Varianz des Einlagenzinssatzes zur Disposition. Allgemeine Aussagen sind in der Regel nur unter zusätzlichen Annahmen an die Präferenzen des Eigentümers oder die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins möglich.

4.2.1.3 Änderungen der Risikoaversion und der Fixkosten

Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko, die ihre Entscheidungen auf der Grundlage des Regressionsmodells (4.3) treffen, sind einem Markt- und einem stochastisch unabhängigen Restrisiko ausgesetzt. Das Restrisiko beruht auf dem Teil des Zinsrisikos, der sich nicht durch Marktrisiko erklären lässt. Es ist exogen, wenn das optimale Einlagenvolumen durch die Regulierungsbedingung festgelegt wird und das Zinsrisiko nicht handelbar ist. In diesem Fall befindet sich die Bank in einer Entscheidungssituation mit einem endogenen und einem idiosynkratischen Risiko. Das Verhalten von Unternehmen bei Existenz eines Hintergrundrisikos ist in der Literatur vielfach diskutiert worden. Die bekanntesten Ansätze gehen auf Ross (1981), Kihlstrom et al. (1981) und Nachman (1982) zurück. Ross (1981) untersucht bspw. die Nachfrage eines Investors nach riskanten Wertpapieren. Im Rahmen einer einfachen Portefeuille-Planung mit zwei riskanten Titeln zeigt er, dass Investoren mit einer höheren absoluten Risikoaversion im Sinne von Pratt (1964) und Arrow (1965) nicht notwendigerweise weniger Mittel in das Wertpapier mit dem höheren Risiko investieren.[56] Um eindeutige Ergebnisse abzuleiten, müssen strengere Annahmen an die Präferenzen des Investors gestellt werden.

[55]Die Spekulationskomponente $S^*_{Z,S}$ ist wie in Abschnitt 3.1 als Abweichung vom Full Hedge definiert, und zwar durch $H^*_{Z,S} = A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\, b_D + S^*_{Z,S}$.

[56]Vgl. Ross (1981), S. 631 ff. Investoren, die ihr Vermögen I auf zwei riskante Wertpapiere A und B aufteilen, wobei P_0^A und P_0^B die Kurse von A und B in $t = 0$ und $\tilde{P}_1^A$ und $\tilde{P}_1^B$ die stochastischen Marktwerte in $t = 1$ bezeichnen, sind einem endogenen und einem idiosynkratischen Risiko ausgesetzt. Denn mit den Stückzahlen x_A und x_B der Wertpapiere A und B beläuft sich das Endvermögen $\tilde{W}$ auf: $\tilde{W} = x_A\, \tilde{P}_1^A + x_B\, \tilde{P}_1^B = ((I - x_B\, P_0^B)/P_0^A)\, \tilde{P}_1^A + x_B\, \tilde{P}_1^B = (I/P_0^A)\, \tilde{P}_1^A + x_B\, (\tilde{P}_1^B - (P_0^B/P_0^A)\, \tilde{P}_1^A)$. Das zweite Gleichheitszeichen ergibt sich durch Einsetzen der Budgetrestriktion.

Ross (1981) definiert dazu ein strengeres Maß für die Risikoaversion eines Entscheiders:

Definition: *Ein Entscheider mit der Nutzenfunktion $U_1(W)$ heißt strenger risikoavers als ein Entscheider mit der Nutzenfunktion $U_2(W)$, wenn eine Zahl $\psi \in \mathbb{R}^+$ existiert, so dass für zwei beliebige Endvermögensrealisationen W_1 und W_2 gilt:*

$$\frac{U_1''(W_1)}{U_2''(W_1)} \geq \psi \geq \frac{U_1'(W_2)}{U_2'(W_2)} \,. \tag{4.37}$$

Eine äquivalente Forderung für strengere Risikoaversion ist, dass sich die Nutzenfunktion des risikoaverseren Entscheidungsträgers, $U_1(W)$, durch $U_1(W) = \psi\, U_2(W) + G(W)$ mit $\psi > 0$ und $G(W)$ fallend und konkav darstellen lässt.[57] Multipliziert man beide Seiten der Ungleichung (4.37) mit $-U_2''(W_1)/U_1'(W_2) > 0$ und setzt $W_1 = W_2$ ein, erhält man sowohl auf der linken als auch auf der rechten Seite den Koeffizienten der absoluten Risikoaversion. Eine höhere Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) impliziert daher einen höheren Grad der absoluten Risikoaversion im Sinne von Pratt (1964) und Arrow (1965). Demgegenüber ist aber nicht jeder Investor mit einer höheren absoluten Risikoaversion strenger risikoavers. Der Beweis, dass der umgekehrte Zusammenhang nicht gilt, erfolgt anhand eines einfachen Gegenbeispiels. Angenommen, Entscheider 1 besitzt die Nutzenfunktion $U_1(W) = -e^{-a\,W}$ und Entscheider 2 die Nutzenfunktion $U_2(W) = -e^{-\bar{a}\,W}$, wobei $a > \bar{a} > 0$ ist. Dann ist Entscheider 1 zwar derjenige mit der höheren absoluten Risikoaversion, aber er ist nicht strenger risikoavers. Denn für hinreichend hohe $W_1 - W_2$ folgt $U_1''(W_1)/U_2''(W_1) < U_1'(W_2)/U_2'(W_2)$.[58] Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass das von Ross (1981) definierte Risikoaversionsmaß in der Tat strengere Anforderungen an die Präferenzen stellt als das von Pratt (1964) und Arrow (1965) definierte Maß.

Strenger risikoaverse Investoren, die ihr Vermögen auf zwei risikobehaftete Wertpapiere aufteilen, bevorzugen Portefeuilles mit geringerem Risiko.[59] Sie investieren einen größeren Teil ihres Vermögens in das weniger riskante Wertpapier. Überträgt man dieses Ergebnis auf die Bankenwelt, ist zu vermuten, dass Kreditinstitute mit strenger risikoaversen Eigentümern weniger Marktrisiko eingehen. Die Steuerung der Risikoposition erfolgt über die Wahl der Absicherungspolitik, da Separation gilt und die optimale

[57] Ein Beweis dieser Aussage ist bei Ross (1981), S. 628 ff. zu finden.

[58] Äquivalent zu $U_1''(W_1)/U_2''(W_1) < U_1'(W_2)/U_2'(W_2)$ ist die Bedingung $(a/\bar{a})\, e^{(\bar{a}-a)(W_1-W_2)} < 1$. Die Exponentialfunktion nähert sich null an und erfüllt die Bedingung, wenn $W_1 - W_2$ gegen unendlich konvergiert. Vgl. Ross (1981), S. 627.

[59] Vgl. Ross (1981), S. 631 ff.

Geschäftspolitik nicht von der Risikoaversion des Eigentümers abhängig ist. In welche Richtung das Hedgingvolumen anzupassen ist, klärt der folgende Satz:

Satz 51 *Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko, die Standardverfahren zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verwenden, Regressionsannahme (4.3) unterstellen und Zugang zu kompetitiven Forward-Märkten besitzen, verhalten sich bei einem Anstieg der Risikoaversion des Eigentümers im Sinne von Ross (1981) wie folgt optimal: Falls der Terminmarkt durch Backwardation [Contango] gekennzeichnet ist, verkaufen sie mehr [weniger] Finanzanlagen per Termin und reduzieren die spekulative Marktrisikoposition. Die optimale Geschäftspolitik verändern sie nicht, ebenso wie die optimale Hedgingpolitik, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist.*

Beweis: Die Aussagen für die optimale Geschäftspolitik sind Implikationen der Gleichungen (4.1), (4.31) und (4.36), die unabhängig von den Präferenzen sind. Übrig bleiben demnach nur die Aussagen für die optimale Risikopolitik. Der Beweis erfolgt über eine Vorzeichenanalyse der Bedingung erster Ordnung (4.35).

Sei $U_1(W)$ die Nutzenfunktion mit der höheren Risikoaversion gegenüber $U_2(W)$. Dann existiert ein positiver Parameter ψ und eine fallende, konkave Funktion $G(W)$, so dass $U_1(W) = \psi\, U_2(W) + G(W)$ ist. Falls die optimalen Hedgingvolumina der Nutzenfunktionen $U_1(W)$ und $U_2(W)$ mit $H^*_{Z,S,1}$ und $H^*_{Z,S,2}$ bezeichnet werden und $\tilde{W}^*_1$ und $\tilde{W}^*_2$ die zugehörigen optimalen Endvermögen sind, lässt sich die Bedingung erster Ordnung für $U_1(W)$ ausgewertet am Optimum von $U_2(W)$ umformen zu:

$$\begin{aligned} E\left[U_1'(\tilde{W}^*_2)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] &= E\left[\left(\psi\, U_2'(\tilde{W}^*_2) + G'(\tilde{W}^*_2)\right)(r_f - \tilde{r}_A)\right] \\ &= E\left[G'(\tilde{W}^*_2)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right]\ . \end{aligned} \tag{4.38}$$

Das Ziel der weiteren Untersuchungen besteht darin, Aussagen über das Vorzeichen des Erwartungswertes auf der rechten Seite zu machen.

Sei $\mathcal{F}(r_A) = E_\epsilon[G'(\tilde{W}^*_2)|r_A]$ und ${r_A}^0$ diejenige Realisation von $\tilde{r}_A$, für die $r_f - {r_A}^0 = 0$ gilt. Unter Berücksichtigung der Endvermögensdefinition (4.32) beläuft sich die Ableitung von $\mathcal{F}(r_A)$ auf $\mathcal{F}'(r_A) = E_\epsilon[G''(\tilde{W}^*_2)(A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\, b_D - H^*_{Z,S,2})|r_A]$.[60] Nach Satz 50

[60] Die Funktion $\mathcal{F}'(r_A)$ gibt an, wie sich $\mathcal{F}(r_A)$ verhält, wenn r_A marginal ansteigt. Obwohl diese Schreibweise in der Literatur häufiger zu finden ist, vgl. u. a. Adam-Müller (1995), S. 20 ff. und Wong (1997), S. 267 ff., ist sie aus mathematischer Sicht nicht unproblematisch. Denn es ist nicht sichergestellt, dass die marginal höhere Finanzanlagenrendite innerhalb des Wahrscheinlichkeitsraumes liegt. Wenn bspw. eine diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Finanzanlagenrendite unterstellt wird,

und der Konkavität von $G(W)$ ist $\mathcal{F}'(r_A)$ für alle r_A kleiner (gleich, größer) null, falls der Terminmarkt eine positive (null, negative) Risikoprämie aufweist. Für sämtliche Renditen $r_A < {r_A}^0$, die $r_f - r_A > 0$ erfüllen, hat dies $\mathcal{F}(r_A)(r_f - r_A) > (=, <)\ \mathcal{F}({r_A}^0)(r_f - r_A)$ zur Folge. Exakt dieselben Vorzeichen ergeben sich auch für sämtliche Realisationen $r_A > {r_A}^0$. Sie gelten für alle Finanzanlagenrenditen ebenso wie im Erwartungswert. Es folgt:

$$E_{r_A}\left[E_\epsilon[G'(\tilde{W}_2^*)|r_A]\,(r_f - r_A)\right] \left\{\begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix}\right\} \underbrace{E_\epsilon\left[G'(\tilde{W}_2^*)|r_A = {r_A}^0\right]}_{\leq\ 0} E_{r_A}\left[r_f - \tilde{r}_A\right] \left\{\begin{matrix} \geq \\ = \\ \leq \end{matrix}\right\} 0\,, \tag{4.39}$$

falls $E[\tilde{r}_A] > (=, <)\ r_f$ ist. Der ganz links stehende Ausdruck in (4.39) stimmt mit dem Erwartungswert auf der rechten Seite von (4.38) überein, so dass die Bedingung erster Ordnung für $U_1(W)$ ausgewertet an der Optimalstelle für $U_2(W)$ bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) positiv (null, negativ) ist. Wegen der negativen partiellen Ableitung von (4.35) nach $H_{Z,S}$ muss $H^*_{Z,S,1} > (=, <)\ H^*_{Z,S,2}$ sein. □

Die Bereitschaft des Bankeigentümers, Endvermögensschwankungen zu akzeptieren, richtet sich nach der Höhe seiner Risikoaversion. Je stärker risikoavers er ist, desto weniger Marktrisiko will er eingehen.[61] Um die Marktrisikoposition zu reduzieren, ist die optimale Risikopolitik neu zu gestalten. Eine Erhöhung (Verminderung) des Terminkontraktvolumens ist optimal, wenn die Bankmanager eine Unterabsicherung (Überabsicherung) des Marktrisikos präferieren. Die spekulative Marktrisikoposition $|A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\, b_D - H^*_{Z,S}|$ sinkt, da die optimale Geschäftspolitik nach dem Separationstheorem nicht verändert wird. Folglich nähert sich die Risikopolitik einer Full-Hedging-Politik an. Nur wenn die Bankmanager das Marktrisiko von vorneherein vollständig ausschalten, indem sie die gesamte offene Marktrisikoposition absichern, besteht kein Anpassungsbedarf der Investitions- und Finanzierungspolitik. Die Ausführungen zeigen, dass die Ergebnisse vergleichbar mit denen von Banken sind, die ihre Aktivgeschäfte fristenkongruent finanzieren.[62] Der einzige Unterschied liegt darin, dass bei Markt- und Zinsrisiko ein strengeres Maß für die Risikoaversion benötigt wird.

kann es vorkommen, dass die marginal höhere Rendite kein Elementarereignis ist und demzufolge nicht dem Ergebnisraum angehört. In diesem Fall lässt sich die Ableitung von $\mathcal{F}(r_A)$ nicht mehr sinnvoll interpretieren. Allerdings besteht die Möglichkeit, von dem Vorzeichen von $\mathcal{F}'(r_A)$ auf das Verhalten von $\mathcal{F}(r_A)$ zu schließen, wenn man von einer Realisation auf die nächst höhere Realisation übergeht. In diesem Sinne sind die Ableitungen in den nachfolgenden Untersuchungen zu verstehen.

[61] Änderungen des Zinsrisikos kommen nicht in Frage, da das Einlagenvolumen durch die Regulierungsbedingung festgelegt wird und keine Absicherungsmöglichkeiten des Zinsrisikos existieren. Unter diesen Umständen ist das Zinsrisiko exogen.

[62] Dies ist das Ergebnis von Satz 32.

Höhere Fixkosten wirken wie Verminderungen des Anfangsvermögens negativ auf das Endvermögen des Bankeigentümers. Ob es dadurch zu Änderungen der Bankpolitik kommt, hängt davon ab, wie sich die Risikobereitschaft des Bankgründers entwickelt. Nur wenn diese im Endvermögen zu- oder abnimmt, revidieren die Bankmanager ihre Entscheidungen und planen die optimale Geschäfts- und Risikopolitik neu. Die Risikobereitschaft steigt (bleibt konstant, sinkt) mit zunehmendem Endvermögen, wenn die Risikoaversion nach (4.37) mit zunehmendem Endvermögen sinkt (konstant bleibt, steigt). In diesem Fall spricht man von abnehmender (konstanter, zunehmender) absoluter Risikoaversion im Sinne von Ross (1981).[63] Abnehmende absolute Risikoaversion zeichnet sich durch die Eigenschaft aus, dass ein Parameter $\phi \in \mathbb{R}^-$ existiert, so dass für alle Endvermögensrealisationen W gilt:[64]

$$\frac{U'''(W)}{U''(W)} \leq \phi \leq \frac{U''(W)}{U'(W)} \,. \tag{4.40}$$

Bei konstanter (zunehmender) absoluter Risikoaversion sind die „$\leq$"-Zeichen in den Ungleichungen durch Gleichheitszeichen („$\geq$"-Zeichen) zu ersetzen.

Satz 52 *Angenommen, die Fixkosten einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko, die Regulierungsvorschrift (4.31) einhalten muss und Regressionsmodell (4.3) unterstellt, steigen marginal an. Wenn kompetitive Terminmärkte zur Verfügung stehen und die Präferenzen des Eigentümers durch abnehmende [zunehmende] absolute Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) gekennzeichnet sind, ist eine Verringerung [Erhöhung] der spekulativen Marktrisikoposition optimal. Bei konstanter absoluter Risikoaversion verändert das Management die Spekulationsposition nicht. Falls Änderungen notwendig sind, finden diese ausschließlich im außerbilanziellen Derivategeschäft statt.*

Beweis: Die Optimalitätsbedingungen zur Feststellung der Geschäftspolitik, die Gleichungen (4.1), (4.31) und (4.36), sind unabhängig von den Fixkosten, wodurch die letzte Aussage bewiesen ist.

Um die Auswirkungen auf die optimale Risikopolitik zu analysieren, ist das durch (4.35) implizit definierte, optimale Hedgingvolumen nach den Fixkosten abzuleiten. Es

[63] Abnehmende oder zunehmende absolute Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) stellen strengere Anforderungen an die Präferenzen als abnehmende bzw. zunehmende absolute Risikoaversion im Sinne von Pratt (1964) und Arrow (1965). Demgegenüber ist die Annahme konstanter absoluter Risikoaversion unabhängig davon, welches Risikomaß eingesetzt wird. Vgl. Ross (1981), S. 634.

[64] Vgl. Ross (1981), S. 634 ff. Für mindestens eine Endvermögensrealisation muss die strikte Ungleichung erfüllt sein, denn ansonsten handelt es sich um den Fall konstanter absoluter Risikoaversion.

folgt:[65]

$$\frac{d\,H^*_{Z,S}}{d\,C_F} = \frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A)]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A)^2]}\,. \tag{4.41}$$

Im weiteren Verlauf ist das Vorzeichen des Ausdrucks auf der rechten Seite zu bestimmen. Dabei wird von Präferenzen mit abnehmender absoluter Risikoaversion ausgegangen. Die anderen beiden Fälle folgen analog.

Sei $\mathcal{F}(r_A) = E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]/E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]$. Unter Berücksichtigung der Quotientenregel beläuft sich die Ableitung von $\mathcal{F}(r_A)$ auf:

$$\mathcal{F}'(r_A) = \frac{A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\,b_D - H^*_{Z,S}}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]}\left[E_\epsilon[U'''(\tilde{W}^*)|r_A] - \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]^2}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]}\right]. \tag{4.42}$$

Nach (4.40) existiert ein Parameter ϕ, so dass $U'''(W) \geq \phi\,U''(W)$ für alle W gilt. Die Ungleichung bleibt erhalten, wenn ausgehend von einer beliebigen Finanzanlagenrendite der bedingte Erwartungswert über $\tilde{\epsilon}$ gebildet und $\tilde{W}^*$ eingesetzt wird, d. h. $E_\epsilon[U'''(\tilde{W}^*)|r_A] \geq \phi\,E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]$ für alle r_A. Auf der anderen Seite muss $\phi \leq U''(W)/U'(W)$ für alle W erfüllt sein. Multipliziert man die Ungleichung an der Stelle W^* mit $U'(W^*)/E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A] > 0$ und bildet den bedingten Erwartungswert über $\tilde{\epsilon}$, ergibt sich $\phi \leq E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]/E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]$ für alle r_A. Zusammengenommen impliziert die Annahme abnehmender absoluter Risikoaversion

$$E_\epsilon[U'''(\tilde{W}^*)|r_A] \geq \phi\,E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A] \geq \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]^2}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]} \tag{4.43}$$

für sämtliche Realisationen r_A. Wegen des positiven Grenznutzens und der Erkenntnis, dass die optimale Absicherungspolitik bei einer positiven (null, negativen) Risikoprämie in Underhedging (Full Hedging, Overhedging) besteht, folgt für $\mathcal{F}'(r_A)$, dass die Ableitung bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) größer gleich (gleich, kleiner gleich) null ist.[66]

Sei ${r_A}^0$ diejenige Finanzanlagenrendite, für die ${r_A}^0 = r_f$ gilt. Sämtliche Renditen $r_A < {r_A}^0$ erfüllen $\mathcal{F}(r_A) \leq (=, \geq)\ \mathcal{F}({r_A}^0)$, wenn der Terminmarkt durch Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) gekennzeichnet ist. Durch Multiplikation mit $r_f - r_A > 0$ entsteht $\mathcal{F}(r_A)(r_f - r_A) \leq (=, \geq)\ \mathcal{F}({r_A}^0)(r_f - r_A)$. Dieselben Beziehungen kommen auch für sämtliche Realisationen $r_A > {r_A}^0$ zu Stande. Setzt man die Definition von

[65] Sämtliche Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des impliziten Funktionentheorems sind erfüllt.

[66] Bei abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion und Backwardation oder Contango kann $\mathcal{F}'(r_A)$ für einzelne Realisationen der Finanzanlagenrendite gleich null sein, aber nicht für alle, vgl. Fußnote 64.

$\mathcal{F}(r_A)$ ein und multipliziert mit $E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A] > 0$, ergibt sich

$$E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]\,(r_f - r_A) \left\{ \begin{array}{c} \leq \\ = \\ \geq \end{array} \right\} \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A = {r_A}^0]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A = {r_A}^0]}\, E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]\,(r_f - r_A) \quad (4.44)$$

für alle r_A. Dabei gilt „$\leq$“, wenn sich der Terminmarkt in einer Backwardation-Situation befindet, „$=$“ bei Unverzerrtheit und „$\geq$“ bei Contango. Die Ungleichheitszeichen sind zumindest für ein r_A strikt, da $\mathcal{F}'(r_A)$ mindestens einmal echt größer bzw. kleiner als null ist. Im Erwartungswert (über $\tilde{r}_A$) führt dies bei positiver (null, negativer) Risikoprämie zu:

$$E\left[U''(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] \left\{ \begin{array}{c} < \\ = \\ > \end{array} \right\} \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A = {r_A}^0]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A = {r_A}^0]}\, \underbrace{E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right]}_{=\,0} = 0. \quad (4.45)$$

Auf Grund des negativen Nenners in (4.41) muss $d\,H^*_{Z,S}/d\,C_F > (=, <)\ 0$ sein. Demnach sinkt die spekulative Position bei abnehmender absoluter Risikoaversion. □

Zwei Kreditinstitute, die bis auf ihre Fixkostenbelastung identisch sind, unterscheiden sich in ihrer Unternehmenspolitik voneinander, wenn die Eigentümer über Präferenzen mit abnehmender oder zunehmender absoluter Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) verfügen und die Banken spekulieren. Höhere Fixkosten mindern das Endvermögen des Bankgründers in jedem Zustand, und die Bereitschaft, Risiken einzugehen, verändert sich. Ist der Eigentümer gewillt, mehr Risiko zu tragen (zunehmende absolute Risikoaversion), weitet die Bank ihre spekulative Marktrisikoposition aus und verkauft weniger (mehr) Finanzanlagen per Termin, wenn die Manager die Risikoprämie des Terminmarktes positiv (negativ) einschätzen. Demgegenüber reduziert sie ihre Spekulationsposition und erhöht (vermindert) das optimale Hedgingvolumen bei Backwardation (Contango), wenn die Risikobereitschaft abnimmt (abnehmende absolute Risikoaversion). Änderungen der Geschäftspolitik finden nicht statt. Da Terminmärkte vorhanden sind, auf denen sämtliche endogenen Bankrisiken absicherbar sind, gilt Separation, und die einzigen geschäftspolitisch relevanten Größen sind die Grenzerlöse und Grenzkosten sowie das Eigenkapital und der Unterlegungssatz. Fixkostenänderungen wirken wie Änderungen des Anfangsvermögens ausschließlich indirekt über die Nutzenfunktion auf die optimalen Entscheidungen von Banken. Dieser Effekt lässt sich in gewohnter Manier als Einkommenseffekt interpretieren.

4.2.1.4 Änderungen des Erwartungswertes und der Varianz des Einlagenzinssatzes

Kreditinstitute, die zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind und sich für die Verwendung von Standardverfahren entschieden haben, nehmen genau in dem Umfang Einlagen auf, dass das mit κ multiplizierte Einlagenvolumen dem Eigenkapital entspricht. Zu optimieren sind lediglich die Investitions- und die Absicherungspolitik, und zwar so, dass sie einen maximalen erwarteten Nutzen des Endvermögens versprechen. Obwohl das Einlagenvolumen bereits feststeht und unabhängig von der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Einlagenzinssatzes ist, können der Erwartungswert und die Varianz des Einlagenzinssatzes die optimalen Entscheidungen von Banken beeinflussen. Denn ein höherer Erwartungswert, verursacht durch einen marginalen Anstieg der Einlagenzinsen in jedem zukünftigen Umweltzustand, sorgt für höhere Zinsaufwendungen, die bei unveränderten Zinserträgen zu Minderungen des Endvermögens führen. Wie bei den Fixkosten können Änderungen der Risikobereitschaft entstehen, so dass spekulierende Kreditinstitute ein Motiv besitzen, Anpassungen ihrer Geschäfte vorzunehmen.[67]

SATZ 53 *Schätzen die Manager einer Bank, die Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt ist und Standardverfahren zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzt, den erwarteten Einlagenzins höher ein, indem sie von einem höheren Parameter a_D in der Regressionsbeziehung (4.3) ausgehen, so gilt: Wenn Terminmärkte zur Gestaltung von Marktrisiko zur Verfügung stehen und die Präferenzen des Eigentümers die Eigenschaft abnehmender [zunehmender] absoluter Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) aufweisen, so ist eine Reduzierung [Ausweitung] der spekulativen Marktrisikoposition optimal. Das Terminkontraktvolumen ist je nach Risikoprämie des Terminmarktes entweder zu erhöhen oder zu reduzieren. Liegen Präferenzen mit konstanter absoluter Risikoaversion vor, besteht weder für die Geschäfts- noch für die Risikopolitik ein Änderungsbedarf.*

BEWEIS: Nach dem Separationstheorem ist die optimale Geschäftspolitik unabhängig von der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Einlagenzinssatzes. Änderungen finden, wenn überhaupt, nur im Absicherungsgeschäft statt. Mit Hilfe des impliziten Funktionen-

[67] Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Wong (1997), S. 260 f. Er untersucht das optimale Verhalten von Banken, die keine Möglichkeit haben, Risiken an Terminmärkten zu handeln.

theorems, angewendet auf (4.35), lässt sich der Einfluss von a_D wie folgt quantifizieren:

$$\frac{d\,H^*_{Z,S}}{d\,a_D} = D^*_{Z,S}\,\frac{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f-\tilde{r}_A)]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f-\tilde{r}_A)^2]} = D^*_{Z,S}\,\frac{d\,H^*_{Z,S}}{d\,C_F}\,. \tag{4.46}$$

Unter Berücksichtigung von $D^*_{Z,S} > 0$ und der Ergebnisse von Satz 52 ergeben sich die Behauptungen. □

Um die Auswirkungen eines höheren Erwartungswertes zu analysieren, bietet es sich an, den Gesamteffekt in einen Substitutions- und einen Einkommenseffekt zu zerlegen. Eine Möglichkeit, beide Effekte zu isolieren, ist es, den auf Fixkostenänderungen zurückführbaren Teil des Gesamteffektes als Einkommenseffekt zu interpretieren und den darüber hinausgehenden Teil als Substitutionseffekt aufzufassen. Ein Blick auf den Gesamteffekt in (4.46) zeigt, dass eine zustandsunabhängige Erhöhung der Einlagenzinsen ausschließlich einen Einkommenseffekt hervorruft. Ein Substitutionseffekt existiert nicht, da durch die Regulierungsvorschrift das Einlagenvolumen bereits feststeht und das Zinsrisiko exogen ist. Die Manager haben keine Möglichkeit, auf eine bessere oder schlechtere Einschätzung des Zinsniveaus zu reagieren.[68] Falls sie dennoch eine andere Absicherungspolitik präferieren, dann nur deshalb, weil sich die Bereitschaft des Bankeigentümers, Risiken einzugehen, verändert hat. Dieser Effekt wird als Einkommenseffekt bezeichnet. Höhere Einlagenzinsen mindern das Endvermögen des Eigentümers, und die Risikobereitschaft nimmt ab (zu), wenn Präferenzen mit abnehmender (zunehmender) absoluter Risikoaversion vorliegen. Sofern die Bank ihre offene Marktrisikoposition nicht vollständig absichert, sind Anpassungen der spekulativen Position optimal.

Die nächste komparativ-statische Analyse befasst sich mit Änderungen der Varianz des Einlagenzinssatzes. Größere Zinsschwankungen können unter dem Regressionsmodell (4.3) entweder durch höheres Marktrisiko erklärt werden oder von einem Anstieg des Restrisikos stammen. Eine Veränderung des Marktrisikos scheidet als mögliche Ursache jedoch aus, da ausschließlich die Sensitivität des Einlagenzinssatzes überprüft werden soll. Die weiteren Untersuchungen beschäftigen sich deshalb mit marginalen Erhöhungen des stochastisch unabhängigen Restrisikos. Die unterstellten Änderungen sind sehr speziell und beruhen auf einer höheren Bewertung des Parameters c_D. Je höher c_D ist, umso stärker streuen die Einlagenzinssätze um einen konstanten Erwartungswert.

[68]Gewöhnlich erzeugen Preisänderungen neben dem Einkommenseffekt auch einen Substitutionseffekt. Vgl. bspw. die Ausführungen in Abschnitt 2.1.4.1. Dieses Modell ist ein Beispiel dafür, dass die Existenz eines Substitutionseffektes bei Preisänderungen nicht notwendig ist.

Wong (1997) und Franke et al. (2004) haben gezeigt, dass Annahmen an die absolute Risikoaversion in diesem Fall nicht mehr ausreichen, um eindeutige Aussagen abzuleiten. Es sind strengere Annahmen notwendig, die die absolute Risikoaversion und die absolute Prudence des Eigentümers eingrenzen.[69]

Satz 54 *Angenommen, eine Bank unter Markt- und Zinsrisiko, die Standardverfahren zur Eigenmittelunterlegung verwendet und Zugang zu kompetitiven Forward-Märkten besitzt, schätzt die Varianz des Einlagenzinssatzes durch eine Zunahme von c_D höher ein. Falls der Terminmarkt verzerrt ist und die Präferenzen des Eigentümers durch abnehmende absolute Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) und abnehmende oder konstante absolute Prudence gekennzeichnet sind, ist eine Reduzierung der spekulativen Marktrisikoposition optimal. Je nach Risikoprämie des Terminmarktes verkaufen die Bankmanager mehr oder weniger Finanzanlagen per Termin. Änderungen der Geschäftspolitik finden nicht statt, ebenso wie Änderungen des Absicherungsvolumens, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist.*

Beweis: Die optimale Geschäftspolitik ist unabhängig von der Varianz des Einlagenzinssatzes, da die Gleichungen (4.1), (4.31) und (4.36) nicht von c_D abhängen. Für das optimale Hedgingvolumen muss nach dem impliziten Funktionentheorem, angewendet auf (4.35), gelten:

$$\frac{d\,H^*_{Z,S}}{d\,c_D} = D^*_{Z,S}\,\frac{E[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,(r_f - \tilde{r}_A)]}{E[U''(\tilde{W}^*)(r_f - \tilde{r}_A)^2]}\,. \tag{4.47}$$

Das Vorzeichen des Erwartungswertes im Zähler ist ausschlaggebend für das Vorzeichen von (4.47). Dies gilt es zunächst zu bestimmen.

[69] In der Literatur gibt es eine Reihe von Beiträgen, die das optimale Verhalten von Entscheidungssubjekten bei Existenz von Hintergrundrisiko analysieren. Dazu gehören u. a. die Beiträge von Wong (1997) und Franke et al. (2004). Sie arbeiten allesamt Bedingungen heraus, unter denen eine Erhöhung des Hintergrundrisikos eindeutige Auswirkungen auf die endogenen Risiken hat. Franke et al. (2004) gehen von einem kompletten Kapitalmarkt aus. Sie weisen nach, dass die Annahme der „generalisierten Risikoaversion" notwendig und hinreichend dafür ist, dass Investoren mit einem höheren Hintergrundrisiko weniger endogene Risiken eingehen. „Generalisierte Risikoaversion" liegt vor, wenn die Präferenzen durch „Standard Risk Aversion" im Sinne von Kimball (1993) gekennzeichnet sind, vgl. Franke et al. (2004), S. 329 ff. Sofern die Nutzenfunktion die Eigenschaft der „Standard Risk Aversion" besitzt, lassen sich die Auswirkungen eines höheren Hintergrundrisikos alternativ auch mit dem Konzept der abgeleiteten Nutzenfunktion im Sinne von Kihlstrom et al. (1981) und Nachman (1982) untersuchen. Diesen Ansatz verfolgen Adam-Müller (1993), S. 199 ff. und Briys et al. (1993), S. 954 f. Die folgenden Ausführungen orientieren sich an der Vorgehensweise von Wong (1996) und Wong (1997).

Sei $\mathcal{F}(r_A) = E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A]/E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]$. Bei gegebener Finanzanlagenrendite beläuft sich die Ableitung von $\mathcal{F}(r_A)$ auf:

$$\mathcal{F}'(r_A) = \frac{A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\, b_D - H^*_{Z,S}}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]} \Bigg[E_\epsilon[U'''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A] \\ - \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]}\, E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A] \Bigg] . \tag{4.48}$$

Der letzte Erwartungswert auf der rechten Seite von (4.48) stimmt wegen $E[\tilde{\epsilon}] = 0$ mit $\mathrm{cov}_\epsilon[U''(\tilde{W}^*), \tilde{\epsilon}|r_A]$ überein. Er ist für sämtliche Realisationen von $\tilde{r}_A$ negativ, da $U''(W)$ in ϵ fällt. Dafür sorgen die Annahmen der Prudence ($U'''(W) > 0$) auf der einen Seite und $D^*_{Z,S}, c_D > 0$ auf der anderen Seite.

Falls W^* und W^{*0} die Endvermögensrealisationen bei r_A und ϵ bzw. r_A und $\epsilon = 0$ bezeichnen, wobei r_A und ϵ zwei beliebige Realisationen sind, so gilt $W^* < W^{*0}$ für alle $\epsilon > 0$ und $W^* > W^{*0}$ für alle $\epsilon < 0$. Im Fall $\epsilon > 0$ führt die Annahme abnehmender (konstanter) absoluter Prudence zu $-U'''(W^*)/U''(W^*) > (=) - U'''(W^{*0})/U''(W^{*0})$, und durch Multiplikation mit $-U''(W^*)\,\epsilon > 0$ entsteht

$$U'''(W^*)\,\epsilon\; > (=)\; \frac{U'''(W^{*0})}{U''(W^{*0})}\, U''(W^*)\,\epsilon \tag{4.49}$$

für alle r_A und alle $\epsilon > 0$. Exakt dieselben Beziehungen ergeben sich auch für sämtliche $\epsilon < 0$, d. h. sie sind für alle Realisationen von $\tilde{\epsilon}$ gültig. Im Erwartungswert sorgt abnehmende (konstante) absolute Prudence für

$$E_\epsilon\left[U'''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A\right] > (=)\; \frac{U'''(W^{*0})}{U''(W^{*0})}\, E_\epsilon\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A\right] . \tag{4.50}$$

Weisen die Präferenzen zudem die Eigenschaft abnehmender absoluter Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) auf, dann existiert ein Parameter ϕ, so dass (4.40) für alle Endvermögensrealisationen erfüllt ist. Wenn in der linken Ungleichung von (4.40) bei feststehender Finanzanlagenrendite $\epsilon = 0$ eingesetzt wird und in der rechten Ungleichung eine beliebige Realisation von $\tilde{\epsilon}$ steht, muss

$$\frac{U'''(W^{*0})}{U''(W^{*0})} \leq \frac{U''(W^*)}{U'(W^*)} \tag{4.51}$$

für alle r_A und alle ϵ erfüllt sein. Multipliziert man die Ungleichung mit $U'(W^*)/E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A] > 0$ und bildet den bedingten Erwartungswert über $\tilde{\epsilon}$, ergibt sich

$$\frac{U'''(W^{*0})}{U''(W^{*0})} \leq \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]} \tag{4.52}$$

für alle r_A, und durch Multiplikation mit $E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A] < 0$ folgt

$$\frac{U'''(W^{*0})}{U''(W^{*0})} E_\epsilon\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A\right] \geq \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]} E_\epsilon\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A\right] \tag{4.53}$$

für alle r_A. Bei mindestens einer Renditerealisation gilt die strikte Ungleichung, denn ansonsten läge konstante absolute Risikoaversion vor. Zusammengenommen implizieren (4.50) und (4.53)

$$E_\epsilon\left[U'''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A\right] \geq \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)|r_A]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]} E_\epsilon\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A\right] \tag{4.54}$$

für alle r_A. Unter Berücksichtigung, dass sich die Bank bei einer positiven (null, negativen) Risikoprämie des Terminmarktes für Underhedging (Full Hedging, Overhedging) entscheidet und der Grenznutzen positiv ist, hat dies $\mathcal{F}'(r_A) \geq (=, \leq)\ 0$ für alle r_A zur Folge.

Sei ${r_A}^0$ diejenige Realisation von $\tilde{r}_A$, für die ${r_A}^0 = r_f$ gilt. Sämtliche Renditen $r_A < {r_A}^0$ erfüllen $\mathcal{F}(r_A) \leq (=, \geq)\ \mathcal{F}({r_A}^0)$, wenn sich der Terminmarkt in einer Backwardation- (Unverzerrtheits-, Contango-) Situation befindet, und durch Einsetzen von $\mathcal{F}(r_A)$ und $\mathcal{F}({r_A}^0)$ und anschließender Multiplikation mit $E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]\,(r_f - r_A) > 0$ entsteht

$$\begin{aligned} &\frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A]}\, E_\epsilon\left[U'(\tilde{W}^*)|r_A\right]\,(r_f - r_A) \\ &\qquad \leq (=, \geq)\ \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A = {r_A}^0]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A = {r_A}^0]}\, E_\epsilon\left[U'(\tilde{W}^*)|r_A\right]\,(r_f - r_A)\,. \end{aligned} \tag{4.55}$$

Die gleichen Abschätzungen lassen sich auch für Renditen $r_A > {r_A}^0$ treffen. Sie gelten für sämtliche Realisationen von $\tilde{r}_A$. Im Erwartungswert können die „$\leq$"- und „$\geq$"-Zeichen in (4.55) durch „$<$" bzw. „$>$" ersetzt werden, da $\mathcal{F}'(r_A)$ bei verzerrtem Terminmarkt zumindest für ein r_A positiv bzw. negativ ist. Es folgt:

$$E\left[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,(r_f - \tilde{r}_A)\right] \left\{\begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix}\right\} \frac{E_\epsilon[U''(\tilde{W}^*)\,\tilde{\epsilon}\,|r_A = {r_A}^0]}{E_\epsilon[U'(\tilde{W}^*)|r_A = {r_A}^0]}\, \underbrace{E\left[U'(\tilde{W}^*)\,(r_f - \tilde{r}_A)\right]}_{=\,0} = 0\,. \tag{4.56}$$

Unter den im Satz formulierten Annahmen ist der Zähler in (4.47) bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) negativ (null, positiv). Da der Nenner negativ ist und die Bank Einlagen aufnimmt, muss $d\,H^*_{Z,S}/d\,c_D > (=, <)\ 0$ sein. □

Obwohl die Existenz eines Hintergrundrisikos auf Grund der stochastischen Unabhängigkeit keinen Einfluss auf das Vorzeichen der spekulativen Marktrisikoposition hat, wirkt sich die Höhe des Risikos auf den Umfang der Spekulationstätigkeit aus. Denn die Bereitschaft, riskante Positionen einzugehen, ist im Allgemeinen nicht unabhängig davon, wie hoch die zu tragenden, exogenen Risiken sind. Um abzuleiten, dass Banken mit einem hohen idiosynkratischen Risiko vorsichtiger am Terminmarkt spekulieren als Banken, die nur ein geringes Hintergrundrisiko tragen, sind Annahmen an die von Kimball (1990) definierte, absolute Prudence notwendig. Sie garantieren, dass sich die Banken vorsichtig und besonnen verhalten und bei zunehmendem Zinsrisiko weniger Marktrisiko akzeptieren.[70] Ausschließliche Einschränkungen der absoluten Risikoaversion können diese Verhaltensweise nicht abbilden. Aus diesem Grund sind Forderungen an die absolute Risikoaversion und an die absolute Prudence zu stellen, um eindeutige Ergebnisse zu erzielen.[71] Die Manager reduzieren Marktrisiko, indem sie das Terminkontraktvolumen bei einer Unterabsicherung (Überabsicherung) der offenen Risikoposition erhöhen (reduzieren). Änderungen der Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik werden nicht vorgenommen, da wegen der Handelbarkeit des einzigen verbleibenden endogenen Risikos Separation gilt und die optimale Geschäftspolitik unabhängig von dem Einlagenzins ist.

Abbildung 4.1 verdeutlicht die Absicherungspolitik einer Universalbank, die Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt ist, Regulierungsvorschriften einhalten muss und sich für die Verwendung von Standardverfahren zur Berechnung einer angemessenen Eigenmittelausstattung entschieden hat.[72] Ausgehend von der Nutzenfunktion $U(W) = W - e^{-a\,W}$ mit $a > 0$ sind die optimalen Hedge-Raten der Bank für unterschiedliche Terminmarkt-Situationen in Abhängigkeit des Zinsrisikos dargestellt. Die zu Grunde liegende Nutzenfunktion erfüllt die Voraussetzungen des obigen Satzes, da die Ungleichungen in (4.40) für beliebige Endvermögensrealisationen gelten und die absolute Prudence den Wert a annimmt (konstante absolute Prudence). An dem Verlauf der Hedge-Raten ist zu erkennen, dass die Bankmanager unterhalb einer kritischen Grenze $\bar{\sigma}^2_{r_D}$ die spekulative Marktrisikoposition reduzieren, wenn die Varianz des Einlagenzinssatzes steigt. In

[70] Die absolute Prudence misst, wie vorsichtig und besonnen sich Entscheidungsträger bei Existenz mehrerer Risiken verhalten. Vgl. Kimball (1990), S. 64.

[71] Die im Satz formulierten Präferenzannahmen sind hinreichend für „Standard Risk Aversion" im Sinne von Kimball (1993), da abnehmende absolute Risikoaversion im Sinne von Ross (1981) abnehmende absolute Risikoaversion im Sinne von Pratt (1964) und Arrow (1965) impliziert. Notwendig sind sie nicht, da „Standard Risk Aversion" nicht zwangsläufig (4.40) gewährleistet. Die geforderten Annahmen sind demzufolge strenger als „Standard Risk Aversion".

[72] Die zugehörige Datenkonstellation ist im Anhang B auf S. 260 zu finden.

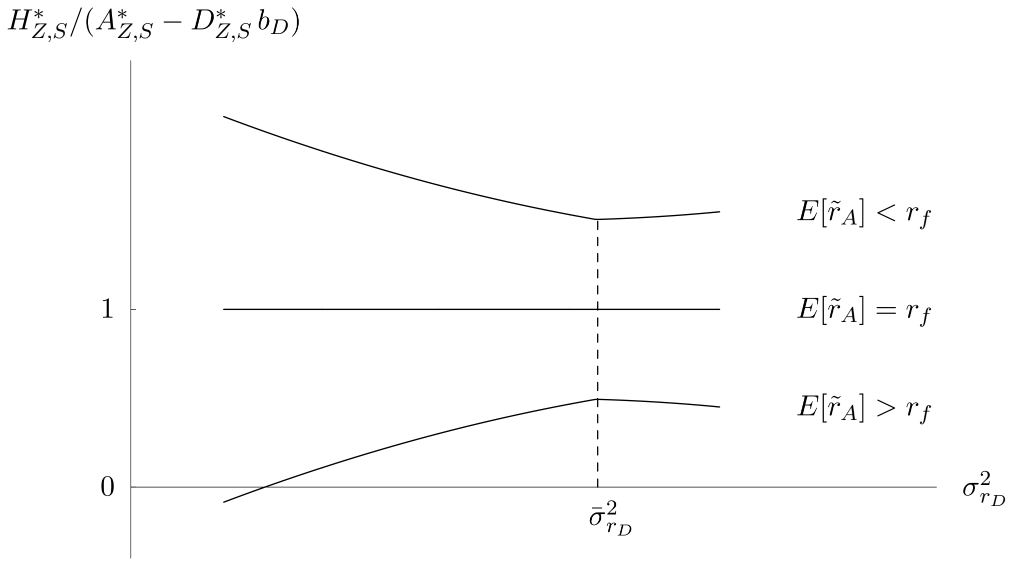

Abbildung 4.1: Optimale Hedge-Rate einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko bei Einführung von Regulierungsvorschriften in Abhängigkeit des Zinsrisikos

diesem Bereich wollen Kreditinstitute mehr Einlagen aufnehmen, als gesetzlich zulässig ist. Die Regulierungsvorschriften limitieren das Einlagenvolumen, denn es sind nicht genügend Eigenmittel vorhanden, um das Kredit- und Finanzanlagengeschäft in angemessener Weise mit Eigenkapital zu unterlegen. Das Zinsrisiko ist exogen, und eine Erhöhung des Hintergrundrisikos hat im Fall einer positiven (negativen) Risikoprämie des Terminmarktes eine Ausweitung (Reduzierung) des Hedgingvolumens zur Folge. Oberhalb von $\bar{\sigma}^2_{r_D}$ entschließen sich die Manager dazu, eine größere spekulative Risikoposition aufzubauen. Sie erhöhen das Marktrisiko, da das bevorzugte Einlagenvolumen unterhalb des maximal zulässigen Einlagenvolumens $\overline{K}/\kappa$ liegt und Regulierungsvorschriften die optimale Geschäfts- und Risikopolitik nicht beschränken. Das nicht handelbare Zinsrisiko ist endogen, Separation gilt nicht mehr, und neben dem Hedgingvolumen hängen auch das Finanzanlagen- und das Einlagenvolumen vom Zinsrisiko ab. In diesem Fall nimmt die Bank weniger Einlagen auf und investiert weniger risikobehaftet, wenn das Zinsrisiko steigt. Das Hedgingvolumen wird ebenfalls reduziert, und zwar so, dass die spekulative Marktrisikoposition zunimmt.

Abschließend werden die wichtigsten Aussagen der letzten Abschnitte noch einmal zusammengefasst und um die noch fehlenden komparativ-statischen Analysen ergänzt: Kreditinstitute sind gesetzlich zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet.

Je nach Ausgestaltung der gesetzlichen Regelungen können diese entweder zu Erleichterungen oder zu Verkomplizierungen der Entscheidungsfindung sorgen. Zu Erleichterungen kommt es, wenn die Investitionsprojekte prozentual mit Eigenkapital zu unterlegen sind und die Unterlegungssätze der Aktivgeschäfte nicht voneinander abweichen. Unter diesen Umständen legen Finanzintermediäre, die Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt sind und Terminfixgeschäfte zur Gestaltung von Marktrisiko nutzen, ihre optimale Geschäftspolitik anhand einfacher Entscheidungsregeln fest, die unabhängig von den Präferenzen des Eigentümers und der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins sind. Trotz der fehlenden Handelbarkeit des Zinsrisikos lässt sich Separation nachweisen, da das Einlagenvolumen durch die Unterlegungsvorschriften determiniert wird und das einzige nicht vollständig absicherbare, endogene Risiko exogen ist. Es kommt somit auf das Zusammenspiel von Regulierungsvorschriften und die Absicherungsmöglichkeiten der Risiken an, wenn es um die Gültigkeit des Separationstheorems geht. Die optimale Risikopolitik hängt in erster Linie von der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Bei positiver (null, negativer) Risikoprämie sichert die Bank weniger als (genau, mehr als) ihre offene Marktrisikoposition ab und spekuliert. Um zu analysieren, wie die Manager auf eine marginale Erhöhung der Risikoaversion, der Fixkosten, des Erwartungswertes oder der Varianz des Einlagenzinssatzes reagieren, sind Einschränkungen der Präferenzen notwendig. Diese müssen stärker sein als bei Banken, die nur einem Risiko ausgesetzt sind.

Tabelle 4.3 gibt die Ergebnisse der noch fehlenden komparativ-statischen Analysen an. Dabei handelt es sich um die variablen Kosten des Kreditgeschäfts, den Kreditzinssatz, den Erwartungswert und die Varianz der Finanzanlagenrendite, das Eigenkapital, den Terminkurs der Finanzanlagen und den Unterlegungssatz. Um die Sensitivität der variablen Kosten und der ersten beiden Momente der Finanzanlagenrendite zu überprüfen, werden die im zweiten Kapitel vorgestellten Parametrisierungen benutzt. Sie lauten $C_L^n(L_{Z,S}) = \theta\, C_L(L_{Z,S})$, $\tilde{r}_A{}^n = \tilde{r}_A + \gamma$ und $\tilde{r}_A{}^n = E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}$. Aus der Tabelle ist zu entnehmen, dass die Auswirkungen auf die optimale Geschäftspolitik eindeutig sind. Ob und in welche Richtung das Hedgingvolumen anzupassen ist, hängt von der Monotonie der absoluten Risikoaversion und der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Die Abkürzungen DARA^R, CARA^R und IARA^R stehen dabei für abnehmende, konstante bzw. zunehmende absolute Risikoaversion im Sinne von Ross (1981).

Marginale Zunahme von		θ	r_L	γ	β	$\overline{K}$	r_f	κ
$L^*_{Z,S}$		$\downarrow$	$\uparrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$
$A^*_{Z,S}$		$\uparrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow$
$D^*_{Z,S}$		$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\rightarrow$	$\downarrow$
$H^*_{Z,S}$	$\text{DARA}^R + E[\tilde{r}_A] > r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$
	$\text{DARA}^R + E[\tilde{r}_A] = r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow$
	$\text{DARA}^R + E[\tilde{r}_A] < r_f$:	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$
	CARA^R :	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$
	$\text{IARA}^R + E[\tilde{r}_A] > r_f$:	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$
	$\text{IARA}^R + E[\tilde{r}_A] = r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\rightarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow\downarrow$
	$\text{IARA}^R + E[\tilde{r}_A] < r_f$:	$\uparrow$	$\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$

Tabelle 4.3: Ergebnisse komparativ-statischer Analysen für Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko bei Verwendung von Standardverfahren und Zugang zu Terminmärkten

4.2.1.5 Beispiel

Die Untersuchungen in den vorangegangenen Abschnitten haben zwei wichtige Ergebnisse zum Vorschein gebracht. Auf der einen Seite ist die Handelbarkeit sämtlicher endogener Risiken nicht notwendig für Separation. Hinreichend ist sie ebenfalls nicht, wie die Ausführungen in Abschnitt 3.2.1 ergeben haben. Auf der anderen Seite hängt das Vorzeichen der spekulativen Marktrisikoposition ausschließlich vom Vorzeichen der Risikoprämie des Terminmarktes ab. Die Höhe des Zinsrisikos spielt diesbezüglich keine Rolle.

Um die Ergebnisse zu verdeutlichen, bietet es sich an, die Investitions-, Finanzierungs- und Absicherungspolitik einer Bank im Rahmen eines Beispiels auszurechnen. Es wird unterstellt, dass der Eigentümer der Bank Entscheidungen auf der Grundlage der Nutzenfunktion $U(W) = -e^{-aW}$ mit $a > 0$ trifft. Das Management beziffert die variablen Kredit- und Einlagenkosten auf $C_L(L_{Z,S}) = \theta\, L^2_{Z,S}/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$ und $C_D(D_{Z,S}) = D^2_{Z,S}/2$, und geht davon aus, dass sich der Einlagenzins durch das Regressionsmodell (4.3) erklären lässt. Die Finanzanlagenrendite und das stochastisch unabhängige Restrisiko $\tilde{\epsilon}$ werden als normalverteilt angesehen, wobei die Entscheider den Erwartungswert und die Varianz der Finanzanlagenrendite auf μ_{r_A} bzw. $\sigma^2_{r_A}$ und die Varianz des Restrisikos auf σ_ϵ^2 schätzen. Die neu gegründete Bank ist in der Wahl ihrer Geschäftspolitik nicht frei, sondern muss Regulierungsvorschriften einhalten, die die Aktivgeschäfte in Relation zur Fähigkeit, Verluste zu tragen, einschränken. Die gesetzlichen Vorschriften zwingen die Manager dazu, ein Einlagenvolumen zu realisieren, das sich auf $D^*_{Z,S} = \overline{K}/\kappa$ beläuft und unterhalb des optimalen Einlagenumfangs ohne Regulierungsvorschriften liegt. Bezeichnet μ den Erwartungswert und σ^2 die Varianz des normalverteilten Endvermögens, steht der Bernoulli-rationale Bankeigentümer vor folgendem Optimierungsproblem:

$$\max_{L_{Z,S}\geq 0, H_{Z,S}} \quad \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2\,,$$

mit (4.57)

$$\mu = L_{Z,S}\left(r_L - \mu_{r_A}\right) + \frac{\overline{K}}{\kappa}\left(\mu_{r_A}\left(1+\kappa-b_D\right) - a_D\right) - \theta\,\frac{L^2_{Z,S}}{2} - \frac{\overline{K}^2}{2\,\kappa^2} - C_F + H_{Z,S}\left(r_f - \mu_{r_A}\right) + I\,,$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{\overline{K}}{\kappa}\left(1+\kappa-b_D\right) - L_{Z,S} - H_{Z,S}\right)^2 \sigma^2_{r_A} + \frac{\overline{K}^2}{\kappa^2}\,c_D^2\,\sigma_\epsilon^2\,.$$

Falls die Bank Kredite vergibt, in Finanzanlagen investiert und Einlagen aufnimmt, geben die partiellen Ableitungen der Präferenzfunktion notwendige und hinreichende Bedingungen für ein Erwartungsnutzenmaximum an. Mit der Regulierungsvorschrift und der Bilanzgleichung lässt sich das entstehende Gleichungssystem nach dem Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Absicherungsvolumen auflösen, und es ergibt sich:

$$L^*_{Z,S} = \frac{r_L - r_f}{\theta}\,,\quad A^*_{Z,S} = \overline{K} + \frac{\overline{K}}{\kappa} - \frac{r_L - r_f}{\theta}\,,\quad D^*_{Z,S} = \frac{\overline{K}}{\kappa} \tag{4.58}$$

und

$$H^*_{Z,S} = \frac{r_f - \mu_{r_A}}{a\,\sigma^2_{r_A}} + A^*_{Z,S} - D^*_{Z,S}\,b_D\,.$$

Trotz Existenz eines nicht handelbaren Restrisikos hängt die optimale Geschäftspolitik weder von den Präferenzen des Eigentümers noch von den Momenten der Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins ab. Über die Regulierungsvorschrift (4.31) liegt das Einlagenvolumen bereits fest, so dass es sich bei dem Zinsrisiko de facto um ein exogenes Risiko handelt. Derartige Hintergrundrisiken beeinflussen die optimale Geschäftspolitik nicht, vorausgesetzt dass alle verbleibenden endogenen Risiken absicherbar sind. In diesem Fall gilt Separation. Die Risikoprämie des Terminmarktes ist für die Absicherungspolitik von großer Bedeutung. Die Bank entscheidet sich für eine Unterabsicherung (vollständige Absicherung, Überabsicherung) des Marktrisikos, wenn die Risikoprämie positiv (null, negativ) ist. Darüber hinaus gehen die Risikoaversion des Eigentümers und die Varianz der Finanzanlagenrendite in das optimale Hedgingvolumen ein. Die Fixkosten und der erwartete Einlagenzins üben keinen Einfluss aus. Dieses Ergebnis wurde in allgemeiner Form in den Sätzen 52 und 53 bewiesen.

Im Vergleich zu Kreditinstituten, die keine Regulierungsvorschriften einhalten müssen, aber in allen anderen Ausstattungsmerkmalen identisch sind, entscheiden sich regulierte Institute für ein gleich hohes Kreditvolumen. Ein Blick auf (4.30) und (4.58) zeigt weiter, dass Regulierungsvorschriften zu Differenzen in der Finanzanlagen- und Einlagenpolitik führen. Regulierte Banken bevorzugen geringere Geschäftsvolumina als Unternehmen, die unbegrenzt Fremdkapital aufnehmen dürfen. Die optimalen Hedgingvolumina H_Z^* und $H_{Z,S}^*$ stimmen überein, wenn b_D gleich eins ist. Ansonsten treten Abweichungen auf, wenngleich die Entscheidungsregel, die das Management zur Entscheidungsfindung heranzieht, dieselbe ist.

4.2.2 Eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung

Kreditinstitute haben die Wahl, ob sie Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zur Ermittlung einer angemessenen Eigenmittelausstattung nutzen. Unabhängig davon, für welches Verfahren sie sich entscheiden, besteht das Ziel der gesetzlichen Vorschriften darin, die Insolvenzwahrscheinlichkeit des Unternehmens zu begrenzen. Mit der Erlaubnis, eigene Risikomodelle einsetzen zu dürfen, soll den Kreditinstituten die Möglichkeit gegeben werden, für die interne Risikosteuerung und für die bankaufsichtsrechtliche Risikobegrenzung dasselbe Instrumentarium verwenden zu dürfen. Der Gesetzgeber wird ein eigenes Risikomodell aber nur dann akzeptieren, wenn es hinreichend gut auf das interne Modell abgestimmt ist. Ein Beispiel für ein gut abgestimmtes, eigenes Risikomodell ist das zum internen Modell (3.56) gehörende, eigene Risikomodell (3.57) einer Bank unter Marktrisiko. Falls die Bankmanager auf Finanzierungsprojekte zurückgreifen, die kürzere Fristigkeiten als die Investitionsprojekte besitzen, und weitere, fristenkongruente Finanzierungsinstrumente nicht zur Verfügung stehen, verändert sich das interne Modell, denn die Bank ist neben dem Marktrisiko einem Zinsrisiko ausgesetzt. In diesem Fall ist das eigene Risikomodell geeignet zu modifizieren, um den aufsichtsrechtlichen Anforderungen zu genügen. Diesem Unterfangen widmet sich Abschnitt 4.2.2.1. Im Anschluss wird die optimale Geschäfts- und Risikopolitik charakterisiert und mit der Aktiv- und Passivpolitik einer in allen Ausstattungsmerkmalen identischen Bank ohne Regulierungsvorschriften verglichen. In Abschnitt 4.2.2.3 werden komparativ-statische Analysen durchgeführt. Anhand eines einfachen Zahlenbeispiels wird überprüft, wie die Manager auf geringfügige Änderungen einzelner exogener Parameter reagieren. Die Einschränkungen der Präferenzen, der gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung und der Kostenfunktionen sind notwendig, da das Zinsrisiko endogen ist und keine Möglichkeit der vertraglichen Risikoabwälzung besteht.

4.2.2.1 Modell

Im Mittelpunkt der weiteren Untersuchungen steht ein Kreditinstitut, das zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet ist und eigene Risikomodelle nutzt, um die Grundsätze über das Eigenkapital und die Liquidität von Kreditinstituten zu erfüllen. Analog zu den Banken in den Abschnitten 4.1 und 4.2.1 nimmt es kurzfristige Einlagen auf und investiert die Mittel zuzüglich des Eigenkapitals ausschließlich langfristig, und zwar in risikolose Kredite einerseits und in Marktrisiko-behaftete Finanzanlagen andererseits. Fällig werdende Einlagen werden prolongiert oder durch neue, ebenfalls kurzfristige Einlagen ersetzt. Da die Konditionen der Prolongation bzw. Neuaufnahme von Einlagen zu Beginn der Planung noch nicht feststehen, ist die Bank einem Risiko ausgesetzt, das als Zins- oder Refinanzierungsrisiko bezeichnet wird. Sowohl das Markt- als auch das Zinsrisiko sind für die Bank nicht fest vorgegeben, sondern können von den Managern des Instituts gestaltet werden. Die Optimierung der Risikoposition erfolgt über die Wahl der Geschäfts- und Risikopolitik. Zur Steuerung des Marktrisikos setzen die Manager Terminfixgeschäfte ein, deren Underlying die im Aktivgeschäft erworbenen Finanzanlagen sind. Der Fälligkeitszeitpunkt der Forwards stimmt mit dem Planungshorizont des Eigentümers überein, der Terminkurs entspricht r_f. Zu diesem Kurs können die Manager in beliebigem Umfang $H_{Z,E}$ am kompetitiven

Terminmarkt Finanzanlagen verkaufen ($H_{Z,E} > 0$) oder zukaufen ($H_{Z,E} < 0$).[73] Weitere Derivate existieren nicht, so dass lediglich beim Marktrisiko die Möglichkeit besteht, das Risiko vollständig auszuschalten. Ein Zinsrisiko ist bei positivem Einlagenvolumen in jedem Fall zu tragen. Auf Grund der positiven Korrelation zwischen beiden Risiken kann das Zinsrisiko jedoch partiell mit abgesichert werden. Wenn die Bankmanager die stochastischen Beziehungen durch das Regressionsmodell (4.3) erklären, beläuft sich die zu steuernde Ergebnisgröße, das Endvermögen des Eigentümers, auf:[74]

$$\begin{aligned}\tilde{W} = {} & A_{Z,E}\,(\tilde{r}_A - r_L) - D_{Z,E}\,(a_D + b_D\,\tilde{r}_A + c_D\,\tilde{\epsilon} - r_L) + \overline{K}\,r_L \\ & - C_L\left(\overline{K} + D_{Z,E} - A_{Z,E}\right) - C_D\,(D_{Z,E}) - C_F + H_{Z,E}\,(r_f - \tilde{r}_A) + I\,.\end{aligned} \tag{4.59}$$

Dabei kennzeichnet $A_{Z,E}$ das Finanzanlagenvolumen, $D_{Z,E}$ das Einlagenvolumen und $H_{Z,E}$ das Hedgingvolumen der Bank. Das Kreditvolumen $L_{Z,E}$ wurde gemäß der Bilanzgleichung (4.1) durch $\overline{K} + D_{Z,E} - A_{Z,E}$ ersetzt.

Regulierte Banken sind in der Wahl ihrer Geschäfts- und Risikopolitik nicht frei. Sie müssen Regeln beachten, die für eine Begrenzung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit sorgen. Sofern die maximal zulässige Insolvenzwahrscheinlichkeit α beträgt und der Bankeigentümer bei Zahlungsschwierigkeiten des Kreditinstituts mit seinem Privatvermögen haftet, darf die Wahrscheinlichkeit, dass er am Ende seiner Planung (in $t = 1$) zahlungsunfähig wird, höchstens den Wert α annehmen. Ein Investor gilt im Zuge dessen als zahlungsunfähig, wenn sein Gesamtvermögen in dem entsprechenden Zeitpunkt kleiner als null ist. Die Forderung nach einer maximalen Insolvenzwahrscheinlichkeit von α ist demnach gleichbedeutend mit der Forderung, dass der Bankeigentümer mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens $1-\alpha$ über ein positives Endvermögen verfügt.

Im weiteren Verlauf wird davon ausgegangen, dass die Einführung von Regulierungsvorschriften Änderungen der Investitions- und Finanzierungspolitik nach sich zieht. Dies ist der Fall, wenn der Finanzintermediär ohne gesetzliche Vorschriften eine Geschäfts- und Risikopolitik präferiert, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit größer als α hat. Sie wird vom Gesetzgeber, der Banken reguliert, nicht länger toleriert. Man sagt, dass die Lösung des restringierten Optimierungsproblems (mit Regulierungsvorschriften) von der Lösung des nicht restringierten Optimierungsproblems abweicht. Im Gegensatz zu Banken, die langfristige Einlagen aufnehmen und nur Marktrisiko ausgesetzt sind,

[73] Die Indizes „Z“ und „E“ zeigen an, dass die Bank Markt- und Zinsrisiko ausgesetzt ist und eigene Risikomodelle zur Eigenmittelunterlegung verwendet.

[74] Auf eine genauere Beschreibung des Modells wird verzichtet, da keine Unterschiede zum Grundmodell einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko vorliegen. Vgl. die Ausführungen in Abschnitt 4.1.

können Unterschiede in den optimalen Entscheidungen selbst dann auftreten, wenn der Terminmarkt unverzerrt ist. Denn obwohl sich Kreditinstitute mit ausreichender Eigenmittelausstattung für eine vollständige Ausschaltung des Marktrisikos entscheiden, sind ihre Gewinne nicht risikolos.[75] Ein Restrisiko bleibt bestehen, das unter Umständen sehr groß sein kann, so dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank über α liegt. Aus diesem Grund dürfen unverzerrte Terminmärkte in den weiteren Analysen nicht vernachlässigt werden. Wenn Regulierungsvorschriften zu Einschränkungen führen, bevorzugen Kreditinstitute mit geringer Eigenmittelausstattung eine Geschäfts- und Risikopolitik, die eine Insolvenzwahrscheinlichkeit von exakt α besitzt. Kleinere Insolvenzwahrscheinlichkeiten sind suboptimal, da der erwartete Nutzen des Eigentümers umso niedriger ist, je weiter sich die Bankpolitik von der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik ohne Regulierungsvorschriften entfernt.

Um die Insolvenzwahrscheinlichkeit zu quantifizieren, sind Annahmen an die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins zu stellen. Besonders einfach ist es, wenn man von normalverteilten Zufallsvariablen ausgeht. Dann lässt sich das α-Quantil des Endvermögens durch das α-Quantil der Standardnormalverteilung, u_α, ausdrücken. Falls μ_{r_A} und σ_{r_A} den Erwartungswert und die Standardabweichung der normalverteilten Finanzanlagenrendite bezeichnen und σ_ϵ für die Standardabweichung des normalverteilten, stochastisch unabhängigen Restrisikos mit Erwartungswert null steht, beläuft sich der Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ des normalverteilten Endvermögens auf:

$$\begin{aligned}\mu = {} & A_{Z,E}\left(\mu_{r_A} - r_L\right) - D_{Z,E}\left(a_D + b_D\,\mu_{r_A} - r_L\right) + \overline{K}\,r_L \\ & - C_L\left(\overline{K} + D_{Z,E} - A_{Z,E}\right) - C_D\left(D_{Z,E}\right) - C_F + H_{Z,E}\left(r_f - \mu_{r_A}\right) + I\,, \\ \sigma = {} & \sqrt{\left(A_{Z,E} - D_{Z,E}\,b_D - H_{Z,E}\right)^2\,\sigma_{r_A}^2 + D_{Z,E}^2\,c_D^2\,\sigma_\epsilon^2}\,.\end{aligned} \tag{4.60}$$

Die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank beträgt α, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:[76]

$$\mu + u_\alpha\,\sigma = 0\,. \tag{4.61}$$

In Abschnitt 2.2.2 wurde der Value-at-Risk der Marktrisikoposition durch $\mathrm{VaR}_\alpha = (-\mu_{r_A} - u_\alpha\,\sigma_{r_A})A_{Z,E}$ definiert. Überträgt man die Definition auf die Zinsrisikoposition,

[75] Dies ist das Ergebnis von Satz 44.

[76] Die Umformung basiert auf einer Normalisierung des Endvermögens. Es entsteht eine standardnormalverteilte Zufallsvariable, deren α-Quantil $-\mu/\sigma$ mit u_α übereinstimmt.

so stellt sich heraus, dass der Value-at-Risk beider Risikopositionen nicht der Summe der Value-at-Risks der einzelnen Risikopositionen entspricht. Mit anderen Worten, das Gesamtverlustpotenzial einer Bank stimmt nicht mit der Summe der Verlustpotenziale aus den einzelnen Geschäftsbereichen überein. Die aktuellen gesetzlichen Vorschriften gestatten es Kreditinstituten aber gerade, die Verlustpotenziale in den einzelnen Geschäftsbereichen separat auszurechnen und im Anschluss zu addieren.[77] Als Gründe dafür werden genannt, dass die Zeithorizonte, die den einzelnen Verlustpotenzialen zu Grunde liegen, zum Teil deutlich voneinander abweichen, und dass es unter Umständen schwierig ist, Korrelationen zwischen Wertänderungen von Positionen zu schätzen, wenn die Positionen unterschiedlichen Geschäftsbereichen angehören.[78] Diese Vorgehensweise ist jedoch problematisch. Denn die nach den gesetzlichen Anforderungen ermittelte Gesamtrisikoposition einer Bank gibt nur unzureichend Auskunft über die tatsächliche Gesamtrisikoposition des Unternehmens. Sie kann allenfalls als Heuristik verstanden werden, die die tatsächliche Gesamtrisikoposition approximiert. Im Einvernehmen mit der Literatur lässt sich festhalten, dass Änderungsbedarf der gesetzlichen Regelungen besteht, um die Gesamtrisikoposition einer Bank genauer abzubilden.[79]

Die Bankmanager orientieren sich bei der Entscheidungsfindung an den Interessen des Bankeigentümers und maximieren den erwarteten Nutzen seines Endvermögens unter Berücksichtigung der Regulierungsvorschrift (4.61). Sie lösen das Optimierungsproblem, indem sie das Lagrangeverfahren anwenden. Mit dem Lagrangemultiplikator $\lambda_{Z,E}$ lautet die über $A_{Z,E}$, $D_{Z,E}$, $H_{Z,E}$ und $\lambda_{Z,E}$ zu maximierende Lagrangefunktion

$$\mathcal{L}\left(A_{Z,E}, D_{Z,E}, H_{Z,E}, \lambda_{Z,E}\right) = E\left[U(\tilde{W})\right] + \lambda_{Z,E}\Big(\mu + u_\alpha\,\sigma\Big)\,, \tag{4.62}$$

mit $\tilde{W}$ aus (4.59) und μ und σ aus (4.60).

Unter der Annahme, dass die Bank Kredite vergibt ($L^*_{Z,E} > 0$), in Finanzanlagen investiert ($A^*_{Z,E} > 0$) und Einlagen aufnimmt ($D^*_{Z,E} > 0$), verlangt die notwendige Bedingung für ein Extremum, dass die partiellen Ableitungen der Lagrangefunktion im Optimum den Wert null annehmen. Neben der Regulierungsbedingung (4.61) entsteht

[77] Vgl. § 2 GS I und Hartmann-Wendels et al. (2000), S. 436 ff. und 547 ff.

[78] Vgl. Franke (2000a), S. 78 f.

[79] Vgl. Duffie/Pan (1997), S. 28 ff., Jorion (1997), S. 54 ff., Bühler et al. (1998), S. 65 f., Franke (2000a), S. 78 ff. und Linsmeier/Pearson (2000), S. 49 ff.

folgendes Gleichungssystem:

$$
\begin{aligned}
E\Big[U'(\tilde{W}^*)\left(\tilde{r}_A - r_L + C'_L\left(\overline{K} + D^*_{Z,E} - A^*_{Z,E}\right)\right)\Big]& \\
+\lambda^*_{Z,E}\Big(\mu_{r_A} - r_L + C'_L\left(\overline{K} + D^*_{Z,E} - A^*_{Z,E}\right)& \\
+\frac{u_\alpha}{\sigma}\left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\, b_D - H^*_{Z,E}\right)\sigma^2_{r_A}\Big) &= 0\,, \qquad (4.63)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
E\Big[U'(\tilde{W}^*)\left(r_L - a_D - b_D\,\tilde{r}_A - c_D\,\tilde{\epsilon} - C'_L\left(\overline{K} + D^*_{Z,E} - A^*_{Z,E}\right) - C'_D\left(D^*_{Z,E}\right)\right)\Big]& \\
+\lambda^*_{Z,E}\Big(r_L - a_D - b_D\,\mu_{r_A} - C'_L\left(\overline{K} + D^*_{Z,E} - A^*_{Z,E}\right) - C'_D\left(D^*_{Z,E}\right)& \\
+\frac{u_\alpha}{\sigma}\left(-b_D\left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\, b_D - H^*_{Z,E}\right)\sigma^2_{r_A} + D^*_{Z,E}\, c^2_D\, \sigma^2_\epsilon\right)\Big) &= 0\,, \qquad (4.64)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
E\Big[U'(\tilde{W}^*)\left(r_f - \tilde{r}_A\right)\Big]& \\
+\lambda^*_{Z,E}\Big(r_f - \mu_{r_A} - \frac{u_\alpha}{\sigma}\left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\, b_D - H^*_{Z,E}\right)\sigma^2_{r_A}\Big) &= 0\,. \qquad (4.65)
\end{aligned}
$$

Die Lösung dieses Gleichungssystems gibt das eindeutige Erwartungsnutzenmaximum des Bankeigentümers an. Die notwendigen Bedingungen sind hinreichend, da die Nutzenfunktion konkav verläuft und die Entscheidungsvariablen in einer konvexen Menge liegen.

4.2.2.2 Optimale Geschäfts- und Risikopolitik

Kreditinstitute, die ihre Geschäfts- und Risikopolitik ungeachtet von der Insolvenzwahrscheinlichkeit spezifizieren, benötigen neben leicht beobacht- bzw. beschaffbaren Daten Informationen über die Präferenzen des Eigentümers und die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins, um die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik zu bestimmen. Das Separationstheorem gilt nicht, da ein Teil des Zinsrisikos endogen ist und keine Absicherungsmöglichkeiten des Restrisikos vorhanden sind. Falls die Bank verpflichtet ist, Regulierungsvorschriften einzuhalten, und das Management Kredite und Finanzanlagen prozentual mit haftendem Eigenkapital unterlegt, steht das Einlagenvolumen bereits vor der Optimierung der Bankgeschäfte fest. Demzufolge ist das Zinsrisiko exogen, und es kommt zur Separation, da das einzig verbleibende, endogene Marktrisiko vollständig absicherbar ist. Folgt man der Argumentation aus den vorherigen Abschnitten, scheint die Präferenz- und Verteilungs-Unabhängigkeit der Aktiv- und Passivpolitik für Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle nutzen, eher unwahrscheinlich zu sein. Denn trotz Regulierungsvorschriften bleibt das Zinsrisiko endogen, was gegen die Separierbarkeit der Geschäftspolitik spricht. Der nächste Satz untersucht diese Fragestellung für Datenkonstellationen, in denen der Lagrangemultiplikator und der mit minus eins multiplizierte, erwartete Grenznutzen voneinander abweichen.[80]

Satz 55 *Wenn neben dem handelbaren Marktrisiko ein nicht handelbares Zinsrisiko besteht, hängt das optimale Kreditvolumen einer Bank, die eigene Risikomodelle zur Steuerung ihrer Insolvenzwahrscheinlichkeit einsetzt, nur von Marktzinssätzen und den Grenzkosten des Kreditgeschäfts ab. Es erfüllt die Bedingung:*

$$r_L - r_f = C_L' \left(L_{Z,E}^* \right) \ . \tag{4.66}$$

Das optimale Finanzanlagengeschäft und das optimale Einlagengeschäft werden indessen von sämtlichen exogenen Modellparametern beeinflusst. Dazu zählen insbesondere die Präferenzen des Eigentümers und die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Finanzanlagenrendite und Einlagenzins.

Beweis: Addiert man die notwendigen Bedingungen (4.63) und (4.65) und dividiert durch $(E[U'(\tilde{W}^*)] + \lambda_{Z,E}^*) \neq 0$, ergibt sich (4.66). Die Aussagen für das Finanzanlagen- und das Einlagenvolumen sind Implikationen der Bedingungen erster Ordnung (4.63) und (4.64), die nicht unabhängig vom Grenznutzen darstellbar sind. □

Regulierungsvorschriften garantieren nicht zwangsläufig die Gültigkeit des Separationstheorems. Nur wenn die gesetzlichen Vorschriften für eine „Exogenisierung“ sämtlicher endogener, nicht handelbarer Risiken sorgen, hängt die optimale Geschäftspolitik weder von den Präferenzen noch von der Wahrscheinlichkeitsverteilung ab. Es kommt somit auf die Gestalt der Nebenbedingung und die Absicherungsmöglichkeiten der Bankrisiken an. Trotz einer Verletzung des Separationstheorems führen Derivate zu einer Vereinfachung bei der Entscheidungsfindung, denn sie stellen sicher, dass zumindest einzelne Investitions- oder Finanzierungsprojekte separierbar sind. So können Kreditinstitute unter Markt- und Zinsrisiko das Kreditgeschäft nicht simultan anhand einer einfachen Entscheidungsregel festlegen.

[80] Diese Annahme wurde bereits in den Abschnitten 2.2.2 und 3.2.2 unterstellt. Sie dient im Wesentlichen der Vereinfachung der nachfolgenden Analysen.

Ein Vergleich der Optimalitätsbedingungen (4.9), (4.36) und (4.66) zeigt, dass Regulierungsvorschriften keinen Einfluss auf das optimale Kreditvolumen einer Universalbank haben ($L^*_{Z,E} = L^*_{Z,S} = L^*_Z$). Der Umfang des Kreditgeschäfts hängt ausschließlich von den Grenzerlösen und den Grenzkosten ab. Liegen die Grenzerlöse oberhalb der Grenzkosten, so dass eine Ausweitung der Geschäftstätigkeit zu einem Vermögenszuwachs des Eigentümers führt, erhöhen die Bankmanager das Kreditvolumen. Im Fall kleinerer Grenzerlöse reduzieren sie es. Nur wenn die Grenzerlöse und die Grenzkosten übereinstimmen, können die Manager keine weiteren „Arbitragegewinne“ erzielen, und das Kreditvolumen ist optimal. Im Gegensatz zum Kreditgeschäft nehmen regulierte Banken weniger Einlagen auf ($D^*_{Z,E} < D^*_Z$) und investieren weniger risikobehaftet ($A^*_{Z,E} < A^*_Z$) als vergleichbare, nicht regulierte Institute. Die Kürzungen im Finanzanlagen- und Einlagengeschäft entstehen dadurch, dass regulierte Banken ihre Insolvenzwahrscheinlichkeit reduzieren müssen. Der einzige Weg, dies zu erreichen, ist über Einschränkungen des Finanzanlagen- und Einlagengeschäfts. Diese müssen simultan stattfinden, um die Bilanzgleichung der Bank nicht zu verletzen.

Festzuhalten bleibt, dass sich das Separationstheorem bei Verwendung eigener Risikomodelle und Existenz nicht handelbarer, endogener Risiken nicht mehr nachweisen lässt. Es gilt nur noch in Bezug auf das Kreditvolumen. Das optimale Finanzanlagen- und das optimale Einlagenvolumen sind im Anschluss gleichzeitig mit dem optimalen Terminkontraktvolumen zu bestimmen. Dazu ist das Gleichungssystem (4.63) bis (4.65) inklusive der gesetzlichen Nebenbedingung aufzulösen. Um die Anzahl per Termin zu verkaufender bzw. zu kaufender Finanzanlagen zu quantifizieren, werten die Bankmanager sämtliche verfügbaren Informationen aus. Sie gestalten die Risikoposition der Bank so, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit des Instituts α beträgt. Das Verhältnis zur offenen Marktrisikoposition $A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\, b_D$ lässt sich dabei wie folgt charakterisieren:

Satz 56 *Kreditinstitute, die einem absicherbaren und einem nicht vollständig absicherbaren Risiko ausgesetzt sind und eigene Risikomodelle verwenden, um die Insolvenzwahrscheinlichkeit zu steuern, sichern ihre offene Marktrisikoposition vollständig ab (Full Hedging), wenn der Terminmarkt unverzerrt ist und $\lambda^*_{Z,E} \geq 0$ gilt. Sie sichern weniger (mehr) als ihre offene Marktrisikoposition ab, wenn der Terminmarkt bei $\lambda^*_{Z,E} \geq 0$ durch Backwardation (Contango) gekennzeichnet ist.*

Beweis: Eine Äquivalenzumformung der Bedingung erster Ordnung (4.65) liefert:

$$E\left[U'(\tilde{W}^*)\right] E\left[r_f - \tilde{r}_A\right] - \operatorname{cov}\left[U'(\tilde{W}^*), \tilde{r}_A\right]$$
$$+ \lambda^*_{Z,E}\left[\left(r_f - \mu_{r_A}\right) + \frac{-u_\alpha\, \sigma^2_{r_A}}{\sigma}\left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\, b_D - H^*_{Z,E}\right)\right] = 0\,. \quad (4.67)$$

Das Produkt der beiden Erwartungswerte ist bei Backwardation (Unverzerrtheit, Contango) wegen des positiven Grenznutzens negativ (null, positiv). Unter Berücksichtigung des Vorzeichens gilt für den Kovarianzterm, dass er bei $H^*_{Z,E} < (=,>)\ A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\, b_D$ größer (gleich, kleiner) null ist. Das haben die Ausführungen in Satz 44 gezeigt. Der Bruch ist bei $\alpha < 0,5$ positiv, wovon ausgegangen wird.

Angenommen, die Risikoprämie des Terminmarktes ist positiv (null, negativ) und $\lambda^*_{Z,E} > 0$. Dann weisen die jeweils ersten Terme in der oberen und unteren Zeile einen negativen (null, positiven) Wert auf. Die verbleibenden zwei Ausdrücke, der Kovarianzterm und der zweite Term in der unteren Zeile, stimmen in ihren Vorzeichen überein. Um den negativen (null, positiven) Beitrag der jeweils ersten Terme zu kompensieren, müssen sie positiv (null, negativ) sein. Dies ist dann und nur dann der Fall, wenn die Bank weniger als (genau, mehr als) ihre offene Marktrisikoposition absichert. Falls $\lambda^*_{Z,E} = 0$ ist, liegt kein Unterschied zwischen (4.67) und (4.15) vor. Der Beweis ist in diesem Fall vollkommen analog zu dem Beweis von Satz 44. □

Die Risikoprämie des Terminmarktes spielt auch für Kreditinstitute, die eigene Risikomodelle zur Eigenmittelunterlegung nutzen, eine bedeutende Rolle. Falls der Lagrangemultiplikator einen Wert größer gleich null annimmt und die Bankmanager von einer positiven (null, negativen) Risikoprämie ausgehen, ist eine Unterabsicherung (vollständige Absicherung, Überabsicherung) des Marktrisikos optimal. Auf der anderen Seite kann es aber auch Situationen geben, in denen die Entscheidungsträger den Terminmarkt als unverzerrt einschätzen und sie sich trotzdem für eine Unter- oder Überabsicherung des Marktrisikos entscheiden. In diesem Fall muss $\lambda^*_{Z,E}$ kleiner als null sein. Im Gegensatz zu den Ergebnissen früherer Abschnitte besteht nicht mehr die Möglichkeit, von der optimalen Hedgingentscheidung auf das Vorzeichen der Risikoprämie zu schließen. Die im Satz genannten Bedingungen sind zwar hinreichend, um die optimale Risikopolitik zu charakterisieren, notwendig sind sie aus mathematischer Sicht jedoch nicht. Obwohl im Allgemeinen keine Aussage über das Vorzeichen von $\lambda^*_{Z,E}$ möglich ist, erscheint ein positiver Lagrangemultiplikator durchaus plausibel zu sein. Denn der Lagrangemultiplikator gibt o.B.d.A. an, wie sich die zu Grunde liegende Zielfunktion im Optimum verhält, wenn ein exogener, positiv in die Nebenbedingung eingehender Parameter marginal erhöht wird.[81] Mit dem Erwartungsnutzen als Zielfunktion und dem Anfangsvermögen als möglichen exogenen Parameter liegt die Vermutung nahe, dass der Erwartungsnutzen (und damit $\lambda^*_{Z,E}$) bei einer marginalen Zunahme des Anfangsvermögens steigt, wenn der Grenznutzen positiv ist. Allerdings ist zu beachten, dass ein höheres Anfangsvermögen in der Regel auch zu Veränderungen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik führt, die zu berücksichtigen sind.[82]

Der nächste Abschnitt befasst sich mit komparativ-statischen Analysen der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik. Die Fragen, wie sensibel die Bankmanager auf Veränderungen einzelner Parameter reagieren und unter welchen Umständen sie Anpassungen der Entscheidungen vornehmen, werden nur kurz, anhand eines einfachen Zahlenbeispiels, diskutiert. Dafür sprechen mehrere Gründe. Zum einen handelt es sich bei dem Zinsrisiko um ein endogenes Risiko, das nicht handelbar ist. Allgemeine Sensitivitätsanalysen sind in diesem Fall sehr aufwändig und erfordern weitere, einschränkende Annahmen. Zum anderen zeichnen sich die Analysen durch einen äußerst hohen Komplexitätsgrad aus. Selbst wenn Ergebnisse ableitbar sind, müssen weitere Annahmen getroffen werden, um sie auswerten zu können. Dies gilt selbst dann, wenn eine konkrete Präferenzfunktion unterstellt wird. Außerdem sind die Erkenntnisse, die man durch die Analysen gewinnt, größtenteils nicht neu, sondern ähneln denen der Abschnitte 4.1.3 und 4.1.4.

4.2.2.3 Beispiel

Das folgende Beispiel geht von einem Kreditinstitut aus, dessen Eigentümer über eine exponentielle Nutzenfunktion der Form $U(W) = -e^{-aW}$ mit $a > 0$ verfügt. Die Universalbank tätigt Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Hedginggeschäfte, die mit Markt- und Zinsrisiko behaftet sind. Die bei der Kreditvergabe und Einlagenaufnahme entstehenden Kosten belaufen sich auf $C_L(L_{Z,E}) = \theta\, L^2_{Z,E}/2$ und $C_D(D_{Z,E}) = D^2_{Z,E}/2$ mit $\theta \in \mathbb{R}^+$. Bei ihren Planungen unterstellen die Manager, dass sich ein Teil des Zinsrisikos durch Marktrisiko erklären lässt. Sie benutzen das Erklärungsmodell (4.3), um

[81]Bezeichnet $\mathcal{L}(x_1, \ldots, x_n) = f(x_1, \ldots, x_n) + \lambda[c - g(x_1, \ldots, x_n)]$ eine allgemeine Lagrangefunktion mit n Entscheidungsvariablen und einer Nebenbedingung, so gilt $\lambda = d\,\mathcal{L}(x^*_1, \ldots, x^*_n)/d\,c$. Vgl. bspw. Chiang (1984), S. 376 f.

[82]Ein geeignetes Instrument, um die Auswirkungen eines höheren Anfangsvermögens auf den optimalen Erwartungsnutzen zu analysieren, ist das Enveloppentheorem. Vgl. bspw. Silberberg/Suen (2001), S. 151 ff. Dies soll im weiteren Verlauf jedoch nicht weiter thematisiert werden.

die stochastischen Abhängigkeiten zwischen beiden Risiken abzubilden. Des Weiteren schätzen sie die Finanzanlagenrendite und das stochastisch unabhängige Restrisiko normalverteilt ein. Den Erwartungswert und die Standardabweichung der Finanzanlagenrendite beziffern sie auf μ_{r_A} bzw. σ_{r_A}, die Standardabweichung des Restrisikos auf σ_ϵ. Das Ziel des Eigentümers besteht darin, durch die Optimierung der Geschäfts- und Risikopolitik eine möglichst günstige Wahrscheinlichkeitsverteilung des Endvermögens zu erzielen. Dabei dürfen weder die Bilanzgleichung noch die Regulierungsvorschriften unberücksichtigt bleiben. Die Regulierungsvorschriften fordern, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank höchstens α beträgt. Mit dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ des normalverteilten Endvermögens aus (4.60) lautet die über $A_{Z,E}$, $D_{Z,E}$, $H_{Z,E}$ und $\lambda_{Z,E}$ zu maximierende Lagrangefunktion:

$$\mathcal{L}(A_{Z,E}, D_{Z,E}, H_{Z,E}, \lambda_{Z,E}) = \mu - \frac{a}{2}\,\sigma^2 + \lambda_{Z,E}\,(\mu + u_\alpha\,\sigma)\ . \tag{4.68}$$

Sofern die Bank Kredite vergibt, in Finanzanlagen investiert und Einlagen aufnimmt, muss die optimale Geschäfts- und Risikopolitik die folgenden notwendigen und hinreichenden Optimalitätsbedingungen erfüllen:

$$\begin{aligned}
&\left(\mu_{r_A} - r_L + \theta\left(\overline{K} + D^*_{Z,E} - A^*_{Z,E}\right)\right)\left(1 + \lambda^*_{Z,E}\right) \\
&\qquad\qquad + \left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\,b_D - H^*_{Z,E}\right)\left(\frac{\lambda^*_{Z,E}\,u_\alpha}{\sigma} - a\right)\sigma^2_{r_A} = 0\,, \\[1ex]
&\left(r_L - a_D - b_D\,\mu_{r_A} - \theta\left(\overline{K} + D^*_{Z,E} - A^*_{Z,E}\right) - D^*_{Z,E}\right)\left(1 + \lambda^*_{Z,E}\right) \\
&\quad + \left(a - \frac{\lambda^*_{Z,E}\,u_\alpha}{\sigma}\right)\left[b_D\left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\,b_D - H^*_{Z,E}\right)\sigma^2_{r_A} - D^*_{Z,E}\,c_D^2\,\sigma^2_\epsilon\right] = 0\,, \\[1ex]
&\left(r_f - \mu_{r_A}\right)\left(1 + \lambda^*_{Z,E}\right) + \left(A^*_{Z,E} - D^*_{Z,E}\,b_D - H^*_{Z,E}\right)\left(a - \frac{\lambda^*_{Z,E}\,u_\alpha}{\sigma}\right)\sigma^2_{r_A} = 0\,, \\[1ex]
&\mu + u_\alpha\,\sigma = 0\,.
\end{aligned} \tag{4.69}$$

Die Lösung des Gleichungssystems gibt die optimale Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Hedgingpolitik an. Abweichend von den Beispielen zuvor existiert aber nur für das optimale Kreditvolumen eine geschlossene Lösung. Sie beläuft sich auf $L^*_{Z,E} = (r_L - r_f)/\theta$, falls $\lambda^*_{Z,E} \neq -1$, und entsteht durch Addition der ersten und dritten Gleichung von (4.69). Für die restlichen bilanziellen und außerbilanziellen Geschäfte können die Lösungen trotz Präferenz-, Verteilungs- und Kostenannahmen nur in impliziter Form angegeben werden. Um bei einer gegebenen Datenkonstellation die optimalen

Geschäftsvolumina zu ermitteln, bieten sich numerische Lösungsverfahren wie z. B. das Newton-Raphson Verfahren an.[83] Derartige Approximationsverfahren werden auch in dem folgenden Zahlenbeispiel benutzt. Das Beispiel soll vermitteln, welchen Einfluss Regulierungsvorschriften auf die optimalen Entscheidungen haben, und wie die Manager die optimale Geschäfts- und Risikopolitik anpassen, wenn das Zinsrisiko zunimmt.

Das Beispiel geht von folgender Datenkonstellation aus:

Nutzenfunktion:		$U(W) = -e^{-0{,}008\,W} + 10\,,$
Kreditzins:		$r_L = 5\ \%$ p. P. ,
Einlagenzins:		$\tilde{r}_D = -0,01 + 0,8\,\tilde{r}_A + c_D\,\tilde{\epsilon}\,,$ mit $c_D \in [0,4; 0,6]\,,$
Finanzanlagenrendite:	Backwardation:	$\tilde{r}_A \sim N\left(0,06; 0,08^2\right),$
	Unverzerrtheit:	$\tilde{r}_A \sim N\left(0,04; 0,08^2\right),$
	Contango:	$\tilde{r}_A \sim N\left(0,02; 0,08^2\right),$
Restrisiko:		$\tilde{\epsilon} \sim N\left(0; 0,04^2\right),$
Eigenkapital:		$\overline{K} = 6.000$ Tsd. € ,
Fixkosten:		$C_F = 1.000$ Tsd. € ,
Variable Kosten:	Kredite:	$C_L(L_{Z,E}) = L_{Z,E}^2/1.000.000\,,$
	Einlagen:	$C_D(D_{Z,E}) = D_{Z,E}^2/1.000.000\,,$
Anfangsvermögen:		$I = 800$ Tsd. € ,
Insolvenzwahrscheinlichkeit:		$\alpha = 1\ \%\,,$
Terminkurs:		$r_f = 4\ \%$ p. P.

In den Tabellen 4.5 und 4.6 sind die optimalen Entscheidungen einer Bank in Abhängigkeit des Zinsrisikos für unterschiedliche Terminmarkt-Situationen dargestellt. Während die Manager in Tabelle 4.5 zur Einhaltung von Regulierungsvorschriften verpflichtet sind, legen die Entscheider in Tabelle 4.6 ihre optimale Geschäfts- und Risikopolitik ungeachtet von der Insolvenzwahrscheinlichkeit fest. Die Symbole $HR^*_{Z,E} = H^*_{Z,E}/(A^*_{Z,E} - 0,8\,D^*_{Z,E})$ und $HR^*_Z = H^*_Z/(A^*_Z - 0,8\,D^*_Z)$ kennzeichnen die optimalen Hedge-Raten der Bank, wohingegen das Symbol IW^* für die Insolvenzwahrscheinlichkeit bei Realisierung der optimalen Bankpolitik steht.

Den Tabellen 4.5 und 4.6 ist zu entnehmen, dass die Bank ihr optimales Kreditvolumen unabhängig vom Zinsrisiko, der Risikoprämie des Terminmarktes und den Regulierungsvorschriften festsetzt. Die einzigen für die Kreditvergabeentscheidung relevanten

[83] Vgl. Bronstein/Semendjajew (1991), S. 744 f. oder Sydsæter et al. (1999), S. 11.

$E[\tilde{r}_A] - r_f$ [in % p. P.]	$\text{var}\,[\tilde{r}_D]$ [in $\%^2$ p. P.]	$L^*_{Z,E}$ [in Tsd. €]	$A^*_{Z,E}$ [in Tsd. €]	$D^*_{Z,E}$ [in Tsd. €]	$H^*_{Z,E}$ [in Tsd. €]	$HR^*_{Z,E}$ [in %]
2	43,52	5.000	3.863	2.863	1.386	88,14
2	44,20	5.000	3.398	2.398	1.296	87,57
2	44,96	5.000	3.051	2.051	1.226	86,92
2	45,80	5.000	2.783	1.783	1.170	86,23
2	46,72	5.000	2.572	1.572	1.124	85,51
0	43,52	5.000	3.934	2.934	1.587	100,00
0	44,20	5.000	3.468	2.468	1.494	100,00
0	44,96	5.000	3.121	2.121	1.424	100,00
0	45,80	5.000	2.855	1.855	1.371	100,00
0	46,72	5.000	2.646	1.646	1.329	100,00
−2	43,52	5.000	3.863	2.863	1.759	111,86
−2	44,20	5.000	3.398	2.398	1.664	112,43
−2	44,96	5.000	3.051	2.051	1.595	113,08
−2	45,80	5.000	2.783	1.783	1.543	113,77
−2	46,72	5.000	2.572	1.572	1.505	114,49

Tabelle 4.5: Optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer regulierten Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Insolvenzwahrscheinlichkeit von 1 % in Abhängigkeit des Zinsrisikos für unterschiedliche Terminmarkt-Situationen

Größen sind der Kreditzins, der Terminkurs der Finanzanlagen und die Grenzkosten. Demgegenüber hängt die optimale Finanzanlagen- und Einlagenpolitik von sämtlichen exogenen Parametern ab. Die Manager nehmen weniger Einlagen auf und investieren weniger risikobehaftet, wenn der Gesetzgeber eine Beschränkung der Insolvenzwahrscheinlichkeit fordert und das Institut ohne gesetzliche Vorschriften eine Insolvenzwahrscheinlichkeit IW^* präferiert, die oberhalb von $\alpha = 1$ % liegt. Schätzen die Entscheidungsträger die Risikoprämie des Terminmarktes positiv (null, negativ) ein, wählen sie eine Hedge-Rate kleiner (gleich, größer) als eins. In diesem Fall besteht die optimale Risikopolitik in einer Unterabsicherung (vollständigen Absicherung, Überabsicherung) des Marktrisikos. Dabei ist unerheblich, ob Regulierungsvorschriften existieren oder nicht, denn der Lagrangemultiplikator $\lambda^*_{Z,E}$ nimmt in Tabelle 4.5 in jedem Szenario einen positiven Wert an. Mit Regulierungsvorschriften bevorzugen die Bankmanager betragsmäßig eine geringere spekulative Marktrisikoposition. Diese äußert sich in einer näher an 100 % liegenden Hedge-Rate, wenn der Terminmarkt durch Backwardation oder Contango gekennzeichnet ist. Eine Erhöhung des Zinsrisikos veranlasst regulierte wie nicht regulierte Banken, ihr optimales Einlagenvolumen zu reduzieren. Da insgesamt weniger Mittel zur Verfügung stehen und keine Änderungen des Kreditgeschäfts stattfinden, muss das optimale Finanzanlagenvolumen in gleichem Umfang sinken. Die

$E[\tilde{r}_A] - r_f$ [in % p. P.]	$\text{var}[\tilde{r}_D]$ [in %^{2} p. P.]	L_Z^* [in Tsd. €]	A_Z^* [in Tsd. €]	D_Z^* [in Tsd. €]	H_Z^* [in Tsd. €]	HR_Z^* [in %]	IW^* [in %]
2	43,52	5.000	5.444	4.444	1.499	79,37	4,33
2	44,20	5.000	4.919	3.919	1.394	78,13	4,85
2	44,96	5.000	4.461	3.461	1.302	76,93	5,25
2	45,80	5.000	4.065	3.065	1.223	75,79	5,53
2	46,72	5.000	3.724	2.724	1.154	74,72	5,71
0	43,52	5.000	5.447	4.447	1.889	100,00	3,91
0	44,20	5.000	4.920	3.920	1.784	100,00	4,42
0	44,96	5.000	4.462	3.462	1.693	100,00	4,79
0	45,80	5.000	4.066	3.066	1.614	100,00	5,03
0	46,72	5.000	3.724	2.724	1.545	100,00	5,15
−2	43,52	5.000	5.447	4.447	2.280	120,68	4,34
−2	44,20	5.000	4.920	3.920	2.175	121,90	4,86
−2	44,96	5.000	4.463	3.463	2.084	123,15	5,26
−2	45,80	5.000	4.066	3.066	2.004	124,23	5,53
−2	46,72	5.000	3.724	2.724	1.935	125,29	5,72

Tabelle 4.6: Optimale Geschäfts- und Risikopolitik einer nicht regulierten Bank unter Markt- und Zinsrisiko in Abhängigkeit des Zinsrisikos für unterschiedliche Terminmarkt-Situationen

offene Marktrisikoposition nimmt unter diesen Umständen ebenfalls ab, da $b_D < 1$ ist. Demnach erhöht sich die Absicherungswirkung des Passivgeschäfts, und es sind weniger Finanzanlagen per Termin zu verkaufen, um eine vergleichbare Absicherungswirkung zu erzielen. Etwas erstaunlich scheint zunächst das Ausmaß der Verminderung zu sein. Die Bankmanager reduzieren das Terminkontraktvolumen in dem Umfang, dass die Hedge-Rate bei Backwardation sinkt und bei Contango steigt.[84] Eine Erhöhung der spekulativen Marktrisikoposition ist vorteilhaft, da ein Anstieg des Zinsrisikos einen Substitutionseffekt hervorruft, der für eine Ersetzung von Zinsrisiko durch Marktrisiko spricht. Falls Regulierungsvorschriften einzuhalten sind, erhöhen die Manager die spekulative Marktrisikoposition gerade so, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit im Anschluss wieder den Wert $\alpha = 1$ % annimmt.

[84] Dieses Ergebnis lässt sich auch analytisch nachweisen. Für nicht regulierte Banken beläuft sich die Hedge-Rate nach (4.30) bspw. auf $HR_Z^* = 1 + (r_f - \mu_{r_A}) / \left(a\,\sigma_{r_A}^2\,(A_Z^* - D_Z^*\,b_D)\right)$. In diesem Fall führt eine geringere offene Marktrisikoposition zu einer Reduzierung (Ausweitung) der Hedge-Rate, wenn sich der Terminmarkt in einer Backwardation- (Contango-) Situation befindet.

Kapitel 5

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Risikogestaltung von Kreditinstituten mit Finanzderivaten. Im ersten Teil der Arbeit stehen Banken im Vordergrund, die ausschließlich Marktrisiko ausgesetzt sind und keine Möglichkeit besitzen, Absicherungsgeschäfte zu tätigen. Die Risikosteuerung erfolgt über die Festlegung der Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik, wobei zunächst keine Regulierungsvorschriften zu berücksichtigen sind und die Manager im Anschluss Standardverfahren respektive eigene Risikomodelle einsetzen, um die Aktivpositionen mit haftendem Eigenkapital zu unterlegen. Gegenüber den Standardverfahren, die eine prozentuale Eigenmittelunterlegung fordern, sehen eigene Risikomodelle alternative Berechnungsmethoden vor, die auf dem Value-at-Risk basieren. Eigene Risikomodelle sind gesetzlich nicht in allen Einzelheiten festgelegt, sondern müssen von der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht auf ihre Eignung hin überprüft werden. Im zweiten Teil der Arbeit können die Unternehmen das Marktrisiko in beliebigem Umfang auf kompetitiven Forward-Märkten zu gleichbleibenden Konditionen handeln. Neben der optimalen Geschäftspolitik ist dann auch die optimale Risikopolitik, d. h. das optimale Terminkontraktvolumen zu bestimmen. Die optimalen Entscheidungen werden sukzessiv für nicht regulierte Kreditinstitute, für Standardverfahren nutzende Institute und für Institute, die eigene Risikomodelle einsetzen, analysiert. Im dritten und letzten Teil der Arbeit tritt neben dem Marktrisiko ein weiteres Risiko hinzu. Dabei handelt es sich um ein Zinsrisiko, das entsteht, da die Manager Kredite mit langer Laufzeit bzw. Kündigungsfrist durch Einlagen mit kurzer Laufzeit finanzieren und zu Beginn der Planung der Einlagenzinssatz für zukünftige Anlagehorizonte noch unbekannt ist. Während das Marktrisiko handelbar ist, besteht beim Zinsrisiko nicht die Möglichkeit einer vertraglichen Risikoabwälzung. Allerdings kann es indirekt mit abgesichert werden, da beide Risiken positiv korreliert sind und sich ein Teil des Zinsrisikos auf Marktrisiko zurückführen lässt. Wie in den Kapiteln zuvor wird zunächst die optimale Geschäfts- und Risikopolitik ohne gesetzliche Reglementierungen untersucht, gefolgt von den optimalen Entscheidungen, wenn Standardverfahren oder eigene Risikomodelle zum Einsatz kommen.

Drei Fragenkomplexe standen im Vordergrund der Analyse. Erstens: Wie beeinflusst Marktrisiko und deren Veränderung die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik? Zweitens: Wie hängt die optimale Geschäftspolitik unter Marktrisiko von der Existenz von Terminkontrakten ab? Welche Einflussgrößen determinieren das Ausmaß der Absicherung? Und drittens: Wie wirkt sich die Existenz zusätzlicher Risiken auf die optimale Geschäftspolitik und auf den optimalen Einsatz von Terminkontrakten aus?

Die drei Fragenkomplexe wurden in den Kapiteln 2, 3 und 4 detailliert untersucht. Die Ergebnisse der Analysen sind in Form einer Tabelle auf den folgenden zwei Seiten zusammengefasst. Dabei kennzeichnet „MR" („M u. ZR") die Entscheidungssituation einer Bank, die Marktrisiko (Markt- und Zinsrisiko) ausgesetzt ist. „L", „A", „D" und „H" stehen für die optimalen Kredit-, Finanzanlagen-, Einlagen- und Hedgingvolumina, „FSD", „SSD" und „MPS" für allgemeinere Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung im Sinne stochastischer Dominanz erster oder zweiter Ordnung oder Erwartungswert-neutrale Spreizungen. „$\uparrow$" („$\downarrow$", „$\uparrow\!\downarrow$") beschreibt einen positiven (negativen, uneindeutigen) Einfluss. Bei „$\rightarrow$" ist kein Einfluss vorhanden. In Klammern ist jeweils der zugehörige Satz angegeben. „B" besagt, dass weitere Bedingungen notwendig sind. Bei „$\circ$" sind Aussagen logisch nicht möglich oder wurden nicht abgeleitet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Frage, wie Marktrisiko die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik beeinflusst, pauschal nicht zu beantworten ist. Die Antwort hängt vielmehr davon ab, welche Risiken die Bank tragen muss und ob Absicherungsmöglichkeiten der Risiken vorhanden sind. Darüber hinaus spielen Regulierungsvorschriften eine Rolle und das Verfahren, mit dem die Manager die Gesamtrisikoposition kalkulieren. Besonders einfache Aussagen erhält man, wenn die Bank lediglich Marktrisiko ausgesetzt ist, Terminfixgeschäfte zum Verkauf des Risikos zur Verfügung stehen und keine Regulierungsvorschriften existieren. In diesem Fall kann die optimale Geschäftspolitik anhand einfacher Entscheidungsregeln festgelegt werden, die unabhängig von den Präferenzen des Eigentümers und der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Finanzanlagenrendite sind (Satz 23). Weder die Einführung von Marktrisiko (Satz 24)

						Marginaler Effekt der ... bei abnehmender absoluter Risikoaversion und Backwardation		
Risiken	Absicherungsmöglichkeiten	Regulierung	Abschnitt	Gültigkeit Separationstheorem	Spekulative Marktrisikoposition abhängig von	absoluten Risikoaversion	Fixkosten	parametrisierten, erwarteten Finanzanlagenrendite
MR	keine	keine	2.1	nein (1)	○	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\downarrow$ (4)	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\downarrow$ (5)	$L\downarrow, A\uparrow$ $D\uparrow$ (6)
MR	keine	Standardverfahren	2.2.1	partiell (14)	○	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\rightarrow$ (15)	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\rightarrow$ (16)	$L\downarrow, A\uparrow$ $D\rightarrow$ (17)
MR	keine	Eigene Risikomodelle	2.2.2	nein (19)	○	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow$ (20)	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\downarrow$ (20)	$L\downarrow, A\uparrow$ $D\uparrow$ (21)
MR	Terminfixgeschäfte	keine	3.1	ja (23)	Risikoprämie (25)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (26)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (27)	○
MR	Terminfixgeschäfte	Standardverfahren	3.2.1	partiell (31)	Risikoprämie (30,B)	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\rightarrow, H\rightarrow$ (32)	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\rightarrow, H\rightarrow$ (33)	○
MR	Terminfixgeschäfte	Eigene Risikomodelle	3.2.2	ja (36)	Insolvenzwahrscheinlichkeit (37)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\rightarrow$ (38)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (39)	○
M u. ZR	Terminfixgeschäfte	keine	4.1	partiell (42)	Risikoprämie (44)	○	○	○
M u. ZR	Terminfixgeschäfte	Standardverfahren	4.2.1	ja (49)	Risikoprämie (50)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (51)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (52)	○
M u. ZR	Terminfixgeschäfte	Eigene Risikomodelle	4.2.2	partiell (55)	Risikoprämie (56,B)	○	○	○

Tabelle 5.1: Zusammenfassung der Ergebnisse

Marginaler Effekt der ... bei abnehmender absoluter Risikoaversion und Backwardation							
parametrisierten Volatilität der Finanzanlagenrendite	Finanzanlagenrendite im Sinne FSD, SSD oder MPS	variablen Kosten des Kreditgeschäfts	Kreditzins	Eigenkapital	Unterlegungssatz bzw. Insolvenzwahrscheinlichkeit	erwarteter Einlagenzins	Volatilität des Einlagenzinssatzes
$L\uparrow, A\downarrow$ $D\downarrow$ (7)	$L\uparrow, A\downarrow$ $D\downarrow$ (8,9,10,B)	$L\updownarrows, A\updownarrows$ $D\downarrow$ (11)	$L\updownarrows, A\updownarrows$ $D\uparrow$ (12)	$L\updownarrows, A\uparrow$ $D\updownarrows$ (13)	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$L\uparrow, A\downarrow$ $D\rightarrow$ (18)	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$L\uparrow, A\downarrow$ $D\downarrow$ (22)	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (28)	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$L\uparrow, A\downarrow$ $D\rightarrow, H\rightarrow$ (34)	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$L\updownarrows, A\updownarrows$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (35)	$\circ$	$\circ$
$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (40,B)	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\downarrow$ (41,B)	$\circ$	$\circ$
$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$
$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (53)	$L\rightarrow, A\rightarrow$ $D\rightarrow, H\uparrow$ (54,B)
$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$	$\circ$

Tabelle 5.1: Zusammenfassung der Ergebnisse (Fortsetzung)

noch die Erhöhung des Marktrisikos (Satz 28) üben dann einen Einfluss auf die Investitions- und Finanzierungspolitik aus. Diese im Separationstheorem zusammengefassten Aussagen gelten ebenso für Banken, die Regulierungsvorschriften einhalten müssen und sich für die Verwendung eigener Risikomodelle entschieden haben (Satz 36). Falls Standardverfahren zum Einsatz kommen, zerbricht das Separationstheorem, und die optimale Geschäftspolitik hängt von sämtlichen in das Modell eingehenden Parametern ab (Satz 31). Je größer die Schwankungen der Marktpreise an den Kapitalmärkten sind, desto weniger Mittel investieren die Banken risikobehaftet und umso mehr Kredite vergeben sie (Satz 34). Die Höhe des Marktrisikos wirkt sich in diesem Fall auf die Investitionspolitik des Unternehmens aus. Je nach Ausgestaltung der gesetzlichen Regelungen können Regulierungsvorschriften oder sonstige unternehmerische Nebenbedingungen entweder für eine Beibehaltung oder für eine Verletzung des Separationstheorems sorgen.

Der Einfluss des Marktrisikos auf die optimale Kredit-, Finanzanlagen- und Einlagenpolitik von Kreditinstituten ist besonders gravierend, wenn keine Absicherungsmöglichkeiten wie bspw. Termingeschäfte vorhanden sind. Unabhängig von der Existenz von Regulierungsvorschriften lässt sich Separation dann nicht mehr nachweisen (Sätze 1, 14 und 19). Ob es zu einer teilweisen Separierbarkeit einzelner Geschäftsbereiche kommt, hängt von dem Verfahren ab, das die Manager zur Eigenmittelunterlegung nutzen. Falls sie sich für eine prozentuale Unterlegung von Krediten und Finanzanlagen entschieden haben, ist zumindest das Einlagenvolumen separierbar. Unabhängig vom gewählten Verfahren hat die Einführung von Marktrisiko eine Minderung des Finanzanlagen- und Einlagengeschäfts und eine Ausweitung des Kreditgeschäfts zur Folge (Satz 2). Dadurch sinkt das an der Summe der Einzelgeschäfte gemessene Gesamtgeschäftsvolumen der Bank. Um die Auswirkungen eines höheren Marktrisikos zu analysieren, sind Einschränkungen der Präferenzen des Eigentümers notwendig. Bei einfachen Änderungen der Wahrscheinlichkeitsverteilung, die auf Parametrisierungen der Finanzanlagenrendite basieren, reichen Annahmen an die Monotonie der absoluten Risikoaversion aus (Sätze 7, 18 und 22). Je allgemeiner die zugelassenen Verteilungsänderungen sind, desto stärkere Anforderungen sind erforderlich, um zu eindeutigen Ergebnissen zu gelangen. Wenn sich die Wahrscheinlichkeitsverteilungen bspw. im Sinne stochastischer Dominanz erster oder zweiter Ordnung oder im Sinne Erwartungswert-neutraler Spreizungen voneinander unterscheiden, müssen die absolute Risikoaversion oder auch die absolute Prudence des Eigentümers für beliebige Fixkosten und Anfangsvermögen nach oben begrenzt werden (Sätze 8, 9 und 10). Nur unter diesen strengeren Annahmen sind die Auswirkungen von Verteilungsänderungen eindeutig.

Tritt neben dem absicherbaren Marktrisiko ein zweites, nicht absicherbares Zinsrisiko hinzu, beziehen nicht regulierte Kreditinstitute sowohl die Präferenzen des Eigentümers als auch die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung von Markt- und Zinsrisiko in die Planung ihrer optimalen Geschäftspolitik mit ein (Satz 42). Das Separationstheorem gilt nur noch partiell, und zwar für das optimale Kreditgeschäft. Sind Regulierungsvorschriften einzuhalten, kommt es in der Separationsfrage im Wesentlichen darauf an, ob die Bank ihre nicht handelbaren Risiken steuern kann. Falls endogene, nicht handelbare Risiken existieren, wie bei Banken, die eigene Risikomodelle zur Eigenmittelunterlegung verwenden, lässt sich Separation nur in abgeschwächter Form (partielle Separation) nachweisen (Satz 55). Demgegenüber ist die gesamte Aktiv- und Passivpolitik Präferenz- und Verteilungs-unabhängig, wenn sämtliche nicht handelbaren Risiken exogen sind. Dies ist bei Banken, die Standardverfahren verwenden, der Fall (Satz 49). Aus mathematischer Sicht ist die Handelbarkeit sämtlicher endogener Risiken somit weder notwendig noch hinreichend für Separation.

Kreditinstitute legen das Ausmaß der Absicherungsgeschäfte je nach Einschätzung der Risikoprämie des Terminmarktes oberhalb, unterhalb oder gleich der offenen Marktrisikoposition fest. Dies gilt für Banken, die keine Regulierungsvorschriften einhalten müssen (Sätze 25 und 44) sowie für Banken, die Standardverfahren einsetzen (Sätze 30 und 50). In die offene Marktrisikoposition gehen nicht nur die Risiken des Aktivgeschäfts mit ein, sondern auch die Risiken des Passivgeschäfts, die sich zum Teil durch Marktrisiko erklären lassen. Wenn die Manager eigene Risikomodelle nutzen, um die Gesamtrisikoposition zu berechnen, und die optimale Geschäftspolitik nur von Grenzerlösen, Grenzkosten und dem Eigenkapital der Bank abhängig ist, dient die Risikopolitik in erster Linie der Steuerung der Insolvenzwahrscheinlichkeit. In diesem Fall besteht nicht mehr die Möglichkeit, von dem Vorzeichen der Risikoprämie auf das Vorzeichen der spekulativen Marktrisikoposition zu schließen (Satz 37). Falls jedoch die Investitions-, die Finanzierungs- und die Absicherungspolitik simultan für eine Begrenzung der Insolvenzwahrscheinlichkeit sorgen, gibt die Risikoprämie des Terminmarktes Aufschluss über das Absicherungsverhalten der Bank (Satz 56).

Neben den marginalen und totalen Effekten des Marktrisikos wurden zahlreiche weitere komparativ-statische Analysen durchgeführt. Dabei handelt es sich um die absolute Risikoaversion und das Anfangsvermögen des Bankeigentümers, die variablen und fixen

Kosten des Kreditinstituts, den Kreditzinssatz und den Terminkurs der Finanzanlagen, den Unterlegungssatz der Aktiva, das Eigenkapital und die Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank sowie den Erwartungswert und die Varianz des Einlagenzinssatzes. Eindeutige Aussagen sind zumeist nur unter einschränkenden Annahmen an die Monotonie der absoluten Risikoaversion möglich. Diese Annahmen müssen sicherstellen, dass der eindeutige Substitutionseffekt und der auf Änderungen der absoluten Risikoaversion basierende Einkommenseffekt nicht gegeneinander wirken. Falls neben dem Marktrisiko ein Zinsrisiko existiert, sind strengere Anforderungen an die Präferenzen oder auch die gemeinsame Wahrscheinlichkeitsverteilung zu stellen, um Ergebnisse ableiten zu können. Eine Möglichkeit ist, ein strengeres Maß für die Risikoaversion zu benutzen.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass die Wirkungen von Markt- und Zinsrisiko auf die optimale Geschäfts- und Risikopolitik von Banken von zahlreichen Aspekten abhängig sind, deren Gesamtwirkung sich nur selten zu einer generellen Aussage zusammenfassen lässt. Die wichtigsten Aspekte sind die Risikohaltung der (des) Bankeigentümer(s), die Existenz von Terminmärkten und die dort herrschenden Risikoprämien, die stochastische Abhängigkeit zwischen den Risiken und die Regulierungsvorschriften.

Sämtliche Analysen beruhen auf einer Reihe von finanzwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Annahmen, die im Verlauf der Arbeit herausgearbeitet wurden. Besonders restriktiv scheint die Beschränkung auf eine Partialanalyse zu sein, in der das Verhalten der Wettbewerber als gegeben betrachtet wird. Gerade im Rahmen längerfristiger Optimierungskalküle ist es wichtig, die Wirkungen von Markt- und Zinsrisiken nicht nur im Hinblick auf ein einzelnes Kreditinstitut zu untersuchen, sondern auch die durch Markt- und Zinsrisiko verursachten Änderungen der Wettbewerbssituation einzubeziehen. Künftige Arbeiten sollten diesen Gesichtspunkt nicht unbeachtet lassen.

Ferner erscheint es lohnend, die zahlreichen, den Bankmodellen zu Grunde liegenden Annahmen abzuschwächen und die Ergebnisse auf ihre Robustheit zu überprüfen. Insbesondere die Ausdehnung auf Mehr-Zeitpunkt-Modelle, die Analyse von Principal-Agent-Problemen sowie die Einbeziehung weiterer Risiken und komplexerer derivativer Finanzinstrumente stellen interessante Ansatzpunkte dar. Darüber hinaus ist fraglich, welche Entscheidungen Kreditinstitute treffen, deren Eigentümer sich nicht Bernoullirational verhalten und einzelne Axiome des Bernoulli-Prinzips wie bspw. das Substitutionsaxiom verletzen. Erste Untersuchungen in diese Richtung sind bei Gollier/Machina (1995) zu finden. Es liegt die Vermutung nahe, dass die Ergebnisse nicht unerheblich vom gewählten Ansatz abhängen.

Anhang

Anhang A

Beweise

A.1 Beweis von Lemma 1

Der Beweis orientiert sich an der Vorgehensweise von Ingersoll (1987).[1]

Zur stochastischen Dominanz erster Ordnung:

Es gilt:

$$\begin{aligned} & E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] - E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right] \\ & \quad = \int_{-1}^{\bar{r}_A} U(r_A)\, d\left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right) \\ & \quad = \underbrace{U(r_A)\left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right)\Big|_{-1}^{\bar{r}_A}}_{=\ 0} - \int_{-1}^{\bar{r}_A} \left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right) d\,U(r_A) \qquad \text{(A.1)} \\ & \quad = -\int_{-1}^{\bar{r}_A} \left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right)\, U'(r_A)\, d\,r_A\,. \end{aligned}$$

Die Umrechnung des Riemann-Stieltjes-Integrals in ein Riemann-Integral ist zulässig, da die Nutzenfunktion stetig differenzierbar ist und die Differenz der Verteilungsfunktionen Riemann-integrierbar ist.[2]

„$\Leftarrow$“: Durch die Annahme $F^1(r_A) \leq F^2(r_A)$ für alle $r_A \in [-1, \bar{r}_A]$ in Verbindung mit der Annahme $U'(r_A) > 0$ folgt $(F^1(r_A) - F^2(r_A))\, U'(r_A) \leq 0$ für alle $r_A \in [-1, \bar{r}_A]$, und nach (A.1) ergibt sich $E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] \geq E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right]$.

[1]Eine alternative Beweismethode ist bei Gollier (2001), S. 42 ff. zu finden.
[2]Vgl. Walter (1990), S. 194.

„⇒“: Angenommen, es gilt $F^1(r_A) > F^2(r_A)$ für alle Realisationen r_A aus einem beliebigen Teilintervall $[\check{r}_A, \hat{r}_A] \subseteq [-1, \bar{r}_A]$. Dann ist zu zeigen, dass eine Nutzenfunktion mit positiver Steigung existiert, die $E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] < E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right]$ erfüllt.

Sei $U(r_A)$ eine Nutzenfunktion, die in den Intervallen $[-1, \check{r}_A]$ und $[\hat{r}_A, \bar{r}_A]$ eine sehr geringe positive Steigung und in dem Intervall $[\check{r}_A, \hat{r}_A]$ eine hinreichend hohe positive Steigung besitzt, so dass $\int_{-1}^{\bar{r}_A} U'(r_A)\,(F^1(r_A) - F^2(r_A))\,d\,r_A > 0$ ist. Bei gegebenen Zufallsvariablen $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ lässt sich eine derartige Funktion immer konstruieren. Da $U(r_A)$ im gesamten Intervall $[-1, \bar{r}_A]$ steigend verläuft und per Konstruktion $E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] < E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right]$ gilt, ergibt sich die Behauptung indirekt.[3]

Zur stochastischen Dominanz zweiter Ordnung:

Seien $f^1(r_A)$ und $f^2(r_A)$ die Dichtefunktionen und $F^1(r_A)$ und $F^2(r_A)$ die stetig differenzierbaren Verteilungsfunktionen der Zufallsvariablen $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$.[4]

„⇐“: Sei $\Delta(r_A) = \int_{-1}^{r_A} (F^2(v) - F^1(v))\,d\,v$. Wegen $\Delta(r_A) \geq 0$ für alle $r_A \in [-1, \bar{r}_A]$ und $\Delta(-1) = 0$ folgt $U''(r_A)\Delta(r_A) \leq 0$ für alle $r_A \in [-1, \bar{r}_A]$. Da sich das Vorzeichen der Funktion bei Integration über r_A nicht verändert, entsteht

$$\begin{aligned} 0 &\geq \int_{-1}^{\bar{r}_A} U''(r_A)\Delta(r_A)\,d\,r_A \\ &= U'(r_A)\Delta(r_A)\Big|_{-1}^{\bar{r}_A} - \int_{-1}^{\bar{r}_A} U'(r_A)\Delta'(r_A)\,d\,r_A \\ &= \Big[U'(r_A)\Delta(r_A) - U(r_A)\Delta'(r_A)\Big]\Big|_{-1}^{\bar{r}_A} + \int_{-1}^{\bar{r}_A} U(r_A)\Delta''(r_A)\,d\,r_A\,. \end{aligned} \tag{A.2}$$

Die beiden Umformungen resultieren aus partieller Integration. Nach der Leibniz-Regel ist $\Delta'(r_A) = F^2(r_A) - F^1(r_A)$, und es gilt $\Delta'(\bar{r}_A) = \Delta'(-1) = 0$.[5] Für den in Klammern stehenden Ausdruck in der untersten Zeile von (A.2) lässt sich zusammenfassend $U'(\bar{r}_A)\Delta(\bar{r}_A) \geq 0$ schreiben. Unter Berücksichtigung von $\Delta''(r_A) = f^2(r_A) - f^1(r_A)$ stellt das verbleibende Integral die Differenz der Erwartungsnutzen dar. (A.2) ist demzufolge äquivalent zu $0 \geq U'(\bar{r}_A)\Delta(\bar{r}_A) + E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right] - E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] \geq E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right] - E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right]$.

[3] Vgl. die Beispiele in Fishburn/Vickson (1978), S. 74 f. und Eeckhoudt/Gollier (1995), S. 87.
[4] Der Beweis für diskret verteilte Zufallsvariablen ist bei Fishburn/Vickson (1978) zu finden.
[5] Vgl. z. B. Sydsæter et al. (1999), S. 51.

„⇒“: Annahmegemäß gilt $\int_{-1}^{\bar{r}_A} U(r_A)\,(f^1(r_A) - f^2(r_A))\,d\,r_A \geq 0$ für alle steigenden, konkaven Funktionen $U(r_A)$, zu denen auch die Funktion $\min(r_A - v, 0)$ für jedes beliebige $v \in [-1, \bar{r}_A]$ gehört. Definiert man $G(v) = \int_{-1}^{\bar{r}_A} \min(r_A - v, 0)$ $(f^1(r_A) - f^2(r_A))\,d\,r_A$, ist $G(v) \geq 0$ für alle $v \in [-1, \bar{r}_A]$. Mit Hilfe partieller Integration lässt sich $G(v)$ umformen zu

$$\begin{aligned} G(v) &= \int_{-1}^{v} (r_A - v)\left(f^1(r_A) - f^2(r_A)\right) d\,r_A \\ &= -v\Big[F^1(r_A) - F^2(r_A)\Big]\Big|_{-1}^{v} + \int_{-1}^{v} r_A\left(f^1(r_A) - f^2(r_A)\right) d\,r_A \\ &= v\left(F^2(v) - F^1(v)\right) + \Big[r_A\left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right)\Big]\Big|_{-1}^{v} \\ &\qquad\qquad - \int_{-1}^{v} \left(F^1(r_A) - F^2(r_A)\right) d\,r_A \\ &= \int_{-1}^{v} \left(F^2(r_A) - F^1(r_A)\right) d\,r_A \geq 0\,. \end{aligned} \tag{A.3}$$

Durch Umbenennung der oberen Integralgrenze und des Integranden folgt die Behauptung. □

A.2 Beweis von Lemma 2

Die Vorgehensweise des Beweises ist an die Vorgehensweise von Rothschild/Stiglitz (1970) und Ingersoll (1987) angelehnt.

„1. ⇒ 2.“:

Der Nachweis, dass $E[\tilde{r}_A{}^2] = E[\tilde{r}_A{}^1]$ ist, wurde bereits auf Seite 50 geführt. Es bleibt zu zeigen, dass jede Erwartungswert-neutrale Spreizung zu $E[U(\tilde{r}_A{}^1)] \geq (\leq)\ E[U(\tilde{r}_A{}^2)]$ führt, wenn die Nutzenfunktion $U(r_A)$ konkav (konvex) verläuft. Dazu ist die Differenz der Erwartungsnutzen äquivalent umzuformen zu:

$$E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] - E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right] = \int_{-1}^{\bar{r}_A} U(r_A)\left(f^1(r_A) - f^2(r_A)\right) d\,r_A$$

$$= -\int_{-1}^{\bar{r}_A} U(r_A)\,s(r_A)\,d\,r_A$$

$$= -s_1 \int_{r_1}^{r_1+t} U(r_A)\, d\, r_A + s_1 \int_{r_2}^{r_2+t} U(r_A)\, d\, r_A$$
$$+ s_2 \int_{r_3}^{r_3+t} U(r_A)\, d\, r_A - s_2 \int_{r_4}^{r_4+t} U(r_A)\, d\, r_A \tag{A.4}$$
$$= -s_1 \int_{r_1}^{r_1+t} (U(r_A) - U(r_A + r_2 - r_1))\, d\, r_A$$
$$+ s_2 \int_{r_3}^{r_3+t} (U(r_A) - U(r_A + r_4 - r_3))\, d\, r_A$$
$$= -s_1 \int_{r_1}^{r_1+t} \Bigg[U(r_A) - U(r_A + r_2 - r_1)$$
$$- \frac{s_2}{s_1} \Big[U(r_A + r_3 - r_1) - U(r_A + r_3 - r_1 + r_4 - r_3) \Big] \Bigg] d\, r_A\,.$$

Auf Grund der stetigen Differenzierbarkeit der Nutzenfunktion ist der Mittelwertsatz von Lagrange anwendbar.[6] Er besagt, dass in dem Intervall $[r_A, r_A + r_2 - r_1]$ zumindest eine Stelle $\underline{r_{A,1}}$ existiert, die $U(r_A) - U(r_A + r_2 - r_1) = -U'(\underline{r_{A,1}})\,(r_2 - r_1)$ erfüllt. Ebenso gibt es in dem Intervall $[r_A + r_3 - r_1, r_A + r_4 - r_1]$ mindestens eine Stelle $\underline{r_{A,2}}$, für die $U(r_A + r_3 - r_1) - U(r_A + r_3 - r_1 + r_4 - r_3) = -U'(\underline{r_{A,2}})\,(r_4 - r_3)$ gilt. Setzt man beide Gleichungen in (A.4) ein und berücksichtigt, dass (2.35) $s_2/s_1 = (r_2 - r_1)/(r_4 - r_3)$ impliziert, ergibt sich

$$E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right] - E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right] = s_1(r_2 - r_1) \int_{r_1}^{r_1+t} \left(U'(\underline{r_{A,1}}) - U'(\underline{r_{A,2}})\right) d\, r_A\,. \tag{A.5}$$

Der vor dem Integral stehende Ausdruck ist wegen $r_2 > r_1$ und $s_1 > 0$ positiv. Nach (2.34) gilt $r_2 < r_3$ bzw. $r_A + r_2 - r_1 < r_A + r_3 - r_1$, d. h. die obere Intervallgrenze von $\underline{r_{A,1}}$ ist kleiner als die untere Intervallgrenze von $\underline{r_{A,2}}$. Folglich muss $\underline{r_{A,1}} < \underline{r_{A,2}}$ sein. Ein konkaver (konvexer) Verlauf der Nutzenfunktion garantiert $U'(\underline{r_{A,1}}) \geq (\leq)\ U'(\underline{r_{A,2}})$, und die rechte Seite von (A.5) ist größer gleich (kleiner gleich) null.

„2. ⇒ 1.“:

Seien $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ zwei Zufallsvariablen mit gleichem Erwartungswert, wobei jeder risikoaverse (risikofreudige) Entscheider $\tilde{r}_A{}^1$ ($\tilde{r}_A{}^2$) gegenüber $\tilde{r}_A{}^2$ ($\tilde{r}_A{}^1$) vorzieht. Zudem sei $S(r_A) = F^2(r_A) - F^1(r_A)$ die Differenz der Verteilungsfunktionen von $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$. Auf Grund der gleichen Erwartungswerte gilt:

[6] Vgl. Sydsæter et al. (1999), S. 22.

$$
\begin{aligned}
0 = E\left[\tilde{r}_A{}^1\right] - E\left[\tilde{r}_A{}^2\right] &= \bar{r}_A - \int_{-1}^{\bar{r}_A} F^1(r_A)\,d\,r_A - \left(\bar{r}_A - \int_{-1}^{\bar{r}_A} F^2(r_A)\,d\,r_A\right) \\
&= \int_{-1}^{\bar{r}_A} \left(F^2(r_A) - F^1(r_A)\right)\,d\,r_A = \int_{-1}^{\bar{r}_A} S(r_A)\,d\,r_A\,.
\end{aligned}
\tag{A.6}
$$

Unter Berücksichtigung von $\tilde{r}_A{}^1 >_2 \tilde{r}_A{}^2$, bedingt durch die Vorteilhaftigkeit von $\tilde{r}_A{}^1$ gegenüber $\tilde{r}_A{}^2$ bei Risikoaversion, ergibt sich $\int_{-1}^{r_A} S(v)\,d\,v \geq 0$ für alle $r_A \in [-1, \bar{r}_A]$ nach Lemma 1. Damit sind die Integralbedingungen von Rothschild/Stiglitz (1970), S. 104 f. erfüllt. Rothschild/Stiglitz (1970) zeigen in Theorem 1(b), S. 106 ff., dass sich die Zufallsvariablen $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ in diesem Fall nur durch eine Sequenz Erwartungswert-neutraler Spreizungen voneinander unterscheiden. $\square$

A.3 Beweis von Lemma 3

Der Beweis orientiert sich an der Vorgehensweise von Ingersoll (1987). Er beruht darauf, dass $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$ äquivalent zu $\tilde{r}_A{}^2 = \tilde{r}_A{}^1 + \tilde{\epsilon}$ ist, mit $E[\tilde{\epsilon}|r_A{}^1] \leq 0$ für alle Realisationen von $\tilde{r}_A{}^1$. Die hinreichende Bedingung lässt sich mit Hilfe der Jensen'schen Ungleichung für beliebige, konkave Nutzenfunktionen wie folgt nachrechnen:

$$
\begin{aligned}
E\left[U(\tilde{r}_A{}^2)\right] &= E\left[U(\tilde{r}_A{}^1 + \tilde{\epsilon})\right] = E\left[E\left[U(\tilde{r}_A{}^1 + \tilde{\epsilon})|\tilde{r}_A{}^1\right]\right] \\
&\leq E\left[U(\tilde{r}_A{}^1 + E\left[\tilde{\epsilon}|\tilde{r}_A{}^1\right])\right] \leq E\left[U(\tilde{r}_A{}^1)\right]\,.
\end{aligned}
\tag{A.7}
$$

Die notwendige Bedingung haben Rothschild/Stiglitz (1970) in Theorem 2, S. 112 ff. bewiesen.

Angenommen, $\tilde{r}_A{}^1$ und $\tilde{r}_A{}^2$ sind zwei Zufallsvariablen mit $F^1(r_A) >_2 F^2(r_A)$. Dann lässt sich eine Zufallsvariable $\tilde{r}_A{}^\diamond$ konstruieren, und zwar $\tilde{r}_A{}^\diamond = \tilde{r}_A{}^1 + \tilde{\epsilon} - E[\tilde{\epsilon}|\tilde{r}_A{}^1]$, für die gilt: Für beliebige Realisationen von $\tilde{r}_A{}^1$ ist $E[\tilde{\epsilon} - E[\tilde{\epsilon}|r_A{}^1]|r_A{}^1] = 0$, d. h. $\tilde{r}_A{}^\diamond$ ist wie $\tilde{r}_A{}^1$ zuzüglich eines Störterms mit Erwartungswert null verteilt. Nach Theorem 2 von Rothschild/Stiglitz (1970) ist dies gleichbedeutend mit $F^1(r_A) >_S F^\diamond(r_A)$. Ausgehend von $F^1(r_A) >_S F^2(r_A)$ gilt des Weiteren $\tilde{r}_A{}^2 = \tilde{r}_A{}^\diamond + E[\tilde{\epsilon}|\tilde{r}_A{}^1]$ mit $E[\tilde{\epsilon}|r_A{}^1] \leq 0$ für alle $r_A{}^1$. Wegen $E[\tilde{\epsilon}|r_A{}^1] \leq 0$ liegt jede Realisation von $\tilde{r}_A{}^\diamond$ oberhalb der zugehörigen Realisation von $\tilde{r}_A{}^2$. Nach Lemma 1 ist dies äquivalent zu $F^\diamond(r_A) >_1 F^2(r_A)$. $\square$

Anhang B

Datenbasis

Den Abbildungen der Kapitel 2, 3 und 4 liegen folgende Daten zu Grunde:

Abbildung	Nutzenfunktion	r_L [p. P.]	r_D [p. P.]	$\tilde{r}_A$ [p. P.]	$\overline{K}$ (Tsd. €)	C_F (Tsd. €)	variable Kosten (Tsd. €)	I (Tsd. €)	Regulierung	r_f [p. P.]
2.2	$U(W) = -e^{-a\,W} + 10$ $a \in [0,003; 0,1]$	5 %	1 %	$\begin{array}{c\|c\|c\|c\|c\|} P & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}3 & 0{,}2 \\ \hline r_A & 0 & 0{,}04 & 0{,}12 & 0{,}16 \end{array}$	1.000	310	$C_L(L) = \frac{L^2}{100.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{100.000}$	300	—	—
2.3	$U(W) = \ln(W - I + C_F)$	5,9 %	3 %	$f(r_A) = \begin{cases} 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,035 < r_A \leq 0,04 \\ \omega + 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,04 < r_A \leq 0,05 \\ 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,05 < r_A \leq 0,06 \\ -1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,06 < r_A \leq 0,065 \\ -\omega - 1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,065 < r_A \leq 0,075 \\ -1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,075 < r_A \leq 0,085 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$ $\omega \in [0; 15]$	1.000	310	$C_L(L) = \frac{L^2}{2.000.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{150.000}$	300	—	—
2.4	$U(W) = \ln(W - I + C_F)$	5,9 %	3 %	$f(r_A) = \begin{cases} 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,035 < r_A \leq 0,04 \\ \omega + 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,04 < r_A \leq 0,045 \\ 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,045 < r_A \leq 0,05 \\ -\omega + 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,05 < r_A \leq 0,055 \\ 1.600\,r_A - 56 & \text{für } 0,055 < r_A \leq 0,06 \\ -1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,06 < r_A \leq 0,065 \\ -\omega/2 - 1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,065 < r_A \leq 0,07 \\ -1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,07 < r_A \leq 0,075 \\ \omega/2 - 1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,075 < r_A \leq 0,08 \\ -1.600\,r_A + 136 & \text{für } 0,08 < r_A \leq 0,085 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$ $\omega \in [0; 23]$	1.000	310	$C_L(L) = \frac{L^2}{2.000.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{150.000}$	300	—	—
2.5, 2.6	$U(W) = -e^{-a\,W} + 10$ $a \in [0,001; 0,0055]$	5 %	1 %	$\begin{array}{c\|c\|c\|c\|c\|} P & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}3 & 0{,}2 \\ \hline r_A & 0 & 0{,}04 & 0{,}12 & 0{,}16 \end{array}$	1.000	310	$C_L(L) = \frac{L^2}{1.000.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{1.000.000}$	300	$\hat{\kappa} = 8$ %	—
2.7	$U(W) = -e^{-0,004\,W} + 10$	5 %	1 %	$\tilde{r}_A \sim N(0,08; 0,08^2)$	1.000	[0, 330]	$C_L(L) = \frac{L^2}{100.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{100.000}$	300	$\alpha = 1$ %	—
3.1	$U(W) = -e^{-a\,W} + 10$ $a \in [0,003; 0,1]$	5 %	1 %	$\begin{array}{c\|c\|c\|c\|c\|} P & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}3 & 0{,}2 \\ \hline r_A & \mu_{r_A}\text{-}0{,}08 & \mu_{r_A}\text{-}0{,}04 & \mu_{r_A}+0{,}04 & \mu_{r_A}+0{,}08 \end{array}$ $\mu_{r_A} \in \{0,02; 0,04; 0,06\}$	1.000	310	$C_L(L) = \frac{L^2}{100.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{100.000}$	300	—	4 %
3.2, 3.3	$U(W) = -e^{-a\,W} + 10$ $a \in [0,001; 0,1]$	6,5 %	1 %	$\begin{array}{c\|c\|c\|c\|c\|} P & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}3 & 0{,}2 \\ \hline r_A & \mu_{r_A}\text{-}0{,}08 & \mu_{r_A}\text{-}0{,}04 & \mu_{r_A}+0{,}04 & \mu_{r_A}+0{,}08 \end{array}$ $\mu_{r_A} \in \{0,02; 0,04; 0,06\}$	1.000	310	$C_L(L) = \frac{L^2}{1.000.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{1.000.000}$	300	$\hat{\kappa} = 8$ %	4 %
3.4	$U(W) = -e^{-a\,W} + 10$ $a \in [0,0004; 0,0015]$	6 %	1 %	$\tilde{r}_A \sim N(0,08; 0,08^2)$	1.000	100	$C_L(L) = \frac{L^2}{1.000.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{1.000.000}$	300	$\alpha = 1$ %	5 %
4.1	$U(W) = W - e^{-0,02\,W}$	5 %	$\tilde{r}_D = a_D + b_D\,\tilde{r}_A + c_D\,\tilde{\epsilon}$ $a_D = -0,01,\ b_D = 0,5,$ $c_D \in [0,6; 1]$	$\begin{array}{c\|c\|c\|c\|c\|} P & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}3 & 0{,}2 \\ \hline r_A & \mu_{r_A}\text{-}0{,}08 & \mu_{r_A}\text{-}0{,}04 & \mu_{r_A}+0{,}04 & \mu_{r_A}+0{,}08 \end{array}$ $\mu_{r_A} \in \{0,02; 0,04; 0,06\}$ $\begin{array}{c\|c\|c\|c\|c\|} P & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 & 0{,}25 \\ \hline \epsilon & -0,02 & -0,01 & 0,01 & 0,02 \end{array}$	1.000	400	$C_L(L) = \frac{L^2}{1.000.000}$ $C_D(D) = \frac{D^2}{1.000.000}$	100	$\hat{\kappa} = 8$ %	4 %

Tabelle B.1: Datenbasis

Symbolverzeichnis

A^*, A^*_S, A^*_E	Optimales Finanzanlagenvolumen einer Bank unter Marktrisiko ohne Absicherungsmöglichkeiten und ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
A^*_T, $A^*_{T,S}$, $A^*_{T,E}$	Optimales Finanzanlagenvolumen einer Bank unter Marktrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
A^*_Z, $A^*_{Z,S}$, $A^*_{Z,E}$	Optimales Finanzanlagenvolumen einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
a, $\bar{a}$	Grad der absoluten Risikoaversion
a_D	Regressionsparameter
a_q	Positive Zahl
b	Von null verschiedene Zahl
b_1, b_2, b_3	Reelle Zahl, wobei b_3 von null verschieden ist
b_D	Positiver Regressionsparameter
$C_D(\cdot)$, $C_L(\cdot)$	Variable Einlagenkosten / Kreditkosten im Zeitpunkt 0 mit $C_i'(i) > 0$ und $C_i''(i) > 0$ für $i = D, L$
C_F, $\bar{C}_F$	Fixkosten der Bank im Zeitpunkt 0
$C_L^n(\cdot)$	Parametrisierte variable Kreditkosten, $C_L^n(\cdot) = \theta\, C_L(\cdot)$
c	Reelle Zahl
c_1, c_2	Positive Zahl
c_3, c_4	Negative Zahl
c_D	Nicht negativer Regressionsparameter
$\mathrm{cov}[\cdot,\cdot]$	Kovarianz zwischen zwei Zufallsvariablen

D^*, D^*_S, D^*_E	Optimales Einlagenvolumen einer Bank unter Marktrisiko ohne Absicherungsmöglichkeiten und ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
D^*_T, $D^*_{T,S}$, $D^*_{T,E}$	Optimales Einlagenvolumen einer Bank unter Marktrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
D^*_Z, $D^*_{Z,S}$, $D^*_{Z,E}$	Optimales Einlagenvolumen einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
$\frac{d\,f(x)}{d\,x}$, $f'(x)$	Erste Ableitung einer Funktion $f(x)$ nach x
$\frac{d^2\,f(x)}{d\,x^2}$, $f''(x)$	Zweite Ableitung einer Funktion $f(x)$ nach x
$\frac{d^3\,f(x)}{d\,x^3}$, $f'''(x)$	Dritte Ableitung einer Funktion $f(x)$ nach x
$E[\cdot]$	Erwartungswert einer Zufallsvariable
$E_F[\cdot]$	Erwartungswert einer Zufallsvariable unter der Verteilungsfunktion F
$E[\cdot\vert\cdot]$	Bedingter Erwartungswert einer Zufallsvariable
$e^{(\cdot)}$	Exponentialfunktion
$F(\cdot)$	Verteilungsfunktion einer Zufallsvariable
$\mathcal{F}(\cdot)$	Eindimensionale Funktion
$f(\cdot)$	Dichtefunktion einer Zufallsvariable
$f(\theta, L)$	Hilfsfunktion mit den partiellen Ableitungen f_θ und $f_{\theta,L}$
$G(\cdot)$	Fallende, konkave Funktion
$g(\cdot)$	Eindimensionale Funktion
H_1, H_2	Reelle Zahl
H^*_T, $H^*_{T,S}$, $H^*_{T,E}$	Optimales Hedgingvolumen einer Bank unter Marktrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
H^*_Z, $H^*_{Z,S}$, $H^*_{Z,E}$	Optimales Hedgingvolumen einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
$\frac{H^*_T}{A^*_T}$, $\frac{H^*_{T,S}}{A^*_{T,S}}$	Optimale Hedge-Rate einer Bank unter Marktrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren

$\frac{H_Z^*}{A_Z^* - D_Z^*\, b_D}$	Optimale Hedge-Rate einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften
$\frac{H_{Z,S}^*}{A_{Z,S}^* - D_{Z,S}^*\, b_D}$	Optimale Hedge-Rate einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos bei Verwendung von Standardverfahren
$\frac{H_{Z,E}^*}{A_{Z,E}^* - D_{Z,E}^*\, b_D}$	Optimale Hedge-Rate einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos bei Verwendung von eigenen Risikomodellen
I	Anfangsvermögen des Bankeigentümers
$\mathrm{Ind}(\cdot)$	Indikator-Funktion (Heaviside-Sprungfunktion)
IW^*	Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank bei Realisierung der optimalen Geschäfts- und Risikopolitik
i	Index
J	Nicht leeres Intervall, $J = (\check{r}_A, \hat{r}_A)$
$\overline{K}$	Eigenkapital der Bank
k	Risikoloser Kapitalmarktzinssatz [pro Periode]
L^*, L_S^*, L_E^*	Optimales Kreditvolumen einer Bank unter Marktrisiko ohne Absicherungsmöglichkeiten und ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
L_T^*, $L_{T,S}^*$, $L_{T,E}^*$	Optimales Kreditvolumen einer Bank unter Marktrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
L_Z^*, $L_{Z,S}^*$, $L_{Z,E}^*$	Optimales Kreditvolumen einer Bank unter Markt- und Zinsrisiko mit Termingeschäften zur Gestaltung des Marktrisikos ohne Regulierungsvorschriften / mit Standardverfahren / mit eigenen Risikomodellen
$\mathcal{L}(\cdot)$	Lagrangefunktion
$\ln(\cdot)$	Logarithmus zur Basis e
M	Determinante der Hessematrix bei optimaler Geschäftspolitik
M_1, M_2, M_3, M_4	Partielle Ableitung der Bedingung erster Ordnung nach einer Entscheidungsvariable oder einem exogenen Parameter bei optimalem Verhalten der Bank
m	Natürliche Zahl
$\max(\cdot,\cdot)$	Maximum zweier Zahlen

$\min(\cdot,\cdot)$	Minimum zweier Zahlen
N	Partielle Ableitung des Erwartungsnutzens nach einer Entscheidungsvariable bei optimalem Verhalten der Bank
n	Index
P^*	Optimale Kredit- und Einlagenpolitik, $P^* = (L^*, D^*)$
$P(\cdot)$	Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses
P_0^A, P_0^B	Preis des risikobehafteten Wertpapiers A / B im Zeitpunkt 0
$\tilde{P}_1^A$, $\tilde{P}_1^B$	Stochastischer Preis des risikobehafteten Wertpapiers A / B im Zeitpunkt 1
Q	Abkürzende Schreibweise, $Q = (r_L, r_D, \overline{K}, C_F, C_L(\cdot), C_D(\cdot), I)$
$\mathcal{R}$	Hilfsgröße, $\mathcal{R} = r_D\, D_E + \overline{K} + C_L(L_E) + C_D(D_E) + C_F - I$
r_1, r_2, r_3, r_4	Reelle Zahl
$\tilde{r}_A$	Stochastische Finanzanlagenrendite [pro Periode]
$\tilde{r}_A{}^n$	Parametrisierte Finanzanlagenrendite mit $\tilde{r}_A{}^n = \tilde{r}_A + \gamma$ oder $\tilde{r}_A{}^n = E[\tilde{r}_A] + \beta\,\tilde{\epsilon}$
r_C	Deterministische Finanzanlagenrendite [pro Periode]
r_D	Risikoloser Einlagenzinssatz [pro Periode]
$\tilde{r}_D$	Stochastischer Einlagenzinssatz [pro Periode]
$r_{D,0}$, $\tilde{r}_{D,1}$	Risikoloser / Stochastischer Einlagenzins für den Zeitraum von $t = 0$ bis $t = \frac{1}{2}$ / $t = \frac{1}{2}$ bis $t = 1$
r_f	In Renditeform notierender Terminkurs der Finanzanlagen im Zeitpunkt $t = 0$ mit Fälligkeitszeitpunkt $t = 1$ [pro Periode]
r_L	Risikoloser Kreditzinssatz [pro Periode]
$S(r_A)$	Hilfsfunktion, $S(r_A) = F^2(r_A) - F^1(r_A)$
S_T, $S_{Z,S}$	Spekulationskomponente der Bank, $S_T = H_T - A_T$ bzw. $S_{Z,S} = H_{Z,S} - (A_{Z,S} - D_{Z,S}\, b_D)$
$s(\cdot)$	Erwartungswert-neutrale Spreizung
s_1, s_2	Positive Zahl
$\mathrm{sign}(\cdot)$	Vorzeichenfunktion
t	Zeitpunkt oder positive Zahl
$U(\cdot)$	Von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion des Bankeigentümers mit $U'(\cdot) > 0$ und $U''(\cdot) < 0$
u_α	α-Quantil der Standardnormalverteilung

$V^*_{T,E}$	Reelle Zahl, $V^*_{T,E} = L^*_{T,E}\,(r_L - r_D) + \overline{K}\,r_D - C_L(L^*_{T,E}) - C_D(L^*_{T,E} + A^*_{T,E} - \overline{K}) - C_F + I$
VaR_α	Value-at-Risk einer Vermögensposition über eine bestimmte Haltedauer zum Niveau α
v	Reelle Zahl
$\mathrm{var}[\cdot]$	Varianz einer Zufallsvariable
$\tilde{W}^*$	Optimales (stochastisches) Endvermögen des Bankeigentümers
$\tilde{X}$	Zufallsvariable, $\tilde{X} = r_L - \tilde{r}_A - C'_L(L)$
x_A, x_B	Stückzahl des Wertpapiers A / B im Portefeuille
x_s	Risikoloser Geldanlage- oder Mittelaufnahmebetrag am Kapitalmarkt
x_α	α-Quantil einer Wahrscheinlichkeitsverteilung
$\tilde{Y}$	Zufallsvariable, $\tilde{Y} = \tilde{r}_A - r_D - C'_D(D)$
$y_L(\cdot)$, $y_D(\cdot)$	Gerade, die unterhalb von $C_L(\cdot)$ / $C_D(\cdot)$ verläuft und sich mit zunehmenden Werten der Kostenfunktion asymptotisch annähert
z	Reelle Zahl
α	Insolvenzwahrscheinlichkeit der Bank bzw. maximal zulässige Verlustwahrscheinlichkeit einer Vermögensposition
β	Positive Zahl
γ	Reelle Zahl
$\Delta(r_A)$	Hilfsfunktion, $\Delta(r_A) = \int_{-1}^{r_A} \big(F^2(v) - F^1(v)\big)\,d\,v$
$\tilde{\Delta}$	Stochastische Marktwertänderung einer Vermögensposition
$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x}$, $f_x(x,y)$	Partielle Ableitung einer Funktion $f(x,y)$ nach x
$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2}$, $f_{x^2}(x,y)$	Zweimalige partielle Ableitung einer Funktion $f(x,y)$ nach x
$\tilde{\epsilon}$	Zufallsvariable mit $E[\tilde{\epsilon}] = 0$
$\tilde{\Theta}(\cdot)$	Stochastische Kompensationszahlung zur Isolierung des Substitutionseffektes
θ	Nicht negative Zahl zur Parametrisierung der variablen Kreditkosten
κ	Angepasster Unterlegungssatz bei Standardverfahren, $\kappa = \hat{\kappa}/(1-\hat{\kappa})$
$\hat{\kappa}$	Eigenmittelunterlegungssatz für Kredite und Finanzanlagen bei Standardverfahren, $\hat{\kappa} \in (0,1)$
$\hat{\kappa}_A$	Unterlegungssatz für Marktpreisrisiken bei eigenen Risikomodellen, $\hat{\kappa}_A = -\mu_{r_A} + 2{,}3263\,\sigma_{r_A}$

$\lambda_E^*, \lambda_{T,S}^*, \lambda_{T,E}^*, \lambda_{Z,E}^*$	Lagrange-Multiplikator bei optimalem Verhalten der Bank
λ_L, λ_D	Steigung der Geraden $y_L(\cdot)$ / $y_D(\cdot)$
μ	Erwartetes Endvermögen des Bankeigentümers
μ_{r_A}	Erwartete Finanzanlagenrendite
ξ	Konstante, die bei Risikoaversion bzw. Prudence einen positiven Wert annimmt
Π_F^*	Endvermögenszuwachs vor Fixkosten, $\Pi_F^* = W^* - I + C_F$
$\rho_{(\cdot,\cdot)}$	Korrelationskoeffizient zwischen zwei Zufallsvariablen
σ^2	Varianz des Endvermögens des Bankeigentümers
σ_{r_A}	Standardabweichung der Finanzanlagenrendite
σ_{r_D}	Standardabweichung des Einlagenzinssatzes
σ_ϵ^2	Varianz der Zufallsvariable $\tilde{\epsilon}$
$\Phi(\cdot)$	Eindimensionale Funktion
ϕ	Negative Zahl
$\phi(\cdot,\cdot)$	(μ,σ)-Präferenzfunktion des Bankeigentümers
χ	Konstante
$\Psi(\cdot)$	Mehrdimensionale Funktion
ψ	Positive Zahl
ω	Nicht negative Zahl

Literaturverzeichnis

Adam-Müller, A. F. A. (1993), Optimal Currency Hedging, Export, and Production in the Presence of Idiosyncratic Risk, *Swiss Journal of Economics and Statistics* 129(2), 197–208.

Adam-Müller, A. F. A. (1995), *Internationale Unternehmensaktivität, Wechselkursrisiko und Hedging mit Finanzinstrumenten*, Heidelberg.

Adam-Müller, A. F. A. (1997), Export and Hedging Decisions under Revenue and Exchange Rate Risk: A Note, *European Economic Review* 41(7), 1421–1426.

Adam-Müller, A. F. A. (2000a), Exports and Hedging Exchange Rate Risks: The Multi-Country Case, *The Journal of Futures Markets* 20(9), 843–864.

Adam-Müller, A. F. A. (2000b), Hedging Price Risk when Real Wealth Matters, *Journal of International Money and Finance* 19(4), 549–560.

Adam-Müller, A. F. A. (2002), *An Alternative View on Cross Hedging*, Forschungsbericht Nr. 02/21, Universität Konstanz, Center of Finance and Econometrics.

Adam-Müller, A. F. A.; Wong, K. P. (2003), The Impact of Delivery Risk on Optimal Production and Futures Hedging, *European Finance Review* 7(3), 459–477.

Adler, M.; Detemple, J. B. (1988), On the Optimal Hedge of a Nontraded Cash Position, *The Journal of Finance* 43(1), 143–153.

Alarie, Y.; Dionne, G.; Eeckhoudt, L. (1992), Increases in Risk and the Demand for Insurance, in: Dionne, G. (Hrsg.), *Contributions to Insurance Economics*, Boston u.a., 275–290.

Anderson, R. W.; Danthine, J.-P. (1980), Hedging and Joint Production: Theory and Illustrations, *The Journal of Finance* 35(5), 487–501.

Anderson, R. W.; Danthine, J.-P. (1981), Cross Hedging, *Journal of Political Economy* 89(6), 1182–1196.

Arnold, W.; Boos, K.-H. (2001), Basel II – Einzel- und gesamtwirtschaftliche Aspekte, *Die Bank* , o. Jg., Nr. 10, 712–715.

Arrow, K. J. (1965), *Aspects of the Theory of Risk-Bearing*, Helsinki.

Arrow, K. J. (1971), *Essays in the Theory of Risk-Bearing*, Amsterdam u.a.

Arrow, K. J.; Enthoven, A. C. (1961), Quasi-concave Programming, *Econometrica* 29(4), 779–800.

Baltensperger, E. (1980), Alternative Approaches to the Theory of the Banking Firm, *Journal of Monetary Economics* 6(1), 1–37.

Baltensperger, E. (1990), The Economic Theory of Banking Regulation, in: Furubotn, E. G.; Richter, R. (Hrsg.), *The Economics and Law of Banking Regulation*, 1–21.

Bamberg, G.; Coenenberg, A. G. (2002), *Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre*, 11. Aufl., München.

Barrios, V. E.; Blanco, J. M. (2003), The Effectiveness of Bank Capital Adequacy Regulation: A Theoretical and Empirical Approach, *Journal of Banking & Finance* 27(10), 1935–1958.

Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (1988), *Internationale Konvergenz der Eigenkapitalmessung und Eigenkapitalanforderungen*, Basel.

Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (1996), *Änderung der Eigenkapitalvereinbarung zur Einbeziehung der Marktrisiken*, Basel.

Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (1999), *Die Neue Basler Eigenkapitalvereinbarung*, 1. Konsultationspapier, Basel.

Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (2001), *Die Neue Basler Eigenkapitalvereinbarung*, 2. Konsultationspapier, Basel.

Basler Ausschuss für Bankenaufsicht (2003), *Die Neue Basler Eigenkapitalvereinbarung*, 3. Konsultationspapier, Basel.

Batlin, C. A. (1983), Interest Rate Risk, Prepayment Risk, and the Futures Market Hedging Strategies of Financial Intermediaries, *The Journal of Futures Markets* 3(2), 177–184.

Batra, R. N.; Ullah, A. (1974), Competitive Firm and the Theory of Input Demand under Price Uncertainty, *Journal of Political Economy* 82(3), 537–548.

Battermann, H. L.; Braulke, M.; Broll, U.; Schimmelpfennig, J. (2000), The Preferred Hedge Instrument, *Economics Letters* 66(1), 85–91.

Battermann, H. L.; Broll, U. (2001), Inflation Risk, Hedging, and Exports, *Review of Development Economics* 5(3), 355–362.

Battermann, H. L.; Broll, U.; Wahl, J. E. (2002a), Die Aversionselastizität und ihr Einfluss auf die Portefeuilleentscheidung, *Financial Markets and Portfolio Management* 16(4), 522–527.

Battermann, H. L.; Broll, U.; Wahl, J. E. (2002b), Insurance Demand and the Elasticity of Risk Aversion, *OR Spectrum* 24(2), 145–150.

Bauer, W.; Ryser, M. (2004), Risk Management Strategies for Banks, *Journal of Banking & Finance* 28(2), 331–352.

Benninga, S.; Eldor, R.; Zilcha, I. (1983), Optimal Hedging in the Futures Market under Price Uncertainty, *Economics Letters* 13(2–3), 141–145.

Benninga, S.; Eldor, R.; Zilcha, I. (1984), The Optimal Hedge Ratio in Unbiased Futures Markets, *The Journal of Futures Markets* 4(2), 155–159.

Benninga, S.; Eldor, R.; Zilcha, I. (1985), Optimal International Hedging in Commodity and Currency Forward Markets, *Journal of International Money and Finance* 4(4), 537–552.

Benninga, S.; Oosterhof, C. M. (2004), Hedging with Forwards and Puts in Complete and Incomplete Markets, *Journal of Banking & Finance* 28(1), 1–17.

Benston, G. J.; Smith Jr., C. W. (1976), A Transactions Cost Approach to the Theory of Financial Intermediation, *The Journal of Finance* 31(2), 215–231.

Bhattacharya, S.; Thakor, A. V. (1993), Contemporary Banking Theory, *Journal of Financial Intermediation* 3(1), 2–50.

Bigelow, J. P.; Menezes, C. F. (1995), Outside Risk Aversion and the Comparative Statics of Increasing Risk in Quasi-Linear Decision Models, *International Economic Review* 36(3), 643–673.

Black, F. (1989), Universal Hedging: Optimizing Currency Risk and Reward in International Equity Portfolios, *Financial Analysts Journal* 45(4), 16–22.

Black, F. (1990), Equilibrium Exchange Rate Hedging, *The Journal of Finance* 45(3), 899–907.

Blair, R. D.; Heggestad, A. A. (1978), Bank Portfolio Regulation and the Probability of Bank Failure, *Journal of Money, Credit, and Banking* 10(1), 88–94.

Booth, G. G.; Koveos, P. E. (1986), A Programming Model for Bank Hedging Decisions, *The Journal of Financial Research* 9(3), 271–279.

Brealey, R. A.; Myers, S. C. (2003), *Principles of Corporate Finance*, 7. Aufl., London u.a.

Briys, E.; Crouhy, M.; Schlesinger, H. (1988), An Intertemporal Model of Consumption and Hedging, *The Review of Futures Markets* 7, 456–466.

Briys, E.; Crouhy, M.; Schlesinger, H. (1993), Optimal Hedging in a Futures Market with Background Noise and Basis Risk, *European Economic Review* 37(5), 949–960.

Broll, U.; Chow, K. W.; Wong, K. P. (2001a), Hedging and Nonlinear Risk Exposure, *Oxford Economic Papers* 53(2), 281–296.

Broll, U.; Guinnane, T. W. (1999), Interest Rate Futures and Bank Hedging, *OR Spectrum* 21(1–2), 71–80.

Broll, U.; Jaenicke, J. (2000), Bankrisiko, Zinsmargen und flexibles Futures-Hedging, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik* 136(2), 147–160.

Broll, U.; Mallick, R.; Wong, K. P. (2001b), International Trade and Hedging in Economies in Transition, *Economic Systems* 25(2), 149–159.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1992a), Exports under Exchange Rate Uncertainty and Hedging Markets, *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 148(4), 577–587.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1992b), Hedging with Synthetics, Foreign-Exchange Forwards, and the Export Decision, *The Journal of Futures Markets* 12(5), 511–518.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1992c), International Investments and Exchange Rate Risk, *European Journal of Political Economy* 8(1), 31–40.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1992d), Risk Sharing Markets and International Trade, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 210(1–2), 64–71.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1995), Export Decision and Risk Sharing Markets, *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* 115(1), 27–36.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1996), Imperfect Hedging and Export Production, *Southern Economic Journal* 62(3), 667–674.

Broll, U.; Wahl, J. E. (1998), Missing Risk Sharing Markets and the Benefits of Cross-Hedging in Developing Countries, *Journal of Development Economics* 55(1), 43–56.

Broll, U.; Wahl, J. E. (2001), Options, Trade, and Risk Aversion, in: Berninghaus, S. K.; Braulke, M. (Hrsg.), *Beiträge zur Mikro- und Makroökonomik: Festschrift für Hans Jürgen Ramser*, Berlin u.a., 111–116.

Broll, U.; Wahl, J. E. (2002a), Optimum Bank Equity Capital and Value at Risk, in: Scholz, C.; Zentes, J. (Hrsg.), *Strategic Management*, Wiesbaden, 69–82.

Broll, U.; Wahl, J. E. (2002b), Risikomanagement in Banken unter Berücksichtigung von Futures-Hedging, in: Britzelmaier, B.; Geberl, S.; Kaufmann, H.-R.; Menichetti, M. (Hrsg.), *Regulierung oder Deregulierung der Finanzmärkte*, Heidelberg, 181–189.

Broll, U.; Wahl, J. E.; Zilcha, I. (1995), Indirect Hedging of Exchange Rate Risk, *Journal of International Money and Finance* 14(5), 667–678.

Broll, U.; Welzel, P. (2003), Kreditderivate und Risikomanagement, *Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen* 56(15), 840–843.

Broll, U.; Wong, K. P. (1997), *Hedging of Exchange Rate Risk and Regression Dependence*, Forschungsbericht Nr. 2/355, Universität Konstanz, Sonderforschungsbereich 178.

Broll, U.; Wong, K. P. (1999), Hedging with Mismatched Currencies, *The Journal of Futures Markets* 19(8), 859–875.

Broll, U.; Wong, K. P.; Zilcha, I. (1999), Multiple Currencies and Hedging, *Economica* 66, 421–432.

Broll, U.; Zilcha, I. (1992), Exchange Rate Uncertainty, Futures Markets and the Multinational Firm, *European Economic Review* 36(4), 815–826.

Broll, U.; Zilcha, I. (1994), Capital Markets, the Separation Property and Hedging, *Economics Letters* 44(1–2), 165–168.

Broll, U.; Zilcha, I. (1995), International Production, Investment and Borrowing with Exchange Rate Risk and Futures Markets, *Metroeconomica* 46(1), 90–106.

Bronstein, I. N.; Semendjajew, K. A. (1991), *Taschenbuch der Mathematik*, 25. Aufl., Stuttgart u.a.

Bühler, W.; Korn, O.; Schmidt, A. (1998), Ermittlung von Eigenkapitalanforderungen mit internen Modellen, *Die Betriebswirtschaft* 58(1), 64–85.

Bühler, W.; Schmidt, A. (1998), Bank-Risikomanagement mit internen Modellen, in: Duwendag, D.; Hildenbrand, W. (Hrsg.), *Finanzmärkte im Spannungsfeld von Globalisierung, Regulierung und Geldpolitik*, Berlin, 69–121.

Campbell, T. S.; Kracaw, W. A. (1980), Information Production, Market Signalling, and the Theory of Financial Intermediation, *The Journal of Finance* 35(4), 863–882.

Cass, D.; Stiglitz, J. E. (1972), Risk Aversion and Wealth Effects on Portfolios with Many Assets, *The Review of Economic Studies* 39, 331–354.

Chang, E. C.; Rhee, M.-W.; Wong, K. P. (1995), A Note on the Spread between the Rates of Fixed and Variable Rate Loans, *Journal of Banking & Finance* 19(8), 1479–1487.

Chang, E. C.; Wong, K. P. (2003), Cross-Hedging with Currency Options and Futures, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 38(3), 555–574.

Chiang, A. C. (1984), *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, 3. Aufl., London u.a.

Culp, C. L.; Miller, M. H.; Neves, A. M. P. (1998), Value-at-Risk: Uses and Abuses, *Journal of Applied Corporate Finance* 10(4), 26–38.

Danthine, J.-P. (1978), Information, Futures Prices, and Stabilizing Speculation, *Journal of Economic Theory* 17, 79–98.

Davis, G. K. (1989), Income and Substitution Effects for Mean-Preserving Spreads, *International Economic Review* 30(1), 131–136.

Deutsche Bundesbank (1998), *Bankinterne Risikosteuerungsmodelle und deren bankaufsichtliche Eignung*, Monatsbericht Oktober, 69–84.

Deutsche Bundesbank (2000), *Einlagensicherung und Anlegerentschädigung in Deutschland*, Monatsbericht Juli, 29–45.

Deutsche Bundesbank (2001), *Die neue Baseler Eigenkapitalvereinbarung (Basel II)*, Monatsbericht April, 15–44.

Deutsche Bundesbank (2002a), *Das Eigenkapital der Kreditinstitute aus bankinterner und regulatorischer Sicht*, Monatsbericht Januar, 41–60.

Deutsche Bundesbank (2002b), *Zum Zusammenhang zwischen Kreditzinsen deutscher Banken und Marktzinsen*, Monatsbericht März, 53–66.

Deutsche Bundesbank (2003), *Neue Mindestanforderungen an das Kreditgeschäft: MaK und Basel II*, Monatsbericht Januar, 45–58.

Dewatripont, M.; Tirole, J. (1994), *The Prudential Regulation of Banks*, Cambridge, Mass.

Diamond, D. W. (1984), Financial Integration and Delegated Monitoring, *The Review of Economic Studies* 51, 393–414.

Doukas, J.; Arshanapalli, B. (1992), Interst Rate Risk Management with Futures for Financial Intermediaries, *Applied Financial Economics* 2(3), 179–185.

Drèze, J. H.; Modigliani, F. (1972), Consumption Decisions under Uncertainty, *Journal of Economic Theory* 5, 308–335.

Duffie, D. (1989), *Futures Markets*, Englewood Cliffs, NJ.

Duffie, D.; Pan, J. (1997), An Overview of Value at Risk, *The Journal of Derivatives* 4(3), 7–49.

Eeckhoudt, L.; Gollier, C. (1995), *Risk: Evaluation, Management and Sharing*, New York.

Eeckhoudt, L.; Kimball, M. (1992), Background Risk, Prudence, and the Demand for Insurance, in: Dionne, G. (Hrsg.), *Contributions to Insurance Economics*, Boston u.a., 239–245.

Eichner, T.; Wagener, A. (2004), Relative Risk Aversion, Relative Prudence and Comparative Statics under Uncertainty: The Case of (μ, σ)-Preferences, *Bulletin of Economic Research* 56(2), 159–170.

Eldor, R.; Zilcha, I. (1987), Discriminating Monopoly, Forward Markets and International Trade, *International Economic Review* 28(2), 459–468.

Ethier, W. (1973), International Trade and the Forward Exchange Market, *The American Economic Review* 63(3), 494–503.

Europäische Zentralbank (2002), *Jüngste Entwicklungen und Risiken im Bankensektor des Euro-Währungsgebiets*, Monatsbericht August, 55–69.

Fama, E. F. (1980), Banking in the Theory of Finance, *Journal of Monetary Economics* 6(1), 39–57.

Fama, E. F. (1984), Forward and Spot Exchange Rates, *Journal of Monetary Economics* 14(3), 319–338.

Fama, E. F. (1985), What's Different About Banks?, *Journal of Monetary Economics* 15(1), 29–39.

Feder, G.; Just, R. E.; Schmitz, A. (1980), Futures Markets and the Theory of the Firm under Price Uncertainty, *The Quarterly Journal of Economics* 94(2), 317–328.

Fishburn, P. C.; Porter, B. (1976), Optimal Portfolios with One Safe and One Risky Asset: Effects of Changes in Rate of Return and Risk, *Management Science* 22(10), 1064–1073.

Fishburn, P. C.; Vickson, R. G. (1978), Theoretical Foundations of Stochastic Dominance, in: Whitmore, G. A.; Findlay, M. C. (Hrsg.), *Stochastic Dominance*, Lexington, Mass., 37–113.

Franke, G. (1975), Conflict and Compatibility of Wealth and Welfare Maximization, *Zeitschrift für Operations Research* 19, 1–13.

Franke, G. (1998a), *Derivate – Risikomanagement mit innovativen Finanzinstrumenten*, Frankfurt a.M.

Franke, G. (1998b), Kurz- versus langfristiges Management von Risiko und Ertrag, in: Franke, G.; Laux, H. (Hrsg.), *Unternehmensführung und Kapitalmarkt*, Berlin u.a., 63–95.

Franke, G. (1998c), Transformation of Banks and Bank Services, *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 154(1), 109–133.

Franke, G. (2000a), Gefahren kurzsichtigen Risikomanagements durch Value-at-Risk, in: Johanning, L.; Rudolph, B. (Hrsg.), *Handbuch Risikomanagement*, Bd. 1, Bad Soden, 53–83.

Franke, G. (2000b), Kreditgeschäft und Finanzmärkte, in: von Hagen, J.; von Stein, J. H. (Hrsg.), *Geld-, Bank- und Börsenwesen*, Bd. 40., Stuttgart, 231–270.

Franke, G. (2000c), Risikomanagement mit Kreditderivaten, in: Burghof, H.-P.; Henke, S.; Rudolph, B.; Schönbucher, P. J.; Sommer, D. (Hrsg.), *Kreditderivate – Handbuch für die Bank- und Anlagepraxis*, Stuttgart, 269–289.

Franke, G.; Hax, H. (2004), *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt*, 5. Aufl., Berlin u.a.

Franke, G.; Stapleton, R. C.; Subrahmanyam, M. G. (2004), Background Risk and the Demand for State-Contingent Claims, *Economic Theory* 23(2), 321–335.

Freixas, X.; Rochet, J.-C. (1997), *Microeconomics of Banking*, Cambridge, Mass.

Froot, K. A.; Scharfstein, D. S.; Stein, J. C. (1993), Risk Management: Coordinating Corporate Investment and Financing Policies, *The Journal of Finance* 48(5), 1629–1658.

Froot, K. A.; Scharfstein, D. S.; Stein, J. C. (1994), A Framework for Risk Management, *Harvard Business Review* 72(6), 91–102.

Froot, K. A.; Stein, J. C. (1998), Risk Management, Capital Budgeting, and Capital Structure Policy for Financial Institutions: An Integrated Approach, *Journal of Financial Economics* 47(1), 55–82.

Gennotte, G.; Pyle, D. (1991), Capital Controls and Bank Risk, *Journal of Banking & Finance* 15(4,5), 805–825.

Goldfarb, D. R. (1987), Hedging Interest Rate Risk in Banking, *The Journal of Futures Markets* 7(1), 35–47.

Gollier, C. (2001), *The Economics of Risk and Time*, Cambridge, Mass.

Gollier, C.; Machina, M. (1995), *Non-Expected Utility and Risk Management*, Boston, u.a.

Goodhart, C.; Hartmann, P.; Llewellyn, D.; Rojas-Suárez, L.; Weisbrod, S. (1998), *Financial Regulation. Why, How and Where Now?*, London.

Greenbaum, S. I.; Thakor, A. V. (1995), *Contemporary Financial Intermediation*, New York u.a.

Gruppe Deutsche Börse (2003), *Eurex-Produkte*, Frankfurt a.M.

Hadar, J.; Russel, W. R. (1969), Rules for Ordering Uncertain Prospects, *The American Economic Review* 59(1), 25–34.

Hadar, J.; Seo, T. K. (1990), The Effects of Shifts in a Return Distribution on Optimal Portfolios, *International Economic Review* 31(3), 721–736.

Hadar, J.; Seo, T.-K. (1992), General Changes in Uncertainty, *Southern Economic Journal* 58(3), 671–681.

Harrington, R. (1987), *Asset and Liability Management by Banks*, Paris.

Hart, O. D.; Jaffee, D. M. (1974), On the Application of Portfolio Theory to Depository Financial Intermediaries, *The Review of Economic Studies* 41(1), 129–147.

Hartman, R. (1976), Factor Demand with Output Price Uncertainty, *The American Economic Review* 66(4), 675–681.

Hartmann-Wendels, T.; Pfingsten, A.; Weber, M. (2000), *Bankbetriebslehre*, 2. Aufl., Berlin u.a.

Henderson, J. M.; Quandt, R. E. (1971), *Microeconomic Theory: A Mathematical Approach*, 2. Aufl., London u.a.

Ho, T. S. Y. (1984), Intertemporal Commodity Futures Hedging and the Production Decision, *The Journal of Finance* 39(2), 351–376.

Ho, T. S. Y.; Saunders, A. (1981), The Determinants of Bank Interest Margins: Theory and Empirical Evidence, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 16(4), 581–600.

Ho, T. S. Y.; Saunders, A. (1983), Fixed Rate Loan Commitments, Take-Down Risk, and the Dynamics of Hedging with Futures, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 18(4), 499–516.

Holthausen, D. M. (1979), Hedging and the Competitive Firm under Price Uncertainty, *The American Economic Review* 69(5), 989–995.

Huang, C.-f.; Litzenberger, R. H. (1988), *Foundations for Financial Economics*, Englewood Cliffs, NJ.

Hull, J. C. (2003), *Options, Futures, and Other Derivatives*, 5. Aufl., Upper Saddle River, NJ.

Ingersoll, J. E. (1987), *Theory of Financial Decision Making*, Totowa, NJ.

Ishii, Y. (1977), On the Theory of the Competitive Firm under Price Uncertainty: Note, *The American Economic Review* 67(4), 768–769.

Jaenicke, J. (2001), Price and Hedging Policy: The Case of an Intertemporarily Risk Averse Bank, *Economics Letters* 71(3), 391–396.

Johanning, L.; Rudolph, B. (2000a), *Handbuch Risikomanagement*, Bd. 1, Bad Soden.

Johanning, L.; Rudolph, B. (2000b), *Handbuch Risikomanagement*, Bd. 2, Bad Soden.

Johnson, L. L. (1960), The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures, *The Review of Economic Studies* 27(3), 139–151.

Jorion, P. (1997), *Value at Risk*, London u.a.

JP Morgan (1995), *RiskMetrics*^{TM} – *Technical Document*, 3. Aufl., New York.

Kahane, Y. (1977), Capital Adequacy and the Regulation of Financial Intermediaries, *Journal of Banking & Finance* 1(2), 207–218.

Katz, E.; Paroush, J. (1979), The Effect of Forward Markets on Exporting Firms, *Economics Letters* 4(3), 271–274.

Kawai, M. (1981), The Behaviour of an Open-Economy Firm under Flexible Exchange Rates, *Economica* 48, 45–60.

Kawai, M.; Zilcha, I. (1986), International Trade with Forward-Futures Markets under Exchange Rate and Price Uncertainty, *Journal of International Economics* 20(1), 83–98.

Keynes, J. M. (1930), *A Treatise on Money, Volume II, The Applied Theory of Money*, London.

Kihlstrom, R. E.; Romer, D.; Williams, S. (1981), Risk Aversion with Random Initial Wealth, *Econometrica* 49(4), 911–920.

Kim, D.; Santomero, A. M. (1988), Risk in Banking and Capital Regulation, *The Journal of Finance* 43(5), 1218–1233.

Kimball, M. S. (1990), Precautionary Saving in the Small and in the Large, *Econometrica* 58(1), 53–73.

Kimball, M. S. (1993), Standard Risk Aversion, *Econometrica* 61(3), 589–611.

Klein, M. A. (1971), A Theory of the Banking Firm, *Journal of Money, Credit, and Banking* 3(2), 205–218.

Koehn, M.; Santomero, A. M. (1980), Regulation of Bank Capital and Portfolio Risk, *The Journal of Finance* 35(5), 1235–1244.

Kolb, R. W. (1992), Is Normal Backwardation Normal?, *The Journal of Futures Markets* 12(1), 75–91.

Koppenhaver, G. D. (1984), Selective Hedging of Bank Assets with Treasury Bill Futures Contracts, *The Journal of Financial Research* 7(2), 105–119.

Koppenhaver, G. D. (1985), Bank Funding Risks, Risk Aversion, and the Choice of Futures Hedging Instrument, *The Journal of Finance* 40(1), 241–255.

Koppenhaver, G. D. (1988), An Analysis of Bank Hedging in Futures Markets, in: *The Financial Services Industry in the Year 2000: Risk and Efficiency*, Proceedings of a Conference on Bank Structure and Competition, 244–260.

Kroll, Y.; Leshno, M.; Levy, H.; Spector, Y. (1995), Increasing Risk, Decreasing Absolute Risk Aversion and Diversification, *Journal of Mathematical Economics* 24(6), 537–556.

Kruschwitz, L. (1999), *Finanzierung und Investition*, 2. Aufl., München u.a.

Kürsten, W. (1993), The Asset Transformation Function of Financial Intermediaries, in: Flavell, R. (Hrsg.), *Modelling Reality and Personal Modelling*, Heidelberg, 189–205.

Kürsten, W. (1997), Hedgingmodelle, Unternehmensproduktion und antizipatorisch-simultanes Risikomanagement, in: Franke, G. (Hrsg.), *Bewertung und Einsatz von Finanzderivaten*, Düsseldorf, 127–154.

Kürsten, W. (1998), Bankrisiko, Fristentransformation und flexibles Futures-Hedging, in: Kischka, P.; Lorenz, H.-W.; Derigs, U.; Domschke, W.; Kleinschmidt, P.; Möhring, R. (Hrsg.), *Operations Research Proceedings 1997*, Berlin u.a., 394–401.

Lee, S. W. (2002), Insider Ownership and Risk–taking Behaviour at Bank Holding Companies, *Journal of Business Finance & Accounting* 29(7/8), 989–1005.

Leland, H. E. (1972), Theory of the Firm Facing Uncertain Demand, *The American Economic Review* 62(3), 278–291.

Leland, H. E. (1998), Agency Costs, Risk Management, and Capital Structure, *The Journal of Finance* 53(4), 1213–1243.

Leland, H. E.; Pyle, D. H. (1977), Informational Asymmetries, Financial Structure, and Financial Intermediation, *The Journal of Finance* 32(2), 371–387.

Lence, S. H. (1995), On the Optimal Hedge under Unbiased Futures Prices, *Economics Letters* 47(3), 385–388.

Leshno, M.; Levy, H.; Spector, Y. (1997), A Comment on Rothschild and Stiglitz's „Increasing Risk: I. A Definition“, *Journal of Economic Theory* 77(1), 223–228.

Lien, D.; Wang, Y. (2002), Risk Aversion, Disappointment Aversion, and Futures Hedging, *The Journal of Futures Markets* 22(2), 123–141.

Lien, D.; Wong, K. P. (2002), Delivery Risk and the Hedging Role of Options, *The Journal of Futures Markets* 22(4), 339–354.

Lindquist, K.-G. (2004), Banks' Buffer Capital: How Important is Risk, *Journal of International Money and Finance* 23(3), 493–513.

Linsmeier, T. J.; Pearson, N. D. (2000), Value at Risk, *Financial Analysts Journal* 56(2), 47–67.

Lintner, J. (1965), The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets, *The Review of Economics and Statistics* 47(1), 13–37.

Machina, M. J.; Pratt, J. W. (1997), Increasing Risk: Some Direct Constructions, *Journal of Risk and Uncertainty* 14(2), 103–127.

Mahul, O. (2002), Hedging in Futures and Options Markets with Basis Risk, *The Journal of Futures Markets* 22(1), 59–72.

Meese, R. A. (1990), Currency Fluctuations in the Post-Bretton Woods Era, *The Journal of Economic Perspectives* 4(1), 117–134.

Menzel, F. W. (1987), Risikomanagement mit Zinsterminkontrakten, in: Krümmel, H. J.; Rudolph, B. (Hrsg.), *Bankmanagement für neue Märkte*, Frankfurt a.M., 153–165.

Merton, R. C. (1995), Financial Innovation and the Management and Regulation of Financial Institutions, *Journal of Banking & Finance* 19(3–4), 461–481.

Meyer, J. (1987), Two-Moment Decision Models and Expected Utility Maximization, *The American Economic Review* 77(3), 421–430.

Meyer, J.; Robison, L. J. (1988), Hedging under Output Price Randomness, *American Journal of Agricultural Economics* 70(2), 268–272.

Miller, R. L.; VanHoose, D. D. (1993), *Modern Money and Banking*, 3. Aufl., London u.a.

Modigliani, F.; Miller, M. H. (1958), The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment, *The American Economic Review* 48(3), 261–297.

Monti, M. (1972), Deposit, Credit and Interest Rate Determination under Alternative Bank Objective Functions, in: Szegö, G. P.; Shell, K. (Hrsg.), *Mathematical Methods in Investment and Finance*, Amsterdam u.a., 430–454.

Morgan, G. E.; Shome, D. K.; Smith, S. D. (1988), Optimal Futures Positions for Large Banking Firms, *The Journal of Finance* 43(1), 175–195.

Morgan, G. E.; Smith, S. D. (1987), The Role of Capital Adequacy Regulation in the Hedging Decisions of Financial Intermediaries, *The Journal of Financial Research* 10(1), 33–46.

Moschini, G.; Lapan, H. E. (1995), The Hedging Role of Options and Futures under Joint Price, Basis, and Production Risk, *International Economic Review* 36(4), 1025–1049.

Mossin, J. (1966), Equilibrium in a Capital Asset Market, *Econometrica* 34(4), 768–783.

Mossin, J. (1968), Aspects of Rational Insurance Purchasing, *Journal of Political Economy* 76(4), 553–568.

Mossin, J. (1973), *Theory of Financial Markets*, Englewood Cliffs, NJ.

Müller, A. (1998), Comparing Risks with Unbounded Distributions, *Journal of Mathematical Economics* 30(2), 229–239.

Nachman, D. C. (1982), Preservation of „More Risk Averse“ under Expectations, *Journal of Economic Theory* 28, 361–368.

Pagano, M. S. (2001), How Theories of Financial Intermediation and Corporate Risk-Management Influence Bank Risk-Taking Behavior, *Financial Markets, Institutions & Instruments* 10(5), 277–323.

Parkin, M. J. (1970), Discount House Portfolio and Debt Selection, *The Review of Economic Studies* 37, 469–497.

Paroush, J.; Wolf, A. (1986), Production and Hedging Decisions in Futures and Forward Markets, *Economics Letters* 21(2), 139–143.

Paroush, J.; Wolf, A. (1989), Production and Hedging Decisions in the Presence of Basis Risk, *The Journal of Futures Markets* 9(6), 547–563.

Pausch, T.; Welzel, P. (2002), *Credit Risk and Capital Adequacy Regulation*, Forschungsbericht Nr. 224, Universität Augsburg.

Pratt, J. W. (1964), Risk Aversion in the Small and in the Large, *Econometrica* 32(1–2), 122–136.

Pritsch, G.; Hommel, U. (1997), Hedging im Sinne des Aktionärs, *Die Betriebswirtschaft* 57(5), 672–693.

Pyle, D. H. (1971), On the Theory of Financial Intermediation, *The Journal of Finance* 26(3), 737–747.

Raposo, C. C. (1999), Corporate Hedging: What Have We Learned So Far?, *Derivatives Quarterly* 5(3), 41–51.

Ross, S. A. (1981), Some Stronger Measures of Risk Aversion in the Small and the Large with Applications, *Econometrica* 49(3), 621–638.

Rothschild, M.; Stiglitz, J. E. (1970), Increasing Risk: I. A Definition, *Journal of Economic Theory* 2(3), 225–243.

Rothschild, M.; Stiglitz, J. E. (1971), Increasing Risk: II. Its Economic Consequences, *Journal of Economic Theory* 3(1), 66–84.

Rudolph, B. (1986), Innovationen zur Steuerung und Begrenzung bankbetrieblicher Risiken, in: Krümmel, H. J.; Rudolph, B. (Hrsg.), *Bankmanagement für neue Märkte*, Frankfurt a.M., 19–45.

Rudolph, B.; Johanning, L. (2000), Entwicklungslinien im Risikomanagement, in: Johanning, L.; Rudolph, B. (Hrsg.), *Handbuch Risikomanagement*, Bd. 1, Bad Soden, 15–52.

Sandmo, A. (1968), Portfolio Choice in a Theory of Saving, *The Swedish Journal of Economics* 70(2), 106–122.

Sandmo, A. (1971), On the Theory of the Competitive Firm under Price Uncertainty, *The American Economic Review* 61(1), 65–73.

Santomero, A. M. (1984), Modeling the Banking Firm, *Journal of Money, Credit, and Banking* 16(4), 576–616.

Santomero, A. M. (1995), Financial Risk Management: The Whys and Hows, *Financial Markets, Institutions & Instruments* 4(5), 1–14.

Saunders, A. (2000), *Financial Institutions Management*, 3. Aufl., London u.a.

Schneeweiß, H. (1967), *Entscheidungskriterien bei Risiko*, Berlin u.a.

Sealey, C. W. (1980), Deposit Rate-Setting, Risk Aversion, and the Theory of Depository Financial Intermediaries, *The Journal of Finance* 35(5), 1139–1154.

Sealey, C. W.; Lindley, J. T. (1977), Inputs, Outputs, and a Theory of Production and Cost at Depository Financial Institutions, *The Journal of Finance* 32(4), 1251–1266.

Shanker, L. (1996), Derivatives Usage and Interest Rate Risk of Large Banking Firms, *The Journal of Futures Markets* 16(4), 459–474.

Shapiro, A. C. (1982), Risk in International Banking, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 17(5), 727–739.

Sharpe, W. F. (1964), Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *The Journal of Finance* 19(3), 425–442.

Silberberg, E.; Suen, W. (2001), *The Structure of Economics – A Mathematical Analysis*, 3. Aufl., London u.a.

Sinkey, J. F. (2002), *Commercial Bank Financial Management in the Financial-Services Industry*, 6. Aufl., Upper Saddle River, NJ.

Smirlock, M. L. (1986), Hedging Bank Borrowing Costs with Financial Futures, *Business Review, Federal Reserve Bank of Philadelphia* 13–23.

Smith Jr., C. W.; Stulz, R. M. (1985), The Determinants of Firms' Hedging Policies, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 20(4), 391–405.

Snow, A. (2003), Substitution and Income Effects for Increases in Risk, *Economics Letters* 79(3), 313–317.

Sproule, R. A. (1987), The Owner-Managed Firm under Output-Price Uncertainty – A Model Based on a Synthesis of Sandmo (1971), Block and Heineke (1973), and Ishii (1977), *Zeitschrift für Nationalökonomie* 47(2), 125–141.

Stulz, R. M. (1984), Optimal Hedging Policies, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 19(2), 127–140.

Stulz, R. M. (1996), Rethinking Risk Management, *Journal of Applied Corporate Finance* 9(3), 8–24.

Stulz, R. M. (2003), *Risk Management & Derivatives*, 1. Aufl., Mason, Ohio.

Süchting, J.; Paul, S. (1998), *Bankmanagement*, 4. Aufl., Stuttgart.

Swank, J. (1996), Theories of the Banking Firm: A Review of the Literature, *Bulletin of Economic Research* 48(3), 173–207.

Sydsæter, K.; Strøm, A.; Berck, P. (1999), *Economists' Mathematical Manual*, 3. Aufl., Berlin u.a.

Tirole, J. (1988), *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge, Mass.

Turnbull, S. M. (1983), Additional Aspects of Rational Insurance Purchasing, *The Journal of Business* 56(2), 217–229.

Uhlir, H.; Aussenegg, W. (1996), Value-at-Risk (VaR) – Einführung und Methodenüberblick, *Bankarchiv* 44, 831–836.

Varian, H. R. (1992), *Microeconomic Analysis*, 3. Aufl., New York.

Viaene, J.-M.; Zilcha, I. (1998), The Behavior of Competitive Exporting Firms under Multiple Uncertainty, *International Economic Review* 39(3), 591–609.

Wahl, J.; Broll, U. (2000a), *Banking and the Advantage of Hedging*, Forschungsbericht Nr. 0003B, Universität Dortmund.

Wahl, J.; Broll, U. (2000b), Financial Hedging and Bank's Assets and Liabilities Management, in: Frenkel, M.; Hommel, U.; Rudolf, M. (Hrsg.), *Risk Management: Challenge and Opportunity*, Berlin u.a., 213–227.

Wahl, J.; Broll, U. (2001), Zur Vorteilhaftigkeit des Hedgings für Banken, *Kredit und Kapital* 34(4), 579–589.

Walter, W. (1990), *Analysis II*, Berlin u.a.

Warg, M.; Dachtler, C. (2000), Portefeuilleorientierte Eigenkapitalregulierung in Finanzkonglomeraten, *Journal für Betriebswirtschaft* 50(4–5), 200–211.

Wong, K. P. (1996), Background Risk and the Theory of the Competitive Firm under Uncertainty, *Bulletin of Economic Research* 48(3), 241–251.

Wong, K. P. (1997), On the Determinants of Bank Interest Margins under Credit and Interest Rate Risks, *Journal of Banking & Finance* 21(2), 251–271.

Wong, K. P. (2003), Currency Hedging with Options and Futures, *European Economic Review* 47(5), 833–839.

Working, H. (1953), Futures Trading and Hedging, *The American Economic Review* 43(3), 314–343.

Working, H. (1962), New Concepts Concerning Futures Markets and Prices, *The American Economic Review* 52(3), 431–459.

Wu, Y.; Zhang, H. (1997), Forward Premiums as Unbiased Predictors of Future Currency Depreciation: A Non-Parametric Analysis, *Journal of International Money and Finance* 16(4), 609–623.

Zarruk, E. R. (1989), Bank Spread with Uncertain Deposit Level and Risk Aversion, *Journal of Banking & Finance* 13(6), 797–810.

Zarruk, E. R.; Madura, J. (1992), Optimal Bank Interest Margin under Capital Regulation and Deposit Insurance, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 27(1), 143–149.

Zilcha, I.; Broll, U. (1992), Optimal Hedging by Firms with Multiple Sources of Risky Revenues, *Economics Letters* 39(4), 473–477.

Zilcha, I.; Broll, U.; Wahl, J. E. (1994), Indirect Hedging of Foreign Currency Exposure, in: Hipp, C. (Hrsg.), *Geld, Finanzwirtschaft, Banken und Versicherungen*, Karlsruhe, 449–458.

Zilcha, I.; Kawai, M. (1985), The Effects of Forward-Futures Markets on the Level of Export under Price and Exchange-Rate Uncertainty, in: Hipp, C. (Hrsg.), *Geld, Banken und Versicherungen*, Karlsruhe, 1111–1128.

Erklärung

Ich versichere, dass ich meine Dissertation

Risikogestaltung von Kreditinstituten mit Finanzderivaten

selbstständig verfasst und mich anderer als der angegebenen Hilfsmittel nicht bedient habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Dortmund, 13.04.2005