Die optimale Eigenmittelhaltung einer Bank

Von Hans Neukomm, Ressort Bankwirtschaft,
und Hans-Jürg Büttler, Ressort Volkswirtschaftliche Studien,
Schweizerische Nationalbank Zürich

Wenn man die Kapitalstruktur der Schweizer Banken betrachtet, fällt folgendes auf: Erstens gingen die Eigenmittelquoten der Banken in den letzten rund hundert Jahren massiv zurück. Zweitens verfügen die Banken heute über deutlich weniger Eigenkapital als andere Branchen. Drittens sind die Unterschiede zwischen den Kapitalstrukturen der verschiedenen Bankengruppen signifikant. Die Privatbanken haben die höchsten Eigenkapitalquoten, während die entsprechenden Anteile bei den Raiffeisenbanken am tiefsten sind. Damit drängt sich die Frage auf, wie sich die beobachteten Eigenmittelquoten erklären lassen.

Die Frage nach der optimalen Eigenmittelhaltung der Bank ist zunächst aus theoretischer Sicht von Interesse. Nach der bekannten These von Modigliani und Miller (1958) hat die Kapitalstruktur keinen Einfluss auf den Wert einer Unternehmung. Der Unternehmungswert wird durch die Aktiven bestimmt, und die Passiven bestimmen lediglich die Ansprüche an den Aktiven bzw. an den daraus erzielbaren Cash-flows. Falls diese These auch auf Banken zutreffen sollte, müssten die beobachteten Eigenmittelquoten über Ort und Zeit zufällig gestreut sein. Dies widerspricht jedoch der Beobachtung deutlich.

In der Praxis ist die Frage der optimalen Kapitalstruktur u.a. für den Gesetzgeber von Interesse. Eigenmittelvorschriften, die in der Regel mit dem Gläubiger- und Systemschutz begründet werden, bilden ein zentrales Element der Bankenregulierung. Falls die Irrelevanzthese von Modigliani und Miller zutrifft, müsste der Gesetzgeber keine Skrupel haben, den Banken hohe Eigenmittelquoten vorzuschreiben. Falls die Banken aber – entgegen der Irrelevanzthese – bestimmte Finanzierungsstrukturen bevorzugen, hat der Gesetzgeber in seinem Bemühen um den Gläubiger- oder den Systemschutz die Kosten einer gesetzlich verordneten Abweichung vom Finanzierungsoptimum zu berücksichtigen.

Dieser Aufsatz setzt sich zum Ziel, die privaten Anreize der Finanzierungsstruktur einer Bank besser zu verstehen. Der präsentierte Ansatz weicht insofern von der bestehenden Literatur ab, als die Finanzierungsseite der Bank explizit als Umsatzbasis verstanden wird. Insbesondere wird der Depositenvertrag als Basis zum Verkauf einer Liquiditätsversicherung interpretiert. Wenn die Passiven oder Teile derselben als Umsatzbasis einerseits Kosten, andererseits Erträge verursachen, hängt der Unternehmungswert nicht mehr nur von der Aktiv-, sondern auch von der Passivstruktur ab. Neben diesem produktionstechnischen Argument für eine Bestimmung des Finanzierungsoptimums der Bank, wird in diesem Aufsatz gezeigt, dass auch die spezielle Natur des Depositenvertrages mit seinen Rückzugsmöglichkeiten den Finanzierungsentscheid beeinflusst.

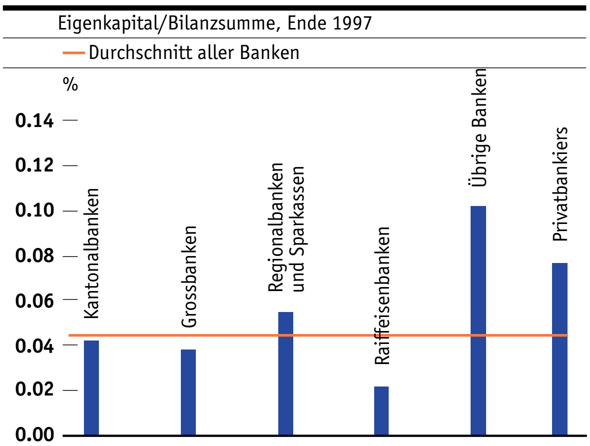
Im ersten Teil werden einige stilisierte Fakten präsentiert, welche die Eigenmittelquoten der Banken im Zeitablauf und im Vergleich mit anderen Branchen beschreiben. Im zweiten Teil wird die Idee der Bank als Versicherung gegen unerwartete Liquiditätsabflüsse eingeführt. Daraus wird im dritten Teil ein Modell zur Bestimmung der optimalen Eigenmittelquote hergeleitet. Im vierten Teil werden die Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse des Modells dargestellt. Der fünfte Teil enthält Schlussfolgerungen, die zeigen, wie das Modell zur Erklärung der stilisierten Fakten beitragen kann.

1 Stilisierte Fakten

Die Eigenkapitalquoten der verschiedenen Bankengruppen in der Schweiz sind in Abbildung 1.1 zusammengefasst. Daraus kann entnommen werden, dass die Quoten (Anteile des Eigenkapitals an der Bilanzsumme) teilweise deutlich voneinander abweichen. Privatbanken und die Gruppe der übrigen Banken halten höhere Eigenkapitalquoten als Grossbanken, Kantonalbanken oder Regionalbanken. Die kleinste Quote weisen die Raiffeisenbanken auf.

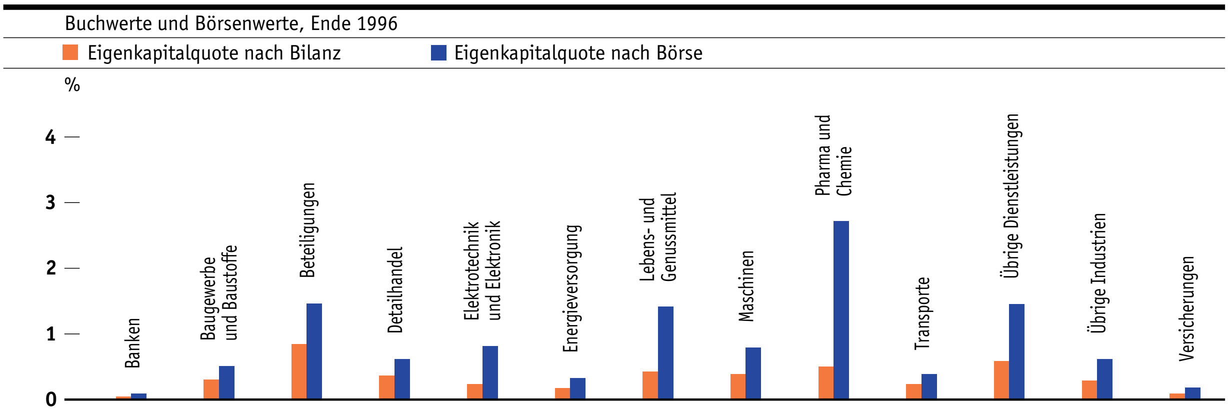
Abbildung 1.2 zeigt die Eigenkapitalquoten der Banken im Vergleich zu anderen Branchen der Schweizer Wirtschaft. Demnach verfügen die Banken

Grafik 1.1

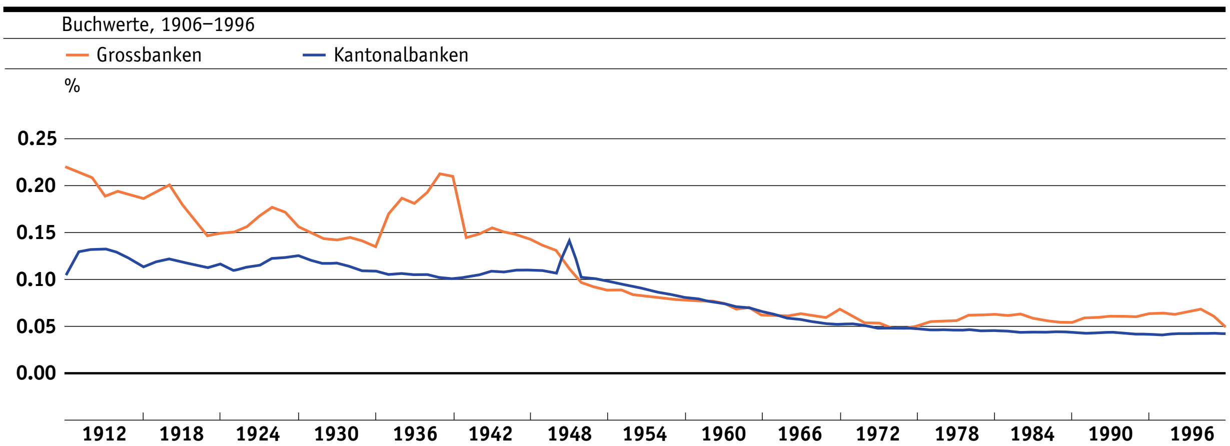


Grafik 1.1: Eigenkapitalquoten (= Eigenkapital/Bilanzsumme) verschiedener Bankengruppen Ende 1997, Buchwerte, Quelle: SNB

Grafik 1.2



Grafik 1.3



Grafik 1.2: Eigenkapitalquoten der Branchen (Buchwerte und Börsenwerte) Ende 1996, Quelle: SNB und Aktienführer Schweiz, UBS, 1996

Grafik 1.3: Eigenkapitalquoten der Gross- und Kantonalbanken 1906–1996, Buchwerte, Quelle: SNB über deutlich weniger Eigenkapital als andere Wirtschaftszweige. Dies gilt sowohl für die Buchwerte als auch für die (höheren) Börsenwerte. Ähnlich geringe Eigenkapitalquoten wie die Banken halten nur noch die Versicherungen.

Die Entwicklung der Eigenkapitalquoten im Zeitraum von 1906 bis 1996 wird in Abbildung 1.3 dargestellt. Gezeigt werden die Quoten für zwei Gruppen von Banken, die Gross- und die Kantonalbanken. In beiden Fällen bildeten sich die Anteile des Eigenkapitals an der Bilanzsumme im Laufe der Zeit deutlich zurück. Gehen wir noch weiter in die Vergangenheit zurück, so fällt der Rückgang noch eindrücklicher aus. In den ersten Jahren nach ihrer Gründung im 19. Jahrhundert hatten die Grossbanken noch mit Eigenkapitalquoten von 60–70% operiert. Ähnliches Eigenmittelverhalten legten auch Banken in anderen Ländern an den Tag. Kaufman (1991) weist z. B. für die USA nach, dass die Eigenmittelquote der Banken zwischen 1840 und 1990 von fast 60% auf unter 10% fiel.

Der wichtigste Schluss, der aus den drei Abbildungen gezogen werden kann, lautet, dass die beobachteten Eigenkapitalquoten über Ort und Zeit nicht zufällig gestreut sind. Dies widerspricht der Irrelevanzthese von Modigliani und Miller. Die klaren Unterschiede lassen vermuten, dass die Banken in bezug auf ihre Kapitalstruktur nicht indifferent sind.

2 Die Bank als Liquiditätsversicherung

Die Finanzierung einer Unternehmung wird in der Bilanz unter den Passiven ausgewiesen. Auf der Aktivseite stehen die Maschinen und Anlagen und damit die umsatzgenerierenden Produktionsfaktoren der Unternehmung. Die These von Modigliani und Miller, wonach der Wert einer Unternehmung nicht von der Finanzierunsstruktur abhängt, geht davon aus, dass die Erträge allein von den Aktiven erwirtschaftet werden.

Baltensperger und Milde (1987) haben indessen gezeigt, dass die Passiven im Falle einer Bank nicht reine Finanzierungsmittel sind, sondern ihrerseits eine Art Produktionsfaktor darstellen. Dabei ist vor allem an die Dienstleistungen zu denken, die mit dem Depositenvertrag verbunden sind. Die Bank wickelt den Zahlungsverkehr des Kunden ab und führt seine Konten nach. Diese Dienstleistungen verursachen Kosten (Löhne und Infrastruktur) und generieren Umsatz. Einer Bank kann es damit nicht gleichgültig sein, welche Finanzierungsstruktur sie aufweist.

Wir konzentrieren uns in diesem Aufsatz auf eine einzelne an den Depositenvertrag gebundene Dienstleistung der Bank, nämlich die Versicherung des Einlegers gegen Liquiditätsengpässe. Die Grundidee, die auf Diamond und Dybvig (1983) zurückgeht, ist einfach. Firmen und Haushalte haben unregelmässige und teilweise nicht vorhersehbare Einnahmen und Ausgaben. Daraus können Liquiditätsengpässe entstehen, deren Überbrückung kostspielig ist. Die Firmen und Haushalte haben damit einen Anreiz, entweder Bargeld oder Sichteinlagen bei einer Bank zu halten. Die Bankeinlage hat dabei gegenüber der Bargeldhaltung den Vorteil, dass sie einen höheren Ertrag abwirft.[1]

Wie erbringt die Bank diese Versicherungsleistung, und was sind die Konsequenzen für die Finanzierungs- und Produktionsstruktur der Bank? Betrachten wir vorerst eine gewöhnliche Versicherung. Eine Versicherung setzt risikoscheue Versicherungsnehmer voraus, welche den erwarteten Nutzen ihres riskanten Vermögens gleich hoch einschätzen wie den erwarteten Nutzen eines kleineren, dafür sicheren Vermögens (Sicherheitsäquivalent). Das höhere riskante Vermögen wird durch Schadensfälle bedroht. Die Differenz zwischen dem Erwartungswert des riskanten Vermögens und dem Sicherheitsäquivalent bietet der Versicherung ihre Existenzgrundlage. Für die erlangte Sicherheit bezahlt der Versicherungsnehmer eine Prämie. Die Erträge einer Versiche-

1 Die Höhe der Versicherungsleistung einer Bank ist im Prinzip nicht auf die Höhe einer Sichteinlage beschränkt, sondern kann auch allfällige automatische Überzugslimiten umfassen.

rung ergeben sich als Summe der Prämien und der Vermögenserträge aus den Reserven.

Eine Versicherung kann ihre Leistung vor allem deshalb effizient erbringen, weil sie durch die Zusammenfassung der Einzelrisiken einen Diversifikationseffekt erzielt (Gesetz der grossen Zahl). Um diesen Effekt tatsächlich zu realisieren, d. h. im Falle konkreter Schadensereignisse eine Auszahlung leisten zu können, muss sie die Prämien einkassieren und anlegen sowie die Schadensfälle bearbeiten. Dazu braucht sie reale Produktionsfaktoren (Personal, Gebäude, Infrastruktur usw.). Der Aufwand der Versicherung umfasst damit die Kosten der Produktionsfaktoren und die Kosten der Schadensereignisse.

Diese Darstellung einer Versicherung lässt sich mit einigen Modifikationen auf eine Bank übertragen. Auch der Output der Bank lässt sich als Sicherheitsäquivalent interpretieren. Die Bank versichert den Einleger gegen unvorhersehbare Liquiditätsengpässe bzw. die daraus entstehenden Kosten. Ohne diese Versicherung müsste der (potentielle) Einleger entweder seine langfristigen Anlagen rasch liquidieren, oder er müsste einen Kredit aufnehmen. Beides wäre mit Kosten verbunden. Die Kosten der unversicherten Zahlung (d. h. ohne Bankeinlage) sind im Vergleich zu typischen Versicherungsfällen zwar oft klein, doch treten Liquiditätsengpässe häufiger auf. Im Gegensatz zu einer Versicherung versichert die Bank zudem Schäden, die nicht oder nur zu sehr hohen Kosten verifizierbar sind. Eine klassische Versicherung, die dasselbe Bedürfnis abdecken wollte, könnte aufgrund des Agenturproblems nicht vollständig sein (siehe Haubrich und King, 1990). Weiter erhebt die Bank im Gegensatz zur Versicherung vom Einleger keine explizite Prämie. Stattdessen nimmt der Einleger einen Zinssatz in Kauf, der zwar über jenem der Bargeldhaltung, jedoch unter dem Ertrag einer vergleichbaren, weniger liquiden Anlage liegt. Wir werden in unserem Modell deshalb annehmen, dass der Zinssatz auf Depositen unter dem risikolosen Zinssatz liegt.

Der Depositenvertrag räumt dem Einleger die Möglichkeit ein, seine Einlage jederzeit abzuziehen. Daraus ergibt sich für die Bank die ständige Gefahr eines Schaltersturms. Die Einleger werden eine Bank indessen nicht ohne Grund stürmen, sondern nur, wenn sie die Solvenz der Bank (Verhältnis zwischen dem Wert der Aktiven und dem Nominalwert der Schuld) bzw. die Rückzahlung ihres Guthabens anzweifeln. Wenn die Marktteilnehmer wissen, dass die Bank solvent ist, wird sich die Bank auf den heutigen hochentwickelten und liquiden Finanzmärkten ohne grosse Schwierigkeiten refinanzieren können. Wenn die Marktteilnehmer hingegen über die Solvenz der Bank unvollständig informiert sind, werden sie Illiquidität (zu wenig Kassamittel, um fällige Verpflichtungen zu begleichen) als Indikator der Insolvenz nehmen. Damit sind die finanziellen Zustände solvent/insolvent bzw. liquid/illiquid miteinander verknüpft, und die Wahrscheinlichkeit finanzieller Probleme hängt sowohl von der Aktiv- als auch von der Passivstruktur ab (vgl. Neukomm, 1992).

Da finanzielle Probleme mit Kosten verbunden sind, wird die Bank die Wahrscheinlichkeit solcher Probleme zu begrenzen versuchen, indem sie ausreichend liquide Mittel und genügend Eigenkapital hält. Sie wird ausserdem bemüht sein, unter Berücksichtigung der Marktertragsraten und der Produktionskosten, möglichst viele Depositen und Kredite zu verkaufen. Aus diesem Trade-off zwischen erwarteten Kosten finanzieller Probleme und Erträgen aus den Bankgeschäften ergibt sich eine optimale Aktiven- und Passivenstruktur.

3 Die Bestimmung der optimalen Eigenmittelquote

Als Grundlage zur Bestimmung der optimalen Eigenmittelquote verwenden wir das Modell von Neukomm (1998). Ein ähnliches Modell wurde von Büttler (1996) vorgestellt. Im folgenden ist die Darstellung des Modells möglichst einfach gehalten. Eine vollständige mathematische Formulierung kann dem Anhang entnommen werden (oder den beiden erwähnten Papieren).

3.1 Eine vereinfachte Bankbilanz

Es wird angenommen, dass die modellierte Bank in einem Wettbewerbsmarkt ohne Zentralbank tätig ist. Sie verfügt nur über zwei Arten von Aktiven, nämlich liquide Mittel (C) und Kredite (K). Die Passiven bestehen aus Depositen (D) und Eigenkapital (E). Da nur die Struktur der Bilanz und nicht das Wachstum interessiert, wird die Bilanzsumme auf eins normiert. Die Bilanzgleichung lautet somit: $C + K = D + E = 1$. Zu Beginn der Betrachtung (zu Beginn der Modellperiode) wählt die Bank eine Struktur der Aktiven und der Passiven. Sie führt anschliessend die Geschäfte während einer Modellperiode.

Die Wahl von C, K, D und E erfolgt unter Berücksichtigung folgender Faktoren:

1. Die Kredite und Depositen unterliegen Zufallsschwankungen, sind also stochastisch. Die Kredite ändern aufgrund der Marktverhältnisse ihren Wert und wirken sich auf die Solvenz, d. h. auf das Verhältnis zwischen Aktiven ($C + K$) und Depositen (D) aus. Die Depositen können aufgrund der für die Bank weder vorhersehbaren noch steuerbaren Liquiditätsbedürfnisse der Einleger zu- und abfliessen. Diese Bewegungen verändern die Liquidität der Bank, d. h. das Verhältnis zwischen liquiden Mitteln und fälligen Verbindlichkeiten.

2. Die Kredite werfen einen Ertrag von r_k ab. Der Zinssatz auf Depositen beträgt r_d. Beide Raten sind exogen gegeben, da angenommen wird, dass die Bank vernachlässigbar klein ist und in einem Wettbewerbsmarkt als reine Mengenanpasserin operiert.

3. Kredite, Depositen und liquide Mittel verursachen der Bank reale Faktorkosten $\varphi\,(K, D, C)$. Dabei wird angenommen, dass die Grenzkosten der Produktion (bei gegebenem Niveau) einer Einheit Kredite höher sind als einer Einheit Depositen. Diese wiederum sind höher als die Grenzkosten einer Einheit liquider Mittel. Weitere Angaben zur Produktionsfunktion können dem Anhang A.1 entnommen werden.

Die Wertveränderungen der Kredite, die Cashflows infolge von Zinszahlungen, die Faktorkosten und die Depositenbewegungen verändern über die Zeit die Liquidität und die Solvenz der Bank. Am Ende der unterstellten Modellperiode lässt sich eine Erfolgsrechnung aufstellen und eine neue Bilanz formulieren. Tabelle 3.1 fasst die Ergebnisse zusammen, wobei π den Gewinn bezeichnet (Endwerte sind mit einem Stern [*] angegeben):

Der Endwert des Eigenkapitals ergibt sich aus der Bilanzgleichung:

$$E^* = C^* + K^* - D^* = K^* - K_x, \qquad (3\text{–}1)$$

wobei $K_x \equiv (1 + r_d)\,D + \varphi\,(K, D, C) - r_k\,K - C.$

Dabei bezeichnet K_x das für die Solvenz der Bank kritische Niveau der Kredite. Die Bank ist nur dann solvent, wenn die Kredite mindestens K_x betragen. Solvenz impliziert also, dass E^* positiv ist bzw. dass der Wert der Aktiven den Wert der Depositen übersteigt.

3.2 Die Entscheidung der Einleger

Bis hierher wurde angenommen, dass die Einleger ihre Ein- und Auszahlungen bei der Bank nur aufgrund ihrer persönlichen Liquiditätsplanung tätigen (stochastische Depositen). Tatsächlich werden die Einleger ihr Geld jedoch auch dann zurückziehen, wenn sie die Zahlungsfähigeit der Bank anzweifeln. Man kann sich vorstellen, dass die Einleger die Solvenz am Ende der Modellperiode aufgrund der aktuellen Bilanz (siehe Tabelle 3.1) beurteilen und dann entscheiden, ob sie ihre Einlage stehen lassen oder zurückziehen. Dabei wird angenommen, dass sich Rückzüge von Depositen zu diesem Zeitpunkt ausschliesslich auf die Höhe der liquiden Mittel auswirken.

Ob die Bank liquid oder illiquid ist, entscheidet sich in unserem Modell also erst, nachdem die Einleger die Solvenz der Bank beurteilt und entsprechend reagiert haben. Der endgültige Betrag an Einlagen (D^*) ist ein Bruchteil ($0 \leqq \hbar[K^*] \leqq 1$) des Zwischenwertes an Einlagen, der erreicht worden ist, bevor die Einleger reagiert haben. Der Zwischenstand

Buchhaltung der Bank Tabelle 3.1

Bilanz		**Erfolgsrechnung**	
Aktiven	Passiven	Aufwand	Ertrag
$C^* = C + r_k K - r_d D$	$D^* = D + \Delta D$	$r_d D$	$r_k K$
$- \varphi(K, D, C) + \Delta D$		$\varphi(K, D, C)$	ΔK
$K^* = K + \Delta K$	$E^* = E + \Delta E$	π	
$C^* + K^*$	$D^* + E^*$	$r_d D + \varphi(K, D, C) + \pi$	$r_k K + \Delta K$

an Depositen wird mit $\hat{D}$ bezeichnet. Es ist sinnvoll anzunehmen, dass die Einleger kaum in der Lage sind, die Solvenz einer Bank exakt zu beobachten. Die Informationsausstattung der Einleger über die Solvenz sei α ($0 \leqq \alpha \leqq 1$).

Der Normalfall ($0 < \alpha < 1$), in dem der Einleger unvollkommen informiert ist, wird in der Abbildung 3.1 durch die S-förmige Kurve dargestellt. Wenn die Einleger über die Solvenz der Bank perfekt informiert sind, gilt $\alpha = 1$. In diesem Fall entspricht das Endniveau der Einlagen dem Zwischenniveau, sofern die Kredite über dem kritischen Wert (K_x) liegen, die Bank also solvent ist und die Einleger ihr Geld folglich auf der Bank belassen. Wenn die Kredite tiefer als der kritische Wert sind, ziehen alle Einleger ihr Geld zurück und der Depositenbestand sinkt auf null. Wenn die Kredite gerade den kritischen Wert erreichen, zieht die Hälfte der Einleger (die Pessimisten) ihr Geld zurück, während die andere Hälfte (die Optimisten) es stehen lässt.

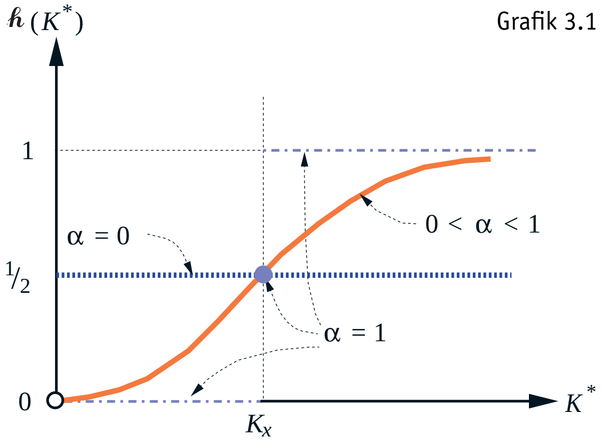
Im anderen Extremfall verfügen die Einleger über gar keine Informationen zur Solvenz der Bank, so dass $\alpha = 0$ gilt. Dieser Fall wird von der horizontalen, unterbrochenen Linie dargestellt. In diesem Fall werden die Optimisten unabhängig vom Endwert der Kredite ihre Einlagen stehen lassen, während die Pessimisten – ebenfalls unabhängig von der Solvenzbeurteilung – ihre Einlagen zurückziehen. Die Höhe der Einlagen am Ende der Periode erreicht damit in jedem Fall den Wert von 0,5 $\hat{D}$.

Auszahlungen in den 4 Zuständen

Tabelle 3.2

	solvent und ...		**insolvent und ...**	
	... liquid ($s = 1$)	... illiquid ($s = 2$)	... liquid ($s = 3$)	... illiquid ($s = 4$)
$[A_s]_{\alpha=1}$	$E^* + V_v$	$E^* - S$	0	0
$[A_s]_{\alpha=0}$	$E^* + V_v$	0	$r_k K - r_d D - \varphi(K, D, C)$	0
A_s	$E^* + V_v$	$\alpha(E^* - S)$	$(1-\alpha)\,[r_k K - r_d D - \varphi(K, D, C)]$	0

Grafik 3.1



Grafik 3.1: Reaktionsfunktion der Einlagen

3.3 Die Entscheidung der Eigentümer

Im Anschluss an den Entscheid der Einleger befindet sich die Bank in einem von vier möglichen Zuständen (s = 1, ..., 4), die sich aus Kombinationen von Solvenz/Insolvenz und Liquidität/Illiquidität ergeben. Die Bank ist solvent, falls der Wert der Aktiven den Nominalwert der Schuld, d. h. der Depositen übersteigt und insolvent im umgekehrten Fall. Sie ist liquid, falls die Kassamittel ausreichen, fällige Verbindlichkeiten zu begleichen und illiquid im umgekehrten Fall. Die möglichen Fälle sind damit: solvent und liquid (s = 1), solvent und illiquid (s = 2), insolvent und liquid (s = 3), und insolvent und illiquid (s = 4). In jedem dieser vier Zustände haben die Eigentümer eine andere Auszahlung (A_s) zu erwarten. Die effektive Auszahlung A_s, welche die Eigentümer der Bank am Ende der Periode erhalten, wird als eine Linearkombination der Auszahlungen angenommen, die sich ergeben, wenn die Einleger vollständig bzw. gar nicht informiert sind:

$$A_s = \alpha\,[A_s]_{\alpha=1} + (1-\alpha)[A_s]_{\alpha=0},\ s = 1, \ldots, 4. \tag{3–2}$$

Die Tabelle 3.2 fasst die Ergebnisse zusammen.

Wenn die Bank am Periodenende solvent und liquid ist (s = 1), dann ist die Auszahlung gleich der Höhe des Eigenkapitals E^* plus eine exogene Vertrauensprämie V_v. Die Auszahlung hängt in diesem Fall nicht davon ab, wie gut die Einleger informiert sind. Die Annahme einer exogenen Prämie ist insofern gerechtfertigt, als die Bank in einem Einperiodenmodell nichts davon hat, dass sie eine weitere Periode im Geschäft bleibt.

Wenn die Bank illiquid und solvent ist (s = 2), spielt der Informationsstand der Einleger eine Rolle. Die Bank kann zwar ihre Liquidität am Interbankmarkt wiederherstellen, falls die Einleger wissen, dass ihre Bank noch solvent ist. Allerdings wird angenommen, dass die Bank fixe Strafkosten S (z. B. in Form eines über den Marktsätzen liegenden Lombardsatzes) bezahlen muss, wenn sie ihren Liquiditätsbedarf unterschätzt hat und ihre Kassamittel sehr rasch aufstocken muss; dann beträgt die effektive Auszahlung $[A_2]_{\alpha=1} = E^* - S$. Wenn die Einleger indessen nicht wissen, dass die Bank solvent ist, werden sie aus dem Signal der Illiquidität auf Insolvenz schliessen und die Bank stürmen. In diesem Fall hängt die Auszahlung vom Wert der liquidierten Kredite K^*_ℓ ab. Wir nehmen an, dass der Weiterführungswert der Kredite wesentlich grösser ist als deren Liquidationswert. Diese Annahme kann damit begründet werden, dass die rasche Liquidation von Aktiven oft mit grossen Wertverlusten verbunden ist. Daher ist $K^*_\ell \leqq D^*$ oder $[A_2]_{\alpha=0} = 0$.

Wenn die Bank insolvent ist (s = 3, s = 4), beträgt die Auszahlung in der Regel null. Es ist indessen vorstellbar, dass die Manager bzw. die Eigentümer aufgrund der Unwissenheit der Einleger die Möglichkeit haben, diese zu schädigen, indem sie trotz Insolvenz noch Dividenden auszahlen, solange die *Cash-flows* dazu ausreichen, d. h. solange die Bank noch liquid ist (s = 3). In diesem Fall beträgt die Auszahlung $[A_3]_{\alpha=0} = r_k K - r_d D - \varphi(K, D, C)$. Gemäss der Reaktionsfunktion $\boldsymbol{h}(\cdot)$ ist die Wahrscheinlichkeit des Zustandes s = 3 indessen sehr klein, wenn die Einleger gut informiert sind.

Unter Berücksichtigung der erzielbaren Auszahlungen maximieren die Eigentümer die Rendite des Eigenkapitals, indem sie am Periodenanfang die Bilanzstruktur, d. h. C und E (und damit K und D als Residuen) festlegen. Wir bezeichnen den Erwartungsoperator mit $\mathscr{E}$ und schreiben die Zielfunktion der Eigentümer als

$$\max_{\{C,\, K,\, D,\, E\}} \mathscr{E}\left\{\frac{A}{E} - 1\right\} = \frac{\mathscr{E}\left\{\sum_{s=1}^{4} A_s(K^*)\right\}}{E} - 1 \tag{3–3}$$

wobei:

(1) $C, K, D, E \geqq 0$,

(2) $C + K = D + E = 1$,

(3) $K_x \geqq 0$,

(4) $E^* \geqq S$ für $s = 2$,

(5) $r_k K - r_d D - \varphi(K, D, C) \geqq 0$ für $s = 3$,

(6) $r_e \geqq r_0 + \beta_a(r_m - r_0) + \left(r_0 + \beta_a(r_m - r_0) - \mathscr{E}(r_d)\right)\frac{D}{E}$

Die ersten vier Nebenbedingungen sind leicht verständlich. Alle vier Bilanzpositionen müssen positiv sein (Nebenbedingung 1), und sowohl die Aktivals auch die Passivseite der Bilanz muss in der Summe eins ergeben (Nebenbedingung 2). Die kritische Kredithöhe K_x muss ebenfalls positiv sein (Nebenbedingung 3).[2] Die vierte Nebenbedingung ergibt sich aufgrund der limitierten Haftung der Eigentümer. Wenn die Bank solvent und illiquid ist (s = 2), dürfen die Strafkosten das Eigenkapital nicht übersteigen.

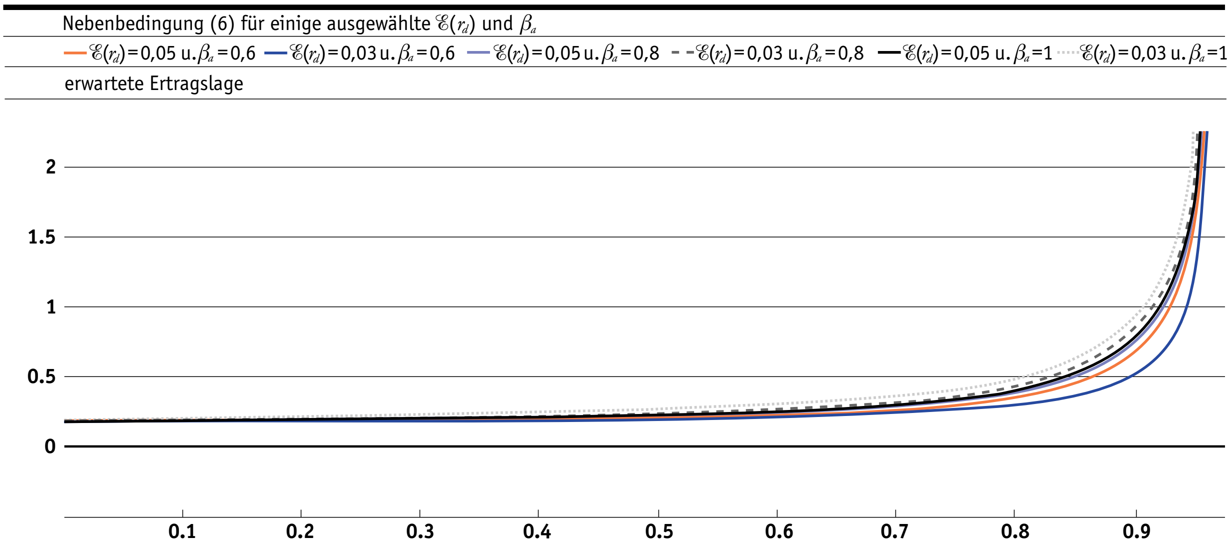
Die fünfte Nebenbedingung sagt, dass die *Cash-flows*, welche sich die Eigentümer möglicherweise im insolvent-liquiden Zustand (s = 3) auszahlen, positiv sein müssen. Aufgrund der limitierten Haftung des Aktienkapitals kann von den Aktionären nicht verlangt werden, dass sie weitere Mittel einschiessen.

2 Wie aus der Definition (3–1) ersichtlich ist, könnte K_x zwar durchaus auch negative Werte annehmen, z. B. im Falle hoher Kassenhaltung und/oder einer geringen Verschuldung. Eine solche Konstellation würde bedeuten, dass die Bank aufgrund ihrer gewählten Bilanzstruktur derart weit von der Insolvenz bzw. von der Illiquidität entfernt ist, dass sich die Kredite von einem Guthaben in eine Schuld verwandeln müssten, um zu finanziellen Problemen zu führen. Dies macht erstens ökonomisch keinen Sinn und würde auch in den nachfolgenden Simulationen wegen negativer Integrationsgrenzen zu Problemen führen. In allen Fällen, in denen K_x rein rechnerisch negativ würde, genügt es zu sagen, dass K_x null ist. Dies impliziert, dass selbst im schlimmsten Fall, wo die Kredite auf null abgeschrieben werden müssen, die Bank noch nicht gefährdet ist.

Die sechste Nebenbedingung verlangt, dass die Aktien der Bank wenigstens die in einem *CAPM*-Gleichgewicht erwartete Ertragsrate erzielen, wobei r_0 den risikolosen Zinssatz und $\mathcal{E}(r_m) \equiv r_m$ die erwartete Ertragsrate des Marktportfolios bezeichnen. Nähere Einzelheiten zur Herleitung dieser Nebenbedingung können dem Anhang A.4 entnommen werden. In bezug auf die Parameterwahl lässt die sechste Nebenbedingung einige Freiheit. Für die erwartete Marktertragsrate $\mathcal{E}(r_m) \equiv r_m$ wurde 0,1 und für den risikolosen Zinssatz r_0 = 0,05 fest gewählt. Je nach Wahl der anderen beiden Parameter – das Beta der Aktiven (β_a) und die vom Markt erwartete Ertragsrate auf Depositen ($\mathcal{E}(r_d)$) – wird der Verlauf der Nebenbedingung für grosse β_a und für kleine $\mathcal{E}(r_d)$ steiler bzw. für kleine β_a und für grosse $\mathcal{E}(r_d)$ flacher. In der Abbildung 3.2 ist eine Schar möglicher Nebenbedingungen für verschiedene Kombinationen von Depositenzins und Aktivenbeta aufgezeichnet.

Die unterste (blaue) Kurve ist die Nebenbedingung, die in den folgenden Simulationen im Grundszenario gewählt wurde. Das Aktivenbeta β_a beträgt 0,6 und ergibt sich im *CAPM* residual unter der Annahme einer Marktertragsrate r_m = 0,1, eines risikolosen Zinssatzes r_0 = 0,05 und eines Bankkreditzinssatzes r_k = 0,08. Die vom Markt erwartete Ertragsrate auf Bankeinlagen $\mathcal{E}(r_d)$ muss grösser sein als der von der Bank bezahlte Zinssatz r_d, der im Grundszenario 0,02 beträgt, weil die Bank neben dem Zins auch implizite Dienstleistungen, insbesondere die Liquiditätsversicherung erbringt. So wurde ein $\mathcal{E}(r_d)$ von 0,05 gewählt, was dem risikolosen Zinssatz entspricht.

Grafik 3.2



Grafik 3.2: Geforderte Marktrendite im *CAPM*-Gleichgewicht: Nebenbedingung (6) für einige ausgewählte $\mathcal{E}(r_d)$ und β_a

4 Die Ergebnisse der Simulationen

4.1 Verhalten des Modells im Grundszenario

Das Modell setzt sich aus den Gleichungen 3–4 (Zielfunktion mit Nebenbedingungen) sowie den im Anhang dargestellten Funktionen A–1 (Kostenfunktion), A–2 (Dichtefunktion) und A–3 (Reaktionsfunktion) zusammen. Da die Darstellung der komparativen Statik mit Hilfe der Analysis wegen Doppelintegralen grosse Probleme bereitet, wird zur Wirkungsabschätzung der Parameter die Methode der Simulation gewählt. Tabelle 4.1 fasst die im Grundszenario unterstellten Werte der Parameter zusammen. Die Notation kann dem Anhang B entnommen werden.

Im vorliegenden Modell spielt der Zustand (s = 1, ..., 4), in dem sich die Bank befindet, eine zentrale Rolle. Deshalb soll zunächst die Wahrscheinlichkeit, in einem bestimmten Zustand zu enden, in Abhängigkeit vom Verschuldungsgrad dargestellt werden. Abbildung 4.1 zeigt die entsprechenden Wahrscheinlichkeiten unter der Annahme gut informierter Einleger (α = 0,99 aus Tabelle 5.1). Die ausgezogene Kurve stellt den solvent-liquiden Fall dar (s = 1). Mit dem unterstellten hohen Bestand an liquiden Mitteln (C = 0,3) ist bis zu einem relativ hohen Verschuldungsgrad keine Illiquidität zu erwarten. Erst ab einer Verschuldung von rund 0,6 sinkt die Wahrscheinlichkeit von s = 1. Zunächst steigt die Gefahr der Illiquidität (s = 2), dann auch die der Insolvenz (s = 4). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Bank gleichzeitig insolvent und liquid ist (s = 3) liegt nahe bei null. Die Eigentümer können sich im Grundszenario also kaum freien *Cash-flow* aneignen.

Die Abbildung 4.2 zeigt den Verlauf der erwarteten Auszahlung gemäss Zielfunktion (Endperiodenwert des Eigenkapitals), die resultierende Eigenkapitalrendite (erwartete Auszahlung dividiert durch das eingesetzte Eigenkapital), die geforderte Marktrendite (Nebenbedingung 6) und die Renditedifferenz zwischen Markt- und Eigenkapitalrendite (Extrarendite) in Abhängigkeit vom Verschuldungsgrad. Das von den Eigentümern erwartete Endvermögen fällt mit steigendem Verschuldungsgrad. Die darauf basierende erwartete Rendite des Eigenkapitals weist bei rund 0,8 ein lokales Maximum auf, fällt dann fast auf null und steigt ab einem Verschuldungsgrad von gut 0,9 wieder an. Die Differenz zwischen der zu erwartenden Eigenkapitalrendite und der vom Markt geforderten Rendite, die Extrarendite, ist nicht für jeden beliebigen Verschuldungsgrad positiv.

Solvenz und Liquidität sind aufgrund der speziellen Natur des Depositenvertrages miteinander verbunden. Im Modell geschieht dies über die Reaktionsfunktion. Damit resultiert aus der Optimierung der Kapitalstruktur auch gleichzeitig die optimale Liquiditätshaltung. Abbildung 4.3 zeigt die Extrarendite in Abhängigkeit von den Krediten K und den Depositen D. Das abgebildete Gebirge verläuft über weite Gebiete ziemlich flach, und die Extrarendite liegt in der Nähe von null (d. h. die Bank befindet sich in der Nähe des Marktgleichgewichtes). Offensichtlich bringen nur extrem hohe Verschuldungsgrade deutliche Abweichungen. Die maximale positive Extrarenditehohe wird bei einer hohen Verschuldung und einer Liquiditätshaltung von rund 0,5 erreicht. Demgegenüber fährt die Bank mit hohen Verschuldungsgraden, gepaart mit sehr hoher Liquiditäts- oder aber sehr hoher Kredithaltung, am schlechtesten. Im ersten Fall generiert sie keine *Cash-flows*, im zweiten Fall ist die Illiquiditätsgefahr extrem gross. Weiter fällt auf, dass die Bank entlang einer diagonalen Krete lokale Maxima aufweist.

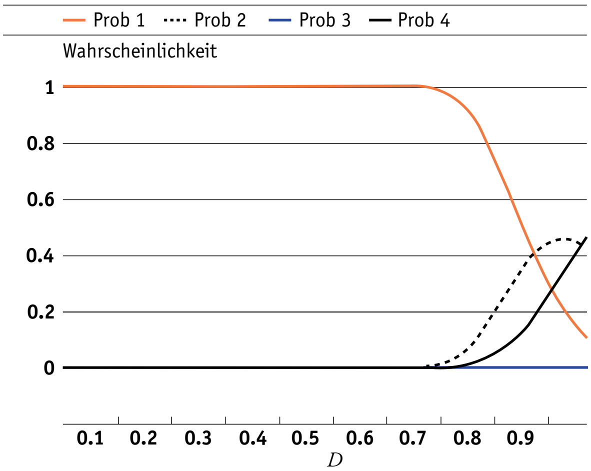
Die Rand- oder Ecklösungen, die sich bei einem hohen Verschuldungsgrad und einer Liquiditätshaltung von rund 0,5 einstellen, bedürfen einer Erklärung. Die hohen Renditen, die sich mit einer Verschuldung nahe bei eins realisieren lassen, ergeben sich aus einer *hit and run* Strategie.[3] Mit dieser riskanten Strategie tritt der gute Fall (s = 1) zwar selten ein, dafür aber mit einer extrem hohen Rendite auf dem eingesetzten Kapital. In den schlechten Fällen (s = 2, 3, 4) können die Eigentümer nicht mehr als das eingesetzte Kapital verlieren. Dass die erwartete Eigenkapitalrendite der Bank durch Inkaufnahme eines grossen Risikos über der erwarteten Marktertragsrate liegt, liegt auch daran, dass die Depositenertragsrate $\mathcal{E}(r_d)$ als konstant angenommen wird. Interessanter und mit der Annahme konstanter Depositenraten verträglicher sind deshalb die lokalen Maxima, die im sicheren, d. h. im vertrauensbildenden Bereich liegen. Dieser Bereich zeichnet sich durch ausreichende Liquidität und Solvenz aus, wo keine finanziellen Probleme auftreten können.

3 Eine *hit and run-Strategie* zeichnet sich im Gegensatz zu einer vertrauensbildenden Strategie dadurch aus, dass möglichst rasch viele Einlagen gesammelt und diese riskant eingesetzt (und allenfalls verloren) werden. Sogenannte *boiler rooms* und Schneeballsysteme wie der *European Kings Club* verfolgen eine derartige Strategie.

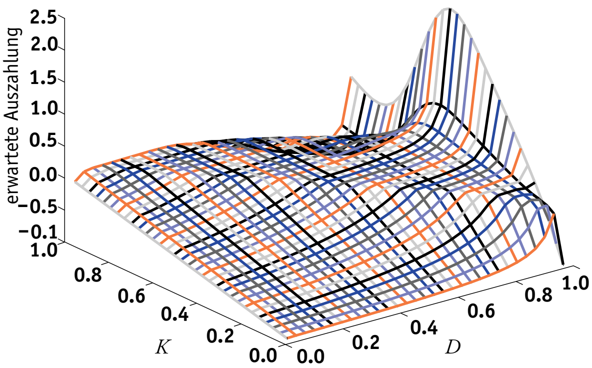
Parameter des Grundszenarios Tabelle 4.1

r_k = 0,08	r_d = 0,02	r_0 = 0,05	r_m = 0,1
μ_d = 0	μ_k = 0	σ_d = 0,1	σ_k = 0,2
ϱ = 0,01	α = 0,99	K = 0,7	C = 0,3
V = 0,3r_k	β_a = 0,6	$\mathcal{E}(r_d)$ = 0,05	S = 0,2

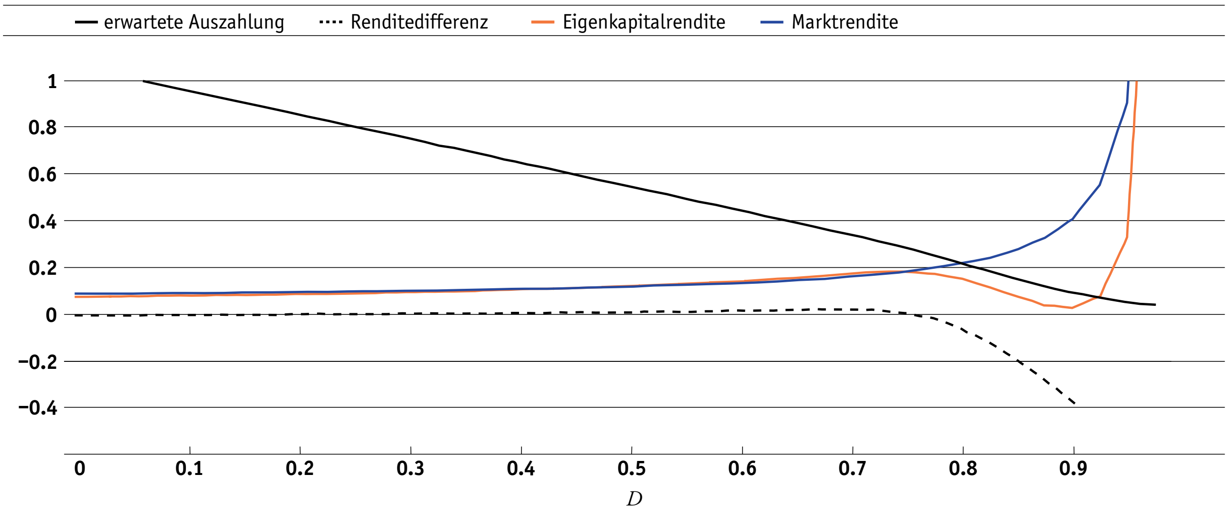
Grafik 4.1



Grafik 4.3



Grafik 4.2



Grafik 4.1: Zustandswahrscheinlichkeiten im Grundszenario mit α = 0,99
Grafik 4.2: Erwartetes Endvermögen und Renditen im Grundszenario
Grafik 4.3: Erwartete Rendite in Abhängigkeit von K und D

Es stellt sich damit die Frage, in welchen Bereichen die Bank eine Rendite erzielt, die mindestens der Marktrendite entspricht. Alle D-K-Kombinationen, welche eine Extrarendite von mindestens null liefern, werden als zulässiger Bereich bezeichnet. In der Abbildung 4.4 ist dieser zulässige Bereich für das Grundszenario aufgezeichnet. Daraus geht hervor, dass sich der zulässige Bereich in zwei unabhängige Teilbereiche, nämlich den sicheren und den riskanten Bereich aufspaltet.

4.2 Änderung der Parameter

Im folgenden werden die Parameter in Abweichung vom Grundszenario verändert. Anhand der Konturgrafiken ist die Wirkung dieser Veränderungen auf die optimale Verschuldung und die Liquiditätshaltung ersichtlich.

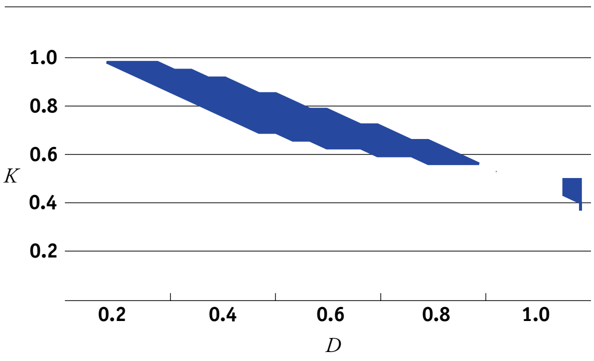
Der Informationsparameter α

Wenn die Einleger über verhältnismässig wenig Information zur Solvenz der Bank verfügen (α = 0,5), ist das erwartete Endvermögen tiefer und der optimale Verschuldungsgrad niedriger als bei vollständiger Information. Der Grund dafür lässt sich mit Hilfe von Abbildung 4.6 illustrieren. Bei einem tiefen Informationsstand beginnt die Wahrscheinlichkeit finanzieller Probleme bereits bei einem vergleichsweise niedrigen Verschuldungsgrad zu steigen. Schlecht informierte Einleger ziehen Einlagen zurück, obwohl die Solvenz noch intakt ist und erhöhen dadurch die Wahrscheinlichkeit der Illiquidität (s = 2). Die Wahrscheinlichkeit, im insolvent-liquiden Zustand (s = 3) freie *Cash-flows* ausnützen zu können, steigt zwar mit der Unwissenheit der Einleger, doch nur bei extrem hohen, vom Optimum weit entfernten liquiden Mitteln. Ein solcher Fall mit $C = K$ = 0,5 ist in Abbildung 4.7 dargestellt.

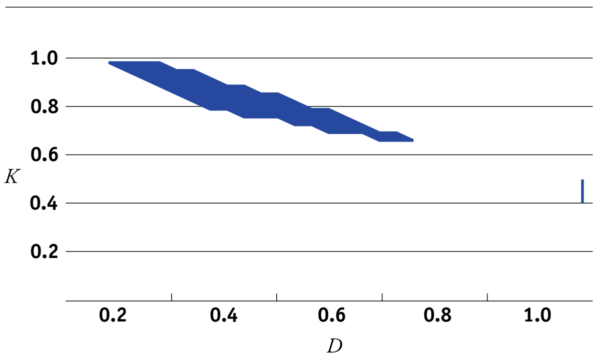
Die Parameter βa und $\mathcal{E}(r_d)$ in der Nebenbedingung (6)

Wie die Abbildung 3.2 erahnen lässt, ist die Wahl der beiden frei zu wählenden Marktparameter in der Nebenbedingung (6), nämlich β_a (Aktivenbeta) und $\mathcal{E}(r_d)$ (Depositenertragsrate) kritisch. Es ergeben sich nicht für alle Parameterwerte Lösungen: Wenn $\mathcal{E}(r_d)$ kleiner als 0,2 oder β_a grösser als 0,8 gewählt wird, existiert im Basisszenario keine Lösung mehr. Die Abbildungen 4.8 bis 4.11 zeigen die zulässigen Bereiche für eine Auswahl verschiedener Werte von β_a und $\mathcal{E}(r_d)$.

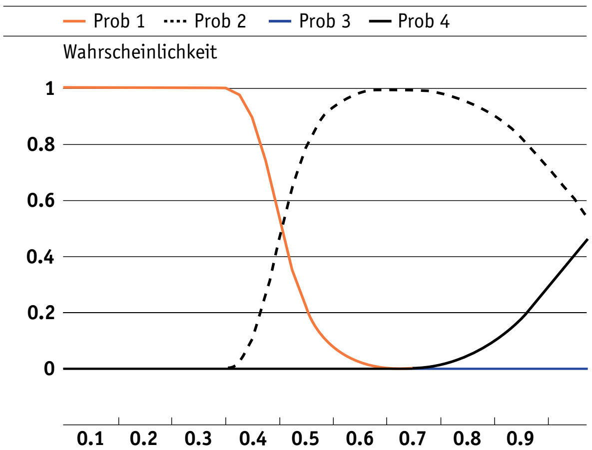
Grafik 4.4



Grafik 4.5

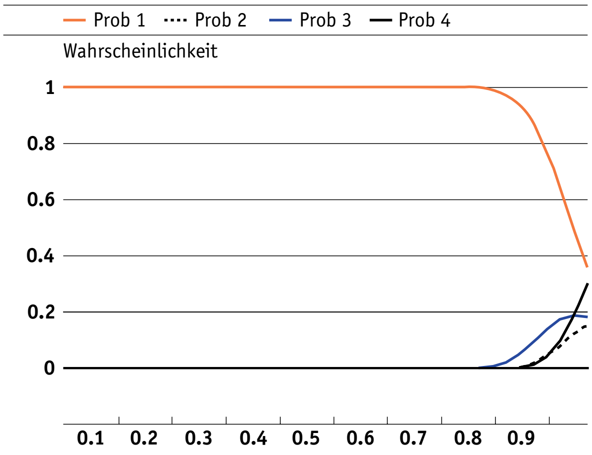


Grafik 4.6

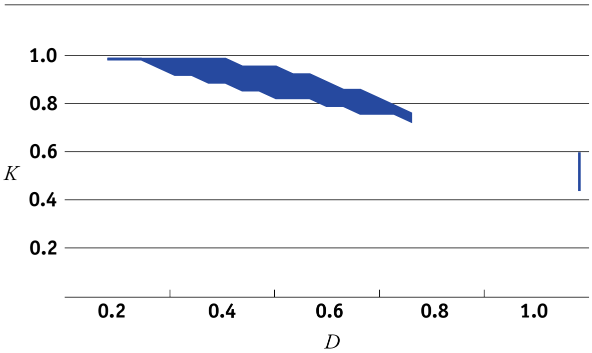


Grafik 4.4: Zulässige D-K-Kombinationen im Grundszenario
Grafik 4.5: Zulässige D-K-Kombinationen für α = 0,5
Grafik 4.6: Zustandswahrscheinlichkeiten bei α = 0,5

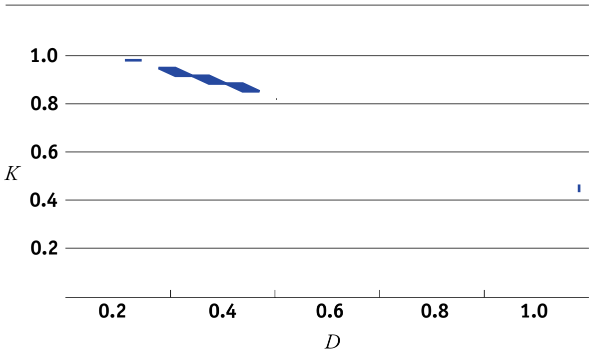
Grafik 4.7



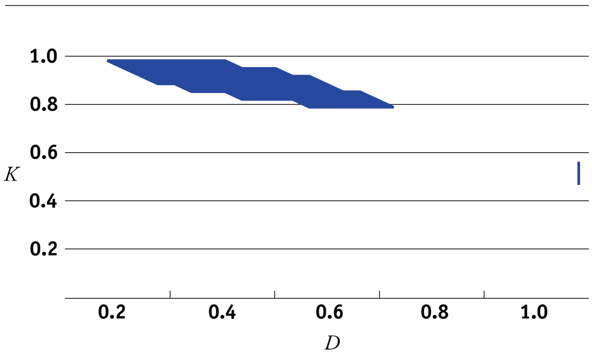
Grafik 4.8 a



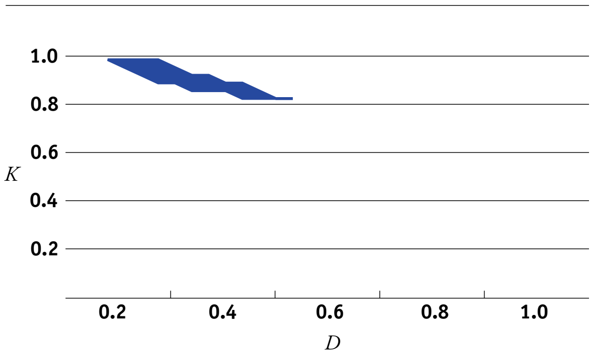
Grafik 4.8 b



Grafik 4.9 a



Grafik 4.9 b

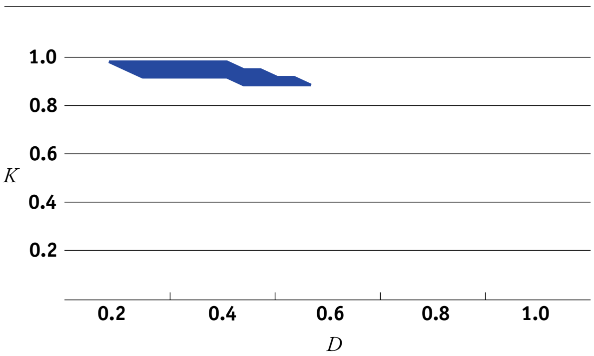


Grafik 4.7: Zustandswahrscheinlichkeiten bei $\alpha = 0{,}5$ und $K = 0{,}5$
Grafik 4.8: Zulässige D-K-Kombinationen für $\beta_a = 0{,}7$ und $\alpha = 0{,}99$ (links) bzw. $\alpha = 0{,}5$ (rechts)
Grafik 4.9: Zulässige D-K-Kombinationen für $\mathcal{E}(r_d) = 0{,}4$ und $\alpha = 0{,}99$ (links) bzw. $\alpha = 0{,}5$ (rechts)

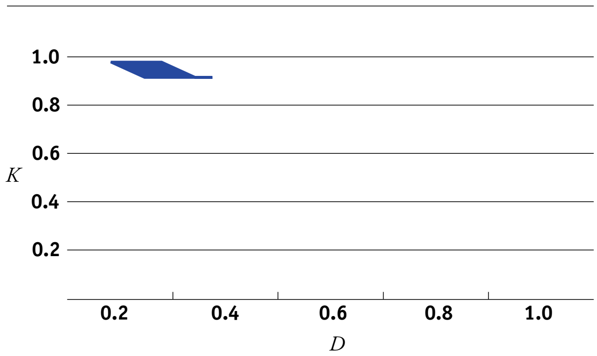
Veränderung der Risikoparameter σ_k und σ_d

Eine Zunahme des Kreditrisikos von σ_k = 0,2 (Annahme im Grundszenario) auf beispielsweise σ_k = 0,3 vergrössert den zulässigen Bereich. Dieses Resultat ergibt sich aus der limitierten Haftung des Eigentümers. Auch wenn die Kredite stark an Wert verlieren sollten, ist der Verlust des Eigentümers auf seiner Kapitaleinlage beschränkt. Daher das auf den ersten Blick erstaunliche Resultat, dass sich erst im Bereich, in dem die Gefahr finanzieller Probleme gross wird, eine grössere Extrarendite einstellt. Erst in diesem Bereich bekommt die Aktie als Option einen grösseren Wert.[4] Der optimale Verschuldungsgrad liegt nun allerdings bei eins (siehe Abbildung 4.12).

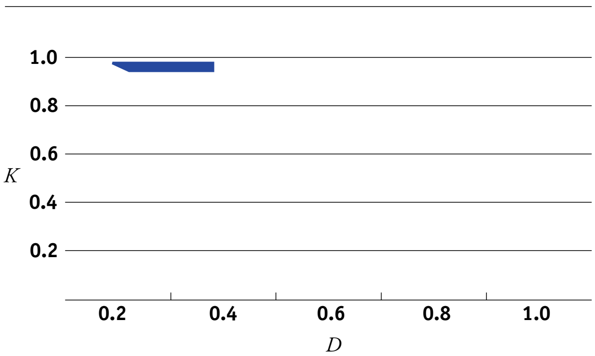
Grafik 4.10 a



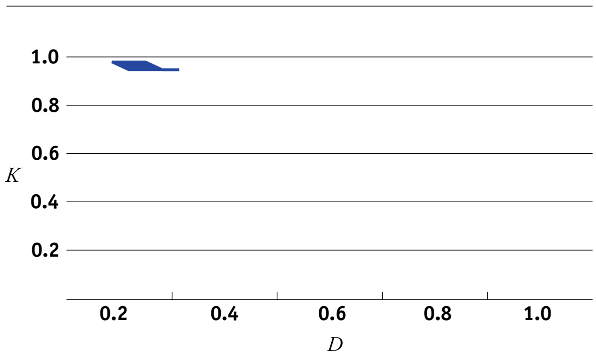
Grafik 4.10 b



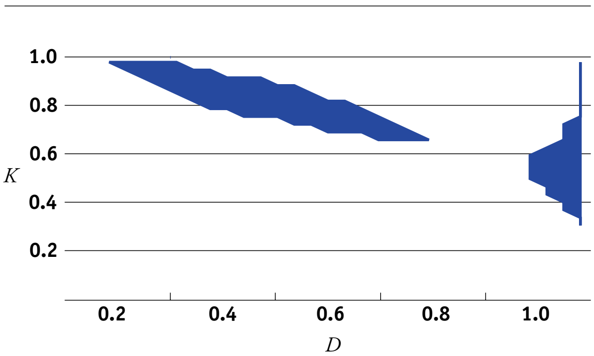
Grafik 4.11 a



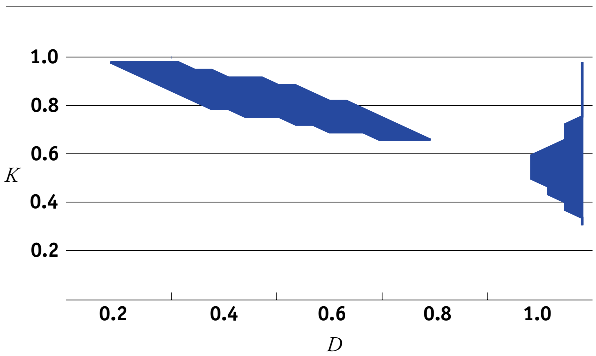
Grafik 4.11 b



Grafik 4.12 a



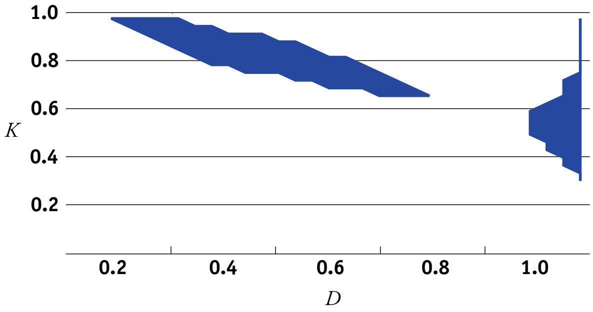
Grafik 4.12 a



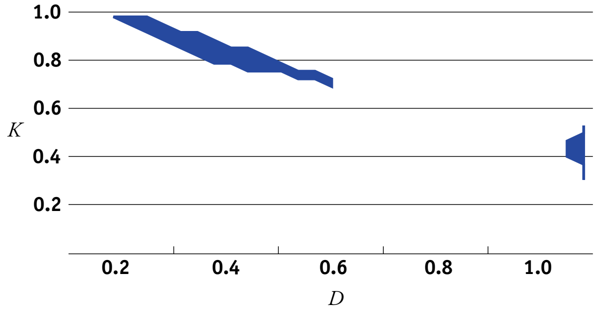
Grafik 4.10: Zulässige D-K-Kombinationen für $\mathcal{E}(r_d)$ = 0,3 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)
Grafik 4.11: Zulässige D-K-Kombinationen für $\mathcal{E}(r_d)$ = 0,2 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)
Grafik 4.12: Zulässige D-K-Kombinationen mit σ_k = 0,3 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)

4 Aufgrund der limitierten Haftung des Eigenkapitals können Aktien als Kaufsoption auf die Aktiven interpretiert werden: Wenn die Aktiven am Verfalltag der Schuld einen positiven Wert aufweisen, befindet sich die Option im Geld (*in the money*), und die Aktionäre werden die Schuld begleichen und so die Kontrolle über die Unternehmung behalten.

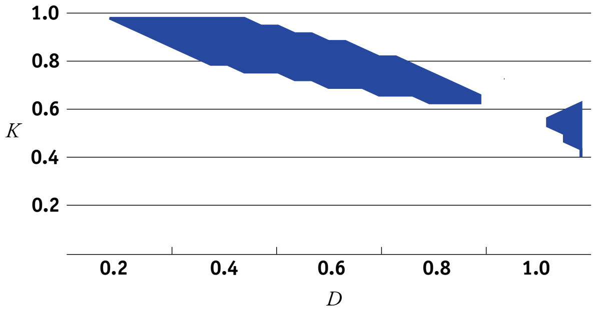
Grafik 4.13 a



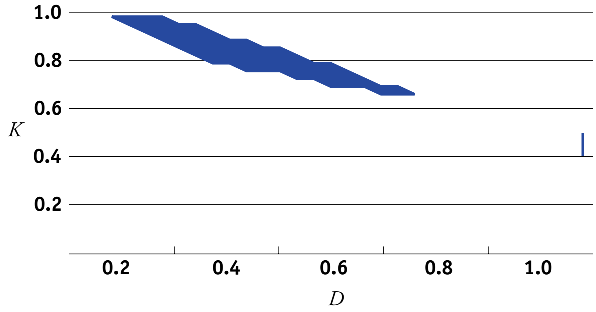
Grafik 4.13 b



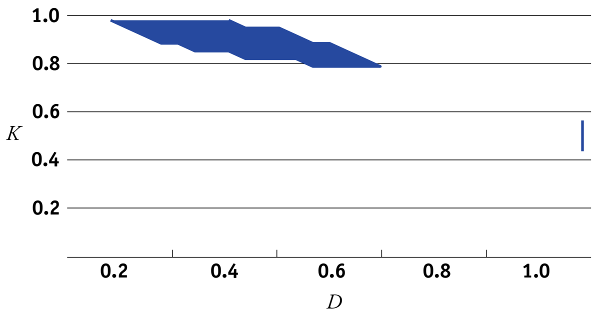
Grafik 4.14 a



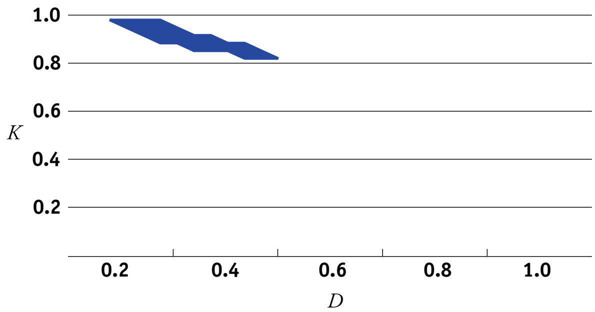
Grafik 4.14 b



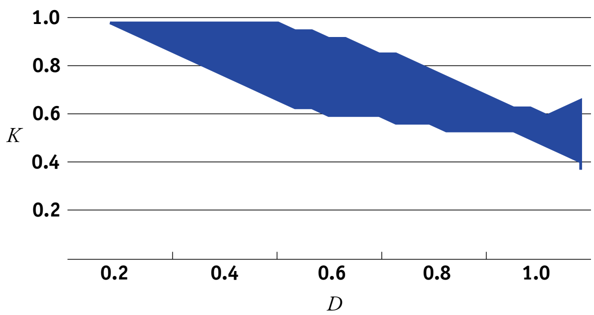
Grafik 4.15 a



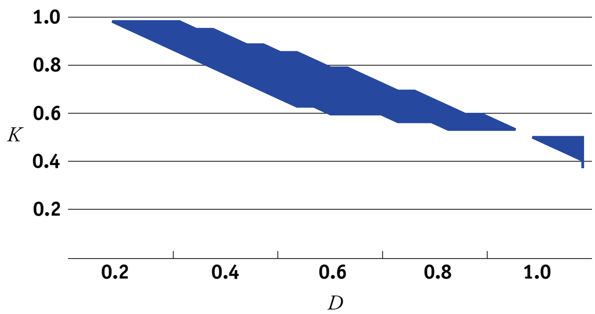
Grafik 4.15 b



Grafik 4.16 a



Grafik 4.16 b



Grafik 4.13: Zulässige D-K-Kombinationen mit σ_d = 0,2 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)
Grafik 4.14: Zulässige D-K-Kombinationen mit S = 0,3 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)

Grafik 4.15: Zulässige D-K-Kombinationen mit r_d = 0,03 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)
Grafik 4.16: Zulässige D-K-Kombinationen mit r_k = 0,09 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)

Anders als ein erhöhtes Kreditrisiko bringen grössere Schwankungen der Depositen den Aktionären keine Vorteile. Steigt die Varianz beispielsweise von σ_d = 0,1 (Annahme im Grundszenario) auf 0,2 erhält man in allen Bereichen tiefere Extrarenditen, d. h. der zulässige Bereich schrumpft. Die optimale Verschuldung liegt ebenfalls tiefer (siehe Abbildung 4.13).

Veränderung der Illiquiditätsstrafe S

Das bekannte Modell von Poole (1968) zeigt, dass eine Bank nur dann Reserven hält, wenn die Strafkosten mindestens doppelt so hoch sind wie die Ertragsrate auf der zinstragenden Anlage. Dies gilt unter der Annahme, dass die Abflüsse an Reserven normalverteilt sind und einen Erwartungswert von null haben. In unserem Fall ist die Ertragsrate der zinstragenden Anlage r_k, und die Reservenbewegungen resultieren direkt aus den Depositenbewegungen.

Im Grundszenario gilt S = 0,2 und r_k = 0,08, sodass die Bedingung von Poole erfüllt ist. Dies bedeutet indessen nicht, dass in allen Fällen eine positive Liquiditätshaltung erwartet werden kann. In unserem Modell ist die Varianz der Kredite wertbestimmend, und zwar je nach Verschuldungsgrad unterschiedlich. Wie bereits gezeigt, kommt aus der Sicht der Eigentümer eine grössere Varianz der Kredite einem höheren erwarteten Ertrag gleich, und die Bank hält im spekulativen Bereich unter Umständen keine Liquidität mehr.

Wenn wir die Strafkosten auf S = 0,3 erhöhen, so resultiert der gleiche zulässige Bereich wie im Grundszenario (siehe Abbildung 4.4). Wie ist dieses auf den ersten Blick merkwürdige Ergebnis zu erklären? Der Grund liegt im wesentlichen darin, dass die Strafkosten nur die Auszahlungen, nicht aber die Wahrscheinlichkeiten der Zustände beeinflussen. Solange sich die Bank im sicheren Bereich bewegt, spielen höhere Strafkosten somit keine Rolle. Unterschiede würde man erst feststellen, wenn die Wahrscheinlichkeit steigt, solvent-illiquid (s = 2) zu enden. In der Tat kann festgestellt werden, dass die erwarteten Auszahlungen im Bereich hoher Verschuldung mit höheren Strafkosten abnehmen. Dies allerdings so geringfügig, dass der Unterschied auf den Konturgrafiken nicht feststellbar ist, weil die Bank im spekulativen Bereich, falls sie illiquid ist, mit hoher Wahrscheinlichkeit auch insolvent ist.

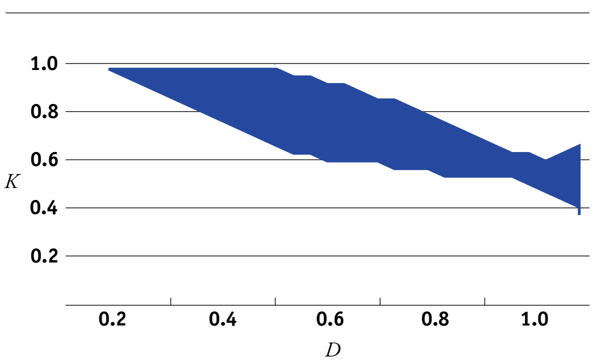
Veränderung der Zinssätze

Eine Erhöhung des Depositenzinssatzes r_d von 0,02 (Annahme im Grundszenario) auf beispielsweise 0,03 muss den Anreiz zur Verschuldung vermindern. Der zulässige Bereich wird im Vergleich zum Grundszenario aber nicht nur kleiner, sondern ändert auch seine Lage: Der sichere Bereich verläuft nun flacher (siehe Abbildung 4.15).

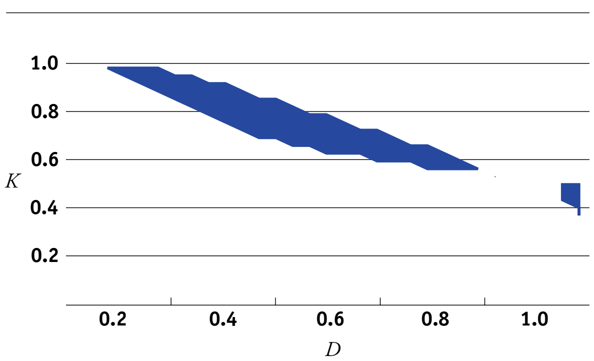
Im Gegensatz dazu vergrössert eine Erhöhung der Kreditzinsen r_k von 0,08 auf 0,09 den zulässigen Bereich und erhöht die erwartete Extrarendite über den ganzen Bereich (siehe Abbildung 4.16).

Der risikofreie Zinssatz r_0 setzt in der Nebenbedingung (6) u. a. den Massstab, an dem die Eigenmittelrendite der Bank gemessen wird. Wird er von 0,05 auf beispielsweise 0,04 gesenkt, sinkt die im Marktgleichgewicht erwartete Eigenkapitalrendite, und der zulässige Berich vergrössert sich (siehe Abbildung 4.17).

Grafik 4.17 a



Grafik 4.17 b



Grafik 4.17: Zulässige D-K-Kombinationen mit r_0 = 0,04 und α = 0,99 (links) bzw. α = 0,5 (rechts)

5 Schlussfolgerungen

In diesem Aufsatz haben wir ein Modell vorgestellt, in dem Liquiditäts- und Solvenzprobleme nicht unabhängig voneinander sind und die Bank die Struktur ihrer Aktiven und Passiven simultan optimiert. Um die Eigenschaften des Modells zu illustrieren, wurde eine Reihe von Simulationen durchgeführt. Die Ergebnisse lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Eine Bank kann unter gegebenen Rahmenbedingungen nicht mit jeder Kapitalquote gleich gut operieren. Die Eigenkapitalrendite der Bank nimmt über dem Verschuldungsgrad einen anderen Verlauf als die erwartete Rendite in einem *CAPM*-Gleichgewicht.

2. In den meisten Fällen gibt es im D-K-Raum zwei unabhängige Bereiche, in denen die Bank zumindest die erwartete Marktrendite erzielen kann: einen sicheren Bereich (ein lokales Maximum), in dem die Wahrscheinlichkeit finanzieller Probleme null oder sehr gering ist, und einen spekulativen Bereich, in dem die Bank einen hohen, oft über 95% liegenden Verschuldungsgrad und damit ein hohes Illiquiditäts- und Insolvenzrisiko aufweist.

3. Im sicheren Bereich ist das Gebirge der erwarteten Extrarendite sehr flach, und die Bank kann eine bestimmte Extrarendite knapp unterhalb des lokalen Maximums mit verschiedenen D-K-Kombinationen erzielen. Verschuldung und Liquiditätshaltung sind also bis zu einem gewissen Grad substituierbar. Dieses Resultat überrascht nicht, da Solvenz und Liquidität beide wertbestimmend und interdependent sind. Die Grenzrate der Substitution von zinstragenden Krediten zu billigen Depositen hängt von den Parametern ab. Die Substituierbarkeit zeigt sich u. a. darin, dass eine tiefere optimale Verschuldung in den meisten Fällen mit einer höheren Kredithaltung bzw. einer tieferen Liquiditätshaltung einhergeht.

4. Die erwartete Auszahlung bzw. die Extrarendite steigt mit dem Informationsstand der Einleger. Gleichzeitig erhöht sich auch der optimale Verschuldungsgrad. Je nachdem wie gut die Einleger informiert sind, wirken sich Parameteränderungen stärker oder schwächer aus. Die Illiquiditätskosten beispielsweise wirken sich um so gravierender aus, je schlechter die Einleger informiert sind.

5. Ein grösseres Kreditrisiko vergrössert den zulässigen Bereich, d. h. erhöht die erwartete Extrarendite überall dort, wo der Bank finanzielle Probleme drohen. Dieses Ergebnis folgt aus der limitierten Haftung des Eigenkapitals: Die grösseren Wertschwankungen der Kredite wirken sich gegen oben unbegrenzt zugunsten der Eigentümer aus; gegen unten ist ein Verlust hingegen auf null begrenzt. Dadurch steigt der Anreiz zur Verschuldung. Das Optimum im sicheren Bereich wird indessen nicht berührt.

6. Grössere Schwankungen der Depositen wirken sich für die Eigentümer negativ aus; die Extrarendite liegt in allen Bereichen tiefer. Die optimale Verschuldung nimmt ab.

7. Eine grössere Illiquiditätsstrafe wirkt sich kaum messbar auf die zulässigen Gebiete und das Optimum aus. In Gebieten, welche die Bank ohnehin nicht wählen würde, vermindert eine grössere Illiquiditätsstrafe die Rendite und den optimalen Verschuldungsgrad.

8. Eine Erhöhung des Depositenzinssatzes vermindert die Rendite und den Anreiz zur Verschuldung.

9. Höhere Kreditzinsen vergrössern die erwartete Extrarendite und den optimalen Verschuldungsgrad.

10. Eine Erhöhung des risikolosen Zinssatzes erhöht die erwartete Rendite und vergrössert den Anreiz zur Verschuldung.

Wir haben eingangs festgestellt, dass die Eigenkapitalquoten der Banken im Laufe der Zeit weltweit stark zurückgegangen sind und heute tiefer liegen als in anderen Wirtschaftszweigen. In der Terminologie des Modells liegen die heutigen tiefen Eigenkapitalquoten von i. d. R. wenigen Prozenten im «spekulativen» Bereich (Randlösung). Eine Interpretation dieser Entwicklung könnte in der Sprache des Modells so lauten: Die Banken begannen mit hohen Eigenmittelquoten im sicheren oder vertrauensbildenden Bereich. Erst nachdem sie sich ein gewisses Vertrauenskapital erworben hatten, konnten sie die hohen Eigenmittelquoten langsam reduzieren. Die Einführung von Bankengesetzen (in der Schweiz das Bundesgesetz über die Banken und Sparkassen im Jahre 1934) brachte eine staatliche Überwachung der Banken und stärkte das Vertrauen der Einleger bzw. verbesserte ihren Informationsstand (α nahm zu). In vielen Ländern wurden zudem Einlageversicherungen oder andere staatliche Garantien eingeführt. Es sind Faktoren wie diese, die zusammen mit der Rolle der Zentralbank als «lender of last resort» dazu geführt haben, dass Bankenkonkurse trotz niedrigen Eigenmittelquoten der Banken selten sind.

Anhang A: Modellspezifikationen

Das Modell ist ein Einperioden-Modell. Die Depositen werden jedoch so behandelt, als ob es zwei Perioden gäbe: die eigentliche Modellperiode, während der die Bank arbeitet, und die unendlich kurze Reaktionsperiode am Ende der Modellperiode, in der die Einleger auf die Solvenz der Bank reagieren.

A.1 Die Kostenfunktion

Die Verwendung einer Kostenfunktion im Modell drängt sich aufgrund der Annahme auf, dass Depositen eine Produktionsbasis der Liquiditätsversicherung darstellen. Die Kosten, die sich aus der Produktion von an Depositen gebundenen Dienstleistungen ergeben, stellen die Kompensation der unter den Marktertragsraten gleichen Risikos liegenden expliziten Depositenzinsen dar. Wenn man sich die Faktorpreise als exogen gegeben und konstant vorstellt, lässt sich eine implizite Kostenfunktion formulieren, in der sich die Herstellungskosten als Funktion einzelner Bilanzpositionen ergeben. Die liquiden Mittel, die Kredite und die Depositen werden vereinfacht als Output und damit als (indirekte) Kostenfaktoren betrachtet. Für $\varphi(K, D, C)$ gilt: $\delta\varphi/\delta K > \delta\varphi/\delta D > \delta\varphi/\delta C > 0$ für $K = D = C$. Die Normierung der Bilanzsumme auf eins erlaubt es, die liquiden Mittel als Residualgrösse zu substituieren.

$$\varphi(K, D, C) = \delta + \varkappa \operatorname{arctanh}\left\{\theta_1\left[\beta_1 K^m + \beta_2 D^m + \beta_3 C^m\right]^{\frac{1}{m}} + \theta_2\right\} \qquad \text{(A–1)}$$

wobei: $0 < \beta_i\ (\forall_i)$; $0 < m$.

Die arctanh-Funktion in der Gleichung (A–1) ist die einfachste Funktion, die sowohl steigende als auch sinkende Skalenerträge zulässt. Um diese beiden Fälle gegeneinander abzugrenzen, muss die zwischen −1 und +1 verlaufende Funktion auf den Bereich [−1, 0] (steigende Skalenerträge) bzw. [0, 1] (sinkende Skalenerträge) transformiert werden, was durch geeignete Wahl von θ_1 und θ_2 erfolgt. Im vorliegenden Fall eines Wettbewerbsmarktes ergeben jedoch nur sinkende Skalenerträge einen Sinn, so dass in den Simulationen nur dieser Fall untersucht wird. Eine geeignete Wahl von θ_1 und θ_2 garantiert zusammen mit einem $0 < \varepsilon \leqq 1$ zudem, dass die Kosten nicht ins Unendliche steigen können. Der Parameter δ erlaubt es, die Funktion in der Vertikalen zu verschieben, um für einen Output von null auch Kosten von null zu erhalten: $\varphi(0, 0, 0) = 0$. Aufgrund dieser Anforderungen ergibt sich:

$$\theta_i = \frac{1 - \varepsilon}{\left[\beta_1 + \beta_2 + \beta_3\right]^{\frac{1}{m}}},\ \theta_2 = 0,\ \delta = 0$$

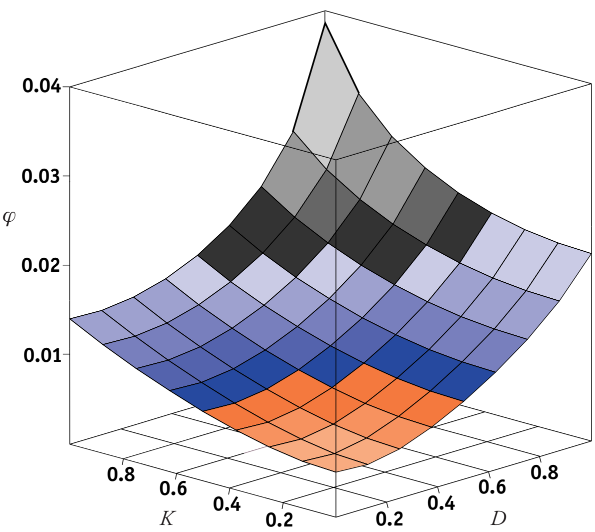
Der Parameter $\varkappa$ streckt die Funktion.

Parameter der Kostenfunktion Tabelle A.1

$\beta_1 = 1$	$\beta_2 = 0{,}5$	$\beta_3 = 0{,}1$
$m = 2$	$\varkappa = 0{,}02$	$\varepsilon = 0{,}01$

Unter Verwendung der Parameter aus Tabelle A.1 ergibt sich der in Abbildung A.1 dargestellte Verlauf der Kostenfunktion. Man beachte, dass für $D = K = 0$ nicht etwa Kosten von null, sondern von 0,008 resultieren, weil hier $C = 1 - K = 1$.

Grafik A.1



Grafik A.1: Kostenfunktion φ in D und K

A.2 Das Risiko des Bankgeschäfts – Die Verteilung der Kredite und der Depositen

Es wird angenommen, dass die Höhe der Depositen und der Kredite am Ende der Periode eine gemeinsame Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion aufweisen: $f(\hat{D}, K^*)$, wobei $\hat{D}$ den Zwischenwert der Einlagen darstellt, der sich einstellt, bevor die Einleger auf die Solvenz der Bank am Ende der Periode reagieren.

Die Dichtefunktion f stellt für die Bank ein Datum dar. Sie sollte zwei Eigenschaften aufweisen: Erstens dürfen weder Kredite noch Einlagen negativ werden und zweitens müssen die Endwerte $(\hat{D}, K^*)$ von den Werten abhängen, die das Management zu Beginn der Periode wählt (D, K). Eine mögliche Funktion, welche diese Bedingungen erfüllt, ist die bivariate log-normale Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion:

$$f(\hat{D}, K^*) = \left[\frac{\hat{D}}{D}\frac{K^*}{K}\sigma_d\sigma_k\right]^{-1} g\left(\frac{\ln\left(\frac{\hat{D}}{D}\right)-\mu_d}{\sigma_d}, \frac{\ln\left(\frac{K^*}{K}\right)-\mu_k}{\sigma_k}; \varrho\right) \quad \text{(A–2)}$$

$$\text{wobei } g(x, y, \varrho) = \left[2\pi\sqrt{1-\varrho^2}\right]^{-1} \exp\left(-\frac{1}{2}\frac{x^2-2\varrho xy+y^2}{1-\varrho^2}\right)$$

Der Korrelationskoeffizient zwischen den Krediten und den Depositen liegt zwischen minus eins und plus eins $(-1 \leqq \varrho < 1)$. Man kann sich nämlich vorstellen, dass sowohl Kredite als auch Depositen gemeinsam auf externe makroökonomische Einflüsse reagieren; dann wäre die Annahme unkorrelierter Bewegungen der Kredite und Depositen nicht plausibel. In einer Rezession zum Beispiel könnte die Anzahl notleidender Kredite steigen, d. h. deren Bewertung sinken, während infolge pessimistischer Zukunftseinschätzung der Konsumenten mehr gespart wird. In diesem Falle wären Kredite und Depositen negativ miteinander korreliert.

Die mit der Reaktionsfunktion (Reaktion der Einleger, vgl. A.3.) transformierte Dichtefunktion lautet in der Notation der ursprünglichen Dichtefunktion $f(\cdot,\cdot)$:

$$f(D^*, K^*)=\begin{cases} \left\langle 2f(2D^*, K^*), \text{ falls } \alpha=0, \right\rangle \\ \left\langle \frac{1}{\hbar(K^*)} f\left(\frac{D^*}{\hbar(K^*)}, K^*\right), \text{falls } 0<\alpha<1, \right\rangle \\ \left\langle \delta(D^*)[1-\mathcal{H}(K^*-K_x)]\int_{\hat{D}=0}^{\hat{D}=\infty} f(\hat{D}, K^*)\, d\hat{D} \right. \\ -\delta(D^*)\,\delta(K^*-K_x)\ldots \\ \qquad \ldots\int_{k^*=0}^{k^*=K^*}\int_{\hat{D}=0}^{\hat{D}=\infty} f(\hat{D}, k^*)\, d\hat{D}\, dk^* \\ +\delta(D^*)\delta(K^*-K_x)\int_{k^*=0}^{k^*=K_x}\int_{\hat{D}=0}^{\hat{D}=\infty} f(\hat{D}, k^*)\, d\hat{D}\, dk^* \\ \left. +f(D^*, K^*)\mathcal{H}(K^*-K_x) \right\rangle \\ \left. +\delta(K^*-K_x)\int_{k^*=K_x}^{k^*=K^*} f(\hat{D}, k^*)\, dk^* \text{ falls } \alpha=1. \right\rangle \end{cases}$$

Mit $\delta(\cdot)$ wird die Dirac Delta Funktion bezeichnet und mit $\mathcal{H}(\cdot)$ die *Heaviside unit step function*. Die Herleitung dieser Dichtefunktion findet sich in Büttler (1996).

A.3 Die Reaktionsfunktion der Einleger

Die Entscheidung der Einleger, ob sie ihre Einlage stehen lassen oder sie abziehen, benötigt keine Zeit, d.h. sie geschieht im Zeitpunkt, in dem die Modellperiode endet. Die Reaktionsfunktion lautet:

$$D^*=\hat{D}\,\hbar(K^*), \text{ mit } \hbar(K^*)\equiv\left[1-\frac{1}{1+(K^*/K_x)^{\beta}}\right] \text{ und } \beta\equiv\operatorname{arctanh}(\alpha) \qquad \text{(A–3)}$$

Um sich die Rolle der Reaktionsfunktion der Einleger klar zu machen, muss man sich vergegenwärtigen, dass die Wahrscheinlichkeit der Insolvenz vor der Reaktion gleich gross ist wie nach der Reaktion am Ende der Periode. Hingegen ändert aufgrund der Reaktionsfunktion die Wahrscheinlichkeit der Illiquidität.

Die Funktion $\hbar(K^*)$ hat die schöne Eigenschaft, dass sie für die Werte $0 \leqq \alpha \leqq 1$ nahtlos von einer horizontalen Geraden über einen logistischen Verlauf in eine Stufenfunktion übergeht und damit alle möglichen Reaktionen der Einleger abbilden kann. Die Veränderung des Kurvenverlaufes dieser Funktion verhält sich indessen nicht «proportional» zum Parameter α, so dass bei α = 0,5 gerade die symmetrisch geschwungene Kurve der Abbildung 3.1 zu sehen wäre. Dieser logistische Verlauf zeichnet sich erst nahe bei eins ab. Die Abbildung A.2 zeigt den Verlauf der Reaktionsfunktion für verschiedene α. Schon bei Werten, die nur marginal unter eins liegen, werden Depositen zurückgezogen, falls der Wert der Kredite am Periodenende (in der Grafik K_s für K^*) nahe beim kritischen Wert K_x liegt.

A.4 Herleitung der Nebenbedingung (6) in Gleichung (3–4)

Falls ein *CAPM*-Gleichgewicht mit einem risikolosen Zinssatz r_0 und einer erwarteten Ertragsrate des Marktportfolios von $\mathcal{E}(r_m) \equiv r_m$ existiert, dann gilt für die erwartete Ertragsrate der Aktiven der Bank $\mathcal{E}(r_a) \equiv r_a$:

$$r_a = r_0 + \beta_a(r_m - r_0) \qquad \text{(A–4)}$$

Die Bank befindet sich in einem Wettbewerbsmarkt, so dass für die Bank auch die von den Kunden erwartete Rendite $\mathcal{E}(r_d)$ auf den Bankeinlagen ein Datum darstellt. Die damit implizierte Unabhängigkeit von der Verschuldung folgt aus der Perspektive der Bank als Liquiditätsversicherung (vgl. Kapitel 2), wonach im Falle einer Bankeinlage die daran geknüpfte Dienstleistung und weniger der Anlagecharakter betont wird.[5] Für die erwartete Ertragsrate des Eigenkapitals $\mathcal{E}(r_e) \equiv r_e$ muss

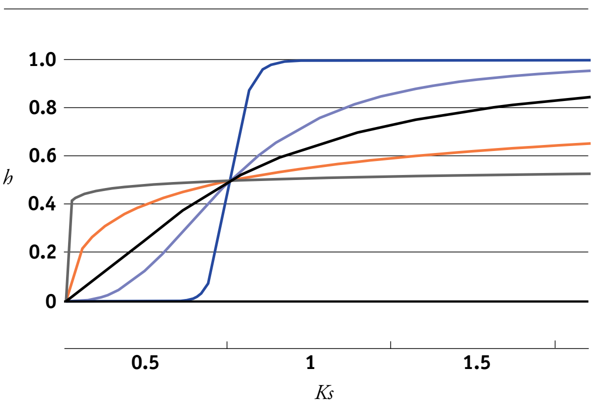
$$r_e = r_a + (r_a - r_d)\frac{D}{E} \qquad \text{(A–5)}$$

5 Im Prinzip legt diese Perspektive die Verwendung einer Nutzenfunktion anstelle einer Rendite nahe. Dieser Weg wurde in Büttler (1996) beschritten, hier aber aus dem Grund der Vereinfachung mit Hilfe der Rendite umschifft. Die Kernaussagen des Modells ändern sich dadurch indessen nicht.

gelten. Wenn (A–4) in (A–5) eingesetzt wird, lässt sich die erwartete Eigenmittelrendite anhand der erwarteten Aktivenrendite, des Aktiven-Betas, der Rendite auf Depositen und des Verschuldungsgrades ausdrücken:

$$r_e \geqq r_0+\beta_a(r_m-r_0)+(r_0+\beta_a(r_m-r_0)-\mathcal{E}(r_d))\frac{D}{E} \qquad \text{(A–6)}$$

Grafik A.2



Grafik A.2: Reaktionsfunktion für $\alpha = 1 - 10^{-15}$ (blau), 0,99 (hellblau), 0,9 (schwarz), 0,5 (rot) und 0,1 (grau) und für den kritischen Kreditwert $K_x = 0{,}5$; $Ks = K$

Anhang B: Notation

Lateinische Buchstaben

A	Auszahlungen
C	liquide Mittel (Kasse)
D	Depositen
D^*	Depositen am Ende der Modellperiode nach erfolgter Reaktion der Einleger
$\hat{D}$	Zwischenzeitlicher Stand der Depositen
E	Eigenkapital
e	Eigenmittelquote
K	Kredite
K_x	kritischer Wert der Kredite
K^*	Wert der Kredite am Ende der Periode
r_0	risikofreier Zinssatz
r_d	Zinssatz der Depositen
r_e	Rendite des Eigenkapitals
r_k	Rendite der Kredite
r_m	Marktrendite
S	Illiquiditätsstrafe
V_v	Vertrauenswert

Griechische Buchstaben

α	Informationsniveau der Einleger
β_a	Beta der Aktiven
β_i	Normgewichte in der Kostenfunktion $\varphi(\cdot,\cdot,\cdot)$, i = 1,...3. Die Gewichte bestimmen die Grenzkosten der Produkte.
$\delta(\cdot)$	DIRAC-Deltafunktion
ε	Parameter der Kostenfunktion $\varphi(\cdot,\cdot,\cdot)$
$\varkappa$	Streckparameter der Kostenfunktion
μ_d	Mittelwert der logarithmierten Depositenfluktuationsrate $\ln(\hat{D}/D)$. Gegeben die geometrische Brownsche Bewegung $d\hat{D}/\hat{D} = \hat{\mu}_d\, dt + \sigma_d\, dz$, wobei t die Zeit und z den Wienerprozess bezeichnen, bedeutet Stabilität (kein Wachstum), dass $\hat{\mu}_d = 0$ und $\mu_d \equiv \hat{\mu}_d - \sigma_d^2/2 = -\sigma_d^2/2$

μ_k Mittelwert der logarithmierten Kreditveränderungsrate, $\ln(K^*/K)$. Gegeben die geometrische Brownsche Bewegung $dK^*/K^* = \hat{\mu}_k\, dt + \sigma_k\, d\zeta$, wobei t die Zeit und ζ den Wienerprozess bezeichnen, bedeutet Stabilität (kein Wachstum), dass $\hat{\mu}_k = 0$ und $\hat{\mu}_k \equiv \hat{\mu}_k - \sigma_k^2/2 = -\sigma_k^2/2$. Die beiden Wienerprozesse, z und ζ, sind korreliert mit dem Koeffizienten ϱ.

$\varphi(\cdot,\cdot,\cdot)$ Kostenfunktion

ϱ Korrelationskoeffizient zwischen der Veränderung der Depositen und der Kredite.

σ_d Varianz der Fluktuationsrate der Depositen

σ_k Varianz der Veränderungsrate der Kredite

π Gewinn

θ_i Parameter der Kostenfuntion $\varphi(\cdot,\cdot,\cdot)$, i = 1,2

Sonderzeichen

$\mathcal{E}$ Erwartungswertoperator

$\mathscr{g}(\cdot,\cdot,\cdot)$ Hilfsfunktion der bivariaten log-normalen Dichtefunktion

$\mathscr{h}(\cdot)$ Reaktionsfunktion der Einleger nach der Solvenzbeurteilung

$\mathcal{H}(\cdot)$ *Heaviside unit step function*

$\mathcal{N}(\cdot)$ Normalverteilung

Literaturverzeichnis

Baltensperger, Ernst und Hellmuth Milde. 1987. Theorie des Bankverhaltens. Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.

Bodmer, D. und B. Kleiner und B. Lutz. 1993. Kommentar zum Bundesgesetz über die Banken und Sparkassen. Stand: 6. Nachlieferung 1993, Zürich.

Brealey, Richard A. und Stewart C. Myers. 1988. Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill. 3rd ed...

Büttler, Hans-Jürg. 1996. The Optimal Capital Structure of a Liquidity-insuring Bank. Arbeitspapier der Schweizerischen Nationalbank.

Diamond, Douglas W. und Philip H. Dybvig. 1983. Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. Journal of Political Economy: 401–419.

Gorton, Gary und George Pennacchi. 1990. Financial Intermediaries and Liquidity Creation. The Journal of Finance 45: 49–71.

Haubrich, Joseph, G. und Robert King. 1990. Banking and Insurance. Journal of Monetary Economics 26: 361–386.

James, Christopher. 1991. The Losses Realized in Bank Failures. The Journal of Finance. XLVI (9): 1223–1242.

Kaufman, George G. 1991. Capital in Banking: Past, Present and Future. Journal of Finanial Services Research 5: 385–402.

Modigliani, Franco und H. Miller Merton. 1958. The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. The American Economic Review June: 261–97.

Neukomm, Hans. 1992. Soll eine zahlungsunfähige Bank liquidiert werden? Quartalsheft der Schweizerischen Nationalbank 2: 180–194.

Neukomm, Hans. 1998. Die optimale Eigenmittelhaltung einer Bank. Dissertation, Universität Zürich.

Niehans, Jürg. 1978. The Theory of Money. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.