Die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts, die Rolle von asymmetrischen Informationen und potenzielle Wohlfahrtsverluste

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Eberhard Karls Universität Tübingen

vorgelegt von

Eva Schäberle

aus Filderstadt

Tübingen

2020

1. Betreuer: Professor Dr. Werner Neus

2. Betreuer: Professor Dr. Manfred Stadler

Tag der mündlichen Prüfung: 13.11.2020

Dekan: Professor Dr. Josef Schmid

1. Gutachter: Professor Dr. Werner Neus

2. Gutachter: Professor Dr. Manfred Stadler

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis

Symbol	Erklärung	Definitionsbereich
Lateinische Symbole		
$\mathscr{b}$	Aufgenommenes Interbankenkreditvolumen, Passivseite	$\mathscr{b} \geq 0,$
c	Kassenhöhe	$0 \leq c \leq 1,$
c^*	Optimale Kassenhöhe im Gleichgewicht	$0 < c^* < 1,$
c_{AS}	Durchschnittliche Zahlung an kurzfristige Einleger bei Adverser Selektion,	
c_H	Zahlung an kurzfristige Einleger von Banktyp H	$\delta_H d_1,$
c_L	Zahlung an kurzfristige Einleger von Banktyp L	$\delta_L d_1,$
c_M	Durchschnittliche Zahlung an kurzfristige Einleger	$\delta d_1,$
c_{Pool}	Durchschnittliche Zahlung an kurzfristige Einleger bei Pooling	$\delta d_1,$
d_1	Kurzfristige Einlagenverzinsung	$d_1 \geq 1,$
d_1^*	Optimale kurzfristige Einlagenverzinsung	$d_1^* \geq 1,$
$E(D_j)$	Erwarteter Konsum der Einleger von Banktyp j,	
$E(D)$	Erwarteter Konsum der gesamten Einleger, Wohlfahrt	
H	Banktyp mit hohem frühem Einlagenabzug,	
i	Zinssatz auf dem Interbankenmarkt	$i \geq 1,$
i_{max}	Zinsobergrenze für Kreditnehmerbanken,	
$i_{max,L}$	Zinsobergrenze für Kreditgeberbanken,	
i_{min}	Zinsuntergrenze für Kreditgeberbanken,	
i_{opt}	Optimale Zinsen für Kreditgeberbanken,	
j	Banktyp j	
$-j$	Gegenpartei der Interbankenkredite	
K_e	Kosten der entgangenen Rendite, z. B. bei hoher Kassenhaltung	$K_e > 0,$
K_l	Liquidationskosten, z. B. bei niedriger Kassenhaltung	$K_l > 0,$
K_m	Moral-Hazard-Kosten in Partialmodell III, z. B. bei	

	mittlerer Kassenhaltung	$K_m \geq 0$,
L	Banktyp mit niedrigem frühen Einlagenabzug,	
ℓ	Vergebenes Interbankenkreditvolumen, Aktivseite	$\ell \geq 0$,
p	Durchschnittliches Ausfallrisiko der langfristigen Investition	$0 \leq p < 1$,
p_j	Ausfallrisiko der langfristigen Investition von Banktyp j	$0 \leq p_j < 1$,
p_{-j}	Durchschnittliches Ausfallrisiko der Interbankenkredite	$0 \leq p_{-j} < 1$,
p_j^*	Optimale Risikohöhe von Banktyp j in Partialmodell III	$0 \leq p_j^* < 1$,
r	Rendite der langfristigen Investition in Partialmodell I	$r > 1$,
r_j	Rendite der langfristigen Investition von Banktyp j	$r_j > 1$,
r_0	Rendite einer sicheren langfristigen Investition	$r_0 > 1$,
r^+	Risikozuschlag, zusätzliche Nettorendite der langfristigen Investition je zusätzlicher Risikoeinheit	$0 < r^+ \leq r_0$,
r_j^*	Optimale Rendite von Banktyp j in Partialmodell III	$r_j^* > 1$,
s	Liquidationserlös der langfristigen Investition	$0 < s < 1$,
t	Zeitindex,	
v	Volumen,	
X	Banktyp mit riskanter Investition,	
Y	Banktyp mit sicherer Investition.	

Griechische Symbole

δ_j	Anteil der kurzfristigen Einleger bei Banktyp j	$0 < \delta_j < 1,$
δ	Durchschnittlicher Anteil der kurzfristigen Einleger	$0 < \delta < 1,$
Δ_L	Hilfsvariable für Kassenentscheidung zwischen mittlerer und niedriger Kassenhaltung,	
Δ_H	Hilfsvariable für Kassenentscheidung zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung,	
Δ_{RM}	Hilfsvariable für Kassenentscheidung zwischen hoher und niedriger Kassenhaltung,	
Δp	Differenz der Ausfallrisiken in Partialmodell II,	
Δr	Differenz der Renditen in Partialmodell II,	
κ_j	Anteiliger Kassenrestwert bei Banktyp j	$0 \leq \kappa_j \leq 1,$
λ_j	Liquidationsquote von Banktyp j	$0 \leq \lambda_j \leq 1,$
ξ	Anteil der riskanten Investitionen in Partialmodell II	$0 < \xi < 1,$
Υ	Teil der Zinsuntergrenze i_{min} in Partialmodell III	
Φ	Teil der Zinsobergrenze i_{max} in Partialmodell III	$\Phi > 0,$
ω	Anteil der Banken mit hohem frühen Einlagenabzug	$0 < \omega < 1.$

Abkürzungsverzeichnis

ABCP	Asset Backed Commercial Paper, besicherte Geldmarktpapiere,
AS	Adverse Selektion,
Aufl.	Auflage,
BaFin	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht,
BCBS	Basel Committee on Banking Supervision,
BIS	Bank for International Settlements, Bank für Internationalen Zahlungsausgleich
CRR	Capital Requirements Regulation, Verordnung (EU) Nr. 575/2013 des europäischen Parlaments und Rates vom 26. Juni 2013 über Aufsichtsanforderungen an Kreditinstitute und Wertpapierfirmen und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 646/201,
CRR II	Verordnung (EU) Nr. 2019/876 des europäischen Parlaments und Rates vom 20. Mai 2019 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 575/2013 in Bezug auf die Verschuldungsquote, die strukturelle Liquiditätsquote, Anforderungen an Eigenmittel und berücksichtigungsfähige Verbindlichkeiten, das Gegenparteiausfallrisiko, das Marktrisiko, Risikopositionen gegenüber zentralen Gegenparteien, Risikopositionen gegenüber Organismen für gemeinsame Anlagen, Großkredite, Melde- und Offenlegungspflichten und der Verordnung (EU) Nr. 648/2012,
E1	Entscheidungsstufe 1,
E2	Entscheidungsstufe 2,
E3	Entscheidungsstufe 3,
E4	Entscheidungsstufe 4,
EBA	European Banking Authority, Europäische Bankenaufsichtsbehörde,
EZB	Europäische Zentralbank,
f.	Folgende Seite,
Fed	U. S.-Notenbank Federal Reserve,
ff.	Fortfolgende Seiten,
IB	Interbankenmodell,
KWG	Gesetz über das Kreditwesen,
LCR	Liquidity Coverage Ratio, Liquiditätsdeckungsquote,

LGD	Loss Given Default, Verlustquote,
NPV	Net Present Value, Kapitalwert,
NSFR	Net Stable Funding Ratio, strukturelle Liquiditätsquote,
PD	Probability of Default, Ausfallwahrscheinlichkeit,
Pool.	Pooling,
RM	Referenzmodell,
Tz.	Textziffer.

Abbildungsverzeichnis

1 Einleitung

Der Interbankenmarkt ist für Banken ein essentieller Bestandteil des Liquiditätsmanagements. Vor allem für Großbanken und Landesbanken war er in der Zeit vor der Finanzkrise die wichtigste Refinanzierungsquelle, sogar wichtiger als Spareinlagen.[1] Die daraus resultierende Abhängigkeit vom Interbankenmarkt war eine zentrale Ursache der letzten Finanzkrise 2007-09. Anspannungen auf dem Interbankenmarkt führten bei einigen Banken zu schwerwiegenden Liquiditätsengpässen. So musste bspw. auch die US-amerikanische Investmentbank Bear Stearns wegen der plötzlich fehlenden Refinanzierungsmöglichkeiten gegen ihre Zahlungsunfähigkeit kämpfen. Sie wurde im März 2008 zu einem Preis weit unter ihrem Wert von JP Morgan übernommen.[2] Ins Wackeln gerieten auch bekannte Finanzinstitute wie Merrill Lynch, Morgan Stanley und Goldman Sachs. Die Bank of America hat Merrill Lynch übernommen, Morgan Stanley und Goldman Sachs wurden nach einer Umwandlung in Bank Holding Companies von der Zentralbank in Obhut genommen. In Deutschland kam z. B. die Hypo Real Estate in eine Liquiditätskrise. Sie selbst galt zwar eigentlich als solvent, aber die Abhängigkeit der irischen Tochtergesellschaft Depfa vom Interbankenmarkt brach ihr in den turbulenten Zeiten das Genick.[3] Für ihre Rettung wurde ein Paket von insgesamt 102 Mrd. Euro verabschiedet.[4] Zum Schluss blieb der Steuerzahler dafür auf Kosten von 14 Mrd. Euro sitzen. Auch weitere Banken mussten mit vielen Mrd. Euro Steuergeldern gerettet werden.[5] Zentralbankinterventionen haben die schlimmsten Folgen der Finanzkrise verhindert. Ohne sie hätte die beeinträchtigte Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts vermutlich zur Zahlungsunfähigkeit zahlreicher weiterer Banken geführt.[6]

Der Grund für die Anspannungen am Interbankenmarkt wird in der Literatur immer wieder diskutiert. Es wird immer wieder das Motiv Misstrauen zwischen den Banken genannt.[7] Bisherige wissenschaftliche Untersuchungen gehen unzureichend auf das Misstrauen ein. Insbesondere das Problem von Risikoanreizen wurde noch nicht umfassend durchleuchtet.[8] Zudem wird die Frage nach potenziellen

[1] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2008c, S. 59 ff.
[2] Vgl. BIS, 2008, S. 96.
[3] Vgl. Hellwig, 2018a, S. 539 f.
[4] Vgl. BaFin, 2009, S. 132 ff.
[5] Vgl. Hellwig, 2018b, S. 2.
[6] Vgl. Gabrieli/Georg, 2014, S. 1.
[7] Vgl. z. B. Deutsche Bundesbank, 2011, S. 57.
[8] Vgl. dazu auch Abschnitt 2.2.2.

Wohlfahrtsverlusten in der bestehenden Literatur kaum gestellt. Mit einer theoretischen Untersuchung des Interbankenmarkts schließe ich diese Lücken. Ich untersuche die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts sowie resultierende Wohlfahrtseffekte bei Vorliegen von asymmetrischen Informationen. Das Modell wurde von Diamond und Dybvig (1983), Allen und Gale (2000a) sowie Heider, Hoerova und Holthausen (2015) inspiriert. Insbesondere zu letzterem Artikel bestehen grundlegende Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede. Heider et al. und ich untersuchen, wann asymmetrische Informationen über das Ausfallrisiko von Bankinvestitionen zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts führen. Heider et al. gehen auf das Problem der Adversen Selektion ein. Eine große Erweiterung ist die zusätzliche Untersuchung von Verhaltensunsicherheit in Form von Risikoanreizen. Ein weiterer wichtiger Unterschied ist, dass bei meinem Modell im Gegensatz zu Heider et al. nicht der Bankgewinn, sondern der Nutzen der Einleger im Mittelpunkt steht. Dadurch ist es möglich, die Auswirkungen auf die Wohlfahrt zu untersuchen. Ich hinterfrage dabei insbesondere auch, ob ein Zusammenbruch des Interbankenmarkts tatsächlich zu einem Wohlfahrtsverlust führt.

Mit meiner Dissertation beantworte ich folgende Fragen.

> *Wie stiften Banken als Finanzintermediäre mit Hilfe des Interbankenmarkts den höchstmöglichen Nutzen?*
>
> *Unter welchen Bedingungen ist bei Vorliegen von asymmetrischen Informationen die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts gegeben? Wann ist die Funktionsfähigkeit eingeschränkt oder bricht der Interbankenmarkt sogar zusammen?*
>
> *Wo entstehen Wohlfahrtsverluste? Ist ein Nicht-Entstehen des Interbankenmarkts tatsächlich immer mit einer Verringerung der Wohlfahrt verbunden?*
>
> *Welche potenziellen Ansatzpunkte für politische Eingriffe können aus den Ergebnissen abgeleitet werden und welche Schlussfolgerungen können Banken daraus ziehen?*

Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem zweiten und dritten Frageblock. Mein Modell beinhaltet keine Spekulation auf Notverkäufe, zu denen Banken in Liquiditätsnot gezwungen sein können. Dieses Verhalten stellt eine kurzfristige Reaktion auf eine nahende oder bereits bestehende Interbankenmarktkrise dar und verstärkt deren Auswirkungen. In meinem Untersuchungsmittelpunkt steht die Frage nach dem ursprünglichen Auslöser der Krise. Außerdem befasse ich mich in meiner Analyse nicht mit Einleger-Runs, Ansteckungseffekte zwischen Banken, Auswirkungen auf die Kreditvergabe an Unternehmen oder Wechselwirkungen mit dem Sekundärmarkt. Ein Schock auf Systemebene ist für die Beantwortung meiner Forschungsfragen nicht notwendig.

Die Fragen beantworte ich mit einem Interbankenmarktmodell, das in drei Partialmodelle eingeteilt ist. Partialmodell I beinhaltet vollständige Informationen über die Investitionen der Banken. Bei Partialmodell II sind Rendite und Risiko der langfristigen Investitionen anderer Banken nicht beobachtbar. Es entsteht ggf. ein Problem der Adversen Selektion. Bei Partialmodell III liegt eine Verhaltensunsicherheit der Banken[9] vor. Aufgrund der Möglichkeit einer Risikoüberwälzung kann es sich für Banken lohnen, hohe Risiken einzugehen. Es entsteht ggf. ein Moral Hazard-Problem. Für die Beantwortung der Fragen gibt es bis zu vier Entscheidungsstufen. Zunächst wählen die Banken diejenige Höhe für die kurz- und langfristigen Einlagenzinsen, die den Einlegern den höchsten Nutzen bringen. Dann entscheiden die Banken sich für die Aufteilung der Mittel in eine kurzfristige und eine langfristige Investition. Nachdem der Liquiditätsbedarf bekannt ist, treten die Banken dem Interbankenmarkt bei oder nicht. Im dritten Partialmodell gibt es eine vierte Entscheidungsstufe über die optimale Kombination aus Rendite und Risiko.

Die Arbeit beginnt mit dem Hintergrund der vergangenen Finanzkrise und legt dabei den Fokus auf die Bankenliquidität und den Interbankenmarkt. Anschließend wird die verwandte Literatur vorgestellt. Einen Abschnitt in Kapitel 2 widme ich den drei Vorbildern meiner Arbeit. Kapitel 3 enthält den allgemeinen Modellaufbau. Es werden die Akteure und Handlungen sowie die Zusammensetzung der verwendeten Gleichungen erklärt. Erste Zwischenergebnisse, die für alle drei Partialmodelle gelten, werden vorgestellt. Die Kapitel 4 bis 6 beinhalten die drei Partialmodelle. Diese drei Kapitel sind jeweils eingeteilt in ein Referenzmodell ohne Interbankenmarkt und ein Interbankenmodell. Sie enthalten neben der analytischen Untersuchung auch eine numerische Darstellung der Gleichgewichte und der komparativen Statik. Zum Schluss werden die Ergebnisse zusammengeführt, interpretiert und bewertet. Aus den Ergebnissen wird abgeleitet, wie mit Hilfe politischer Eingriffe Wohlfahrtsverluste vermindert oder sogar vermieden werden und wie Banken mit einem potenziellen Zusammenbruch des Interbankenmarkts umgehen können.

[9] Bzw. der Bankmanager, aus Vereinfachungsgründen als Bank bezeichnet.

2 Grundlagen

2.1 Der Interbankenmarkt und die Finanzkrise 2007-09

In der Einleitung wurden bereits die wichtigsten Punkte der vergangenen Finanzkrise genannt, um die Motivation für die Arbeit darzulegen und die Bedeutung des Interbankenmarkts herauszuarbeiten. In diesem Abschnitt werden noch einige weitere Hintergründe aufgezeigt und der zeitliche Verlauf der Krise beschrieben. Der Abschnitt zeigt die Rolle des Misstrauens, das aus asymmetrischen Informationen resultiert.

Vor der vergangenen Finanzkrise konnten sich Banken auf einen funktionierenden Interbankenmarkt verlassen.[10] Vom Interbankenmarkt konnten sie jederzeit und ohne Sicherheiten Bargeld zu marktüblichen Zinsen leihen, sofern ihre Bonität ausreichend war. Nicht umsonst kam Stützel (1964) zu der Aussage „Liquidität folgt Bonität". Damit meinte er, dass solange die Bonität einer Bank hoch genug ist, sie jederzeit Liquidität aus externen Quellen beziehen kann. Sie gilt dann als vertrauenswürdiger Kreditnehmer, sodass andere Banken ihr Geld über den Interbankenmarkt leihen oder andere Finanzmärkte in Anspruch genommen werden können.[11] Da hohe Liquiditätsreserven aufgrund der Opportunitätskosten teuer[12] sind, lohnt sich die Beschaffung der Mittel nach Bedarf. Die Liquidität wird so ständig zwischen den Banken umverteilt, ohne dass einzelne Banken übermäßige Reserven halten müssten. Marktunvollkommenheiten setzen dem Liquiditätsausgleich jedoch Grenzen.[13] Eine Beeinträchtigung des Interbankenmarkts konnte in der Finanzkrise 2007-09 beobachtet werden.[14] Auch die Ergebnisse meines Modells zeigen diesen Zusammenhang. Die Allgemeingültigkeit der Aussage von Stützel wird dadurch infrage gestellt.

Die Finanzkrise begann mit Verwerfungen auf dem US-amerikanischen Hypothekenmarkt im Juni 2007, die aus einer Immobilienblase resultierten. Ratingagenturen stuften Pfandbriefe in großem Umfang herab. Es kursierten bspw. Gerüchte über beträchtliche Verluste zweier Fonds von Bear Stearns, die in Subprime-Hypothekendarlehen investiert hatten. Der Stress sprang schnell auf andere Märkte über, so auch im Juli 2007 auf den Markt für besicherte Geldmarktpapiere (Asset Backed Commercial

[10] Vgl. Furfine, 2002.
[11] Vgl. Stützel, 1964, S. 34.
[12] Andernfalls gäbe es nur liquide Anlagen, Fristentransformationsleistungen wären nicht notwendig, vgl. Tirole, 2010, S. 5.
[13] Vgl. Tirole, 2011, S. 291 f.
[14] Vgl. z. B. BIS, 2008.

Paper, ABCP)[15] mit einem Volumen von 1,2 Billionen Dollar.[16] ABCP waren bis dato eine weitere wichtige Liquiditätsquelle für Banken. Erste Banken bekamen so Refinanzierungsschwierigkeiten.[17]

Durch diese nicht vorhergesehenen Entwicklungen waren die Marktteilnehmer verunsichert. Um die eigene Zahlungsfähigkeit sicherzustellen, fragten sie mehr Liquidität nach. Sie hatten auch als Folge der Gerüchte kein gegenseitiges Vertrauen in die Kreditwürdigkeit mehr. Banken mit überschüssiger Liquidität investierten diese vorzugsweise in sichere Alternativen wie Staatspapiere.[18] Durch die zunächst nur leicht beeinträchtigte Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts wuchs die Besorgnis um die eigene, künftige Liquidität sowie über die Stabilität des Bankensystems als Ganzes.[19] Aufgrund dieser Unsicherheit und des Misstrauens verringerte sich wiederum die Aktivität am Interbankenmarkt. Gleichzeitig stiegen Interbankengeldmarktzinssätze und -risikoprämien an.[20] Um den resultierenden Druck auf dem Interbankenmarkt zu verringern, injizierten die Zentralbanken wiederholt Liquidität in den Markt.[21] Allein am 9. und 10. August 2007 betrugen die Injektionen 95 Mrd. Euro (EZB) und 38 Mrd. Dollar (Fed). Für die britische Hypothekenbank Northern Rock kamen diese Liquiditätsspritzen zu spät. Ausgelöst durch ihre Refinanzierungsschwierigkeiten erlangte sie eine traurige Berühmtheit. Sie wurden mit Bildern bekannt, auf denen etliche Kunden vor den Schaltern Schlange standen, um ihr Geld in Sicherheit zu bringen. Im Zuge ihrer Rettung wurde die Bank verstaatlicht.[22]

Der nächste große Einbruch entstand, als Lehman Brothers am 15. September 2008 Insolvenz anmelden musste. Aufgrund der tatsächlich oder vermeintlich starken Vernetzung der Banken resultierten Ansteckungseffekte dieser Insolvenz. Die Lage spitzte sich also durch den Schock weiter zu. Die Liquiditätskrise verwandelte sich jetzt zu einer allgemeinen Finanzkrise.[23] Zahlreiche Finanzinstitute gerieten in Schieflage. Diverse Länder schnürten Rettungspakete. Zu diesem Zeitpunkt entstand auch der in der Einleitung beschriebene finanzielle Engpass der Hypo Real Estate.[24] Die Probleme auf dem Interbankenmarkt wurden noch massiver. Besonders starke Engpässe zeigten sich bei unbesicherten Geldmarktgeschäften mit längeren Laufzeiten, da diese das höchste Risiko aufweisen.[25] Die Risikoprämien stiegen erneut und die Interbanken- sowie einzelne Wertpapiermärkte wurden illiquide.[26]

---

[15] Vgl. z. B. BIS, 2008, S. 92 ff.
[16] Vgl. BIS, 2008, S. 103.
[17] Vgl. BIS, 2008, S. 99 ff.
[18] Vgl. BIS, 2008, S. 103.
[19] Vgl. BIS, 2008, S. 103.
[20] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2011, S. 57.
[21] Vgl. BIS, 2008, S. 100.
[22] Vgl. BIS, 2008, S. 95.
[23] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2014a, S. 49.
[24] Vgl. BIS, 2009, S. 18.
[25] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2009, S. 94.
[26] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2011, S. 57.

Die Preise von Finanzprodukten wurden in Mitleidenschaft gezogen. Der Effekt wurde durch Notverkäufe zusätzlich verstärkt.[27] In den Wochen nach der Lehman-Insolvenz kam es zu drastischen Kurseinbrüchen und gestiegener Kursunsicherheit auf den Aktienmärkten.[28] Bis Ende Oktober 2008 stürzten sowohl der Dax als auch der Dow Jones um ein Drittel ab.[29]

Da kein Liquiditätsausgleich mehr über den Interbankenmarkt stattfand, reagierte die Europäische Zentralbank (EZB) Mitte Oktober 2008 mit einer Vollzuteilungspolitik als weitere geldpolitische Sondermaßnahme. Es wurden demnach alle Gebote zu einem festgelegten Zinssatz und gegen Sicherheiten bedient. Die Kreditinstitute konnten dadurch selbst über die Liquiditätsmenge am Markt entscheiden. Ihre Liquidität war sichergestellt.[30] Ähnliche Programme wurden auch von der U.S.-Notenbank Federal Reserve (Fed) durchgeführt. Die Sondermaßnahmen führten zu einer Vergünstigung von Zentralbankkrediten und hatten eine stabilisierende Wirkung. Auf der anderen Seite bedeuteten sie ein hohes Maß an überschüssiger Liquidität auf dem Markt. Dies führte wiederum zu einer zusätzlichen Beeinträchtigung des Liquiditätsausgleichs zwischen den Banken.[31] Das Eurosystem übernahm faktisch diesen Liquiditätsausgleich.[32]

Der Abschnitt 2.1 legt dar, wie in der Finanzkrise Schritt für Schritt die Unsicherheit und das Misstrauen der Banken gestiegen ist und dadurch die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts immer mehr beeinträchtigt wurde und sogar zu einem zeitweiligen Versiegen[33] auf dem Interbankenmarkt führte. Diese Unsicherheit ist trotz geldpolitischer Sondermaßnahmen der Zentralbanken geblieben und hat den Markt nachhaltig verändert.[34] Auch nach der Finanzkrise 2007-09 haben sich die Höhe und die Volatilität der Interbankenzinsen noch nicht auf das Maß der Vorkrisenzeit gesenkt.[35] Die Geschäfte haben sich vom unbesicherten zum besicherten Interbankenmarkt verlagert.[36]

Die europäische Bankenregulierung hat seit der Finanzkrise mit der Einführung zweier Liquiditätskennzahlen, der kurzfristigen Liquidity Coverage Ratio[37] (LCR) und der strukturellen Net Stable Funding Ratio[38] (NSFR) den Liquiditätsrisiken eine größere Beachtung geschenkt. Die LCR soll die kurzfristige Widerstandsfähigkeit der Liquidität von Banken stärken, indem sie einen ausreichend

---

[27] Vgl. hierzu Liquiditätsspirale von Brunnermeier, 2009.
[28] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2008a, S. 46.
[29] Der DAX fiel von 6.518 auf 4.296 Punkte, der Dow Jones von 11.572 auf 8.073.
[30] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2009, S. 95 ff.
[31] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2014a, S. 50 ff.
[32] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2008b, S. 24. Für eine Bewertung der geldpolitischen Maßnahmen und einen ausführlichen Überblick über die Finanzkrise siehe Deutsche Bundesbank, 2014a, S. 39 ff.
[33] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2012, S. 173 ff.
[34] Vgl. BIS/BCBS, 2013, S. 11.
[35] Vgl. BIS, 2008, S. 103.
[36] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2009, S. 97 f.
[37] Vgl. Art. 412 CRR.
[38] Vgl. Art. 413 CRR.

hohen Bestand an unbelasteten erstklassigen liquiden Aktiva vorschreibt. Und es konnte tatsächlich auch beobachtet werden, dass Banken ihre Liquiditätsreserven nach deren verbindlichen Einführung erhöht haben.[39] Die NSFR begrenzt Fristentransformationsleistungen sowie das Refinanzierungsvolumen und soll dadurch eine nachhaltige Refinanzierungsstruktur sicherstellen. Sie wurde zunächst nicht als verbindlicher Mindeststandard, sondern als Beobachtungskennzahl umgesetzt.[40] Erst die CRR II legt fest, dass die NSFR ab 28. Juni 2021 verbindlich eingehalten werden muss.[41]

Eine erneute Beeinträchtigung des Interbankenmarkts ließ sich während der Staatsschuldenkrise 2011/12 beobachten.[42] Ebenso wird in der Corona-Krise von Anspannungen auf dem Interbankenmarkt berichtet.[43] Wahrscheinlich wird die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts auch in Zukunft wieder eingeschränkt sein werden.

2.2 Literaturüberblick

2.2.1 Drei Vorbilder

Diesen Abschnitt möchte ich den Vorbildern meiner Dissertation widmen. Es sind Diamond und Dybvig (1983), Allen und Gale (2000a) sowie Heider, Hoerova und Holthausen (2015).

Diamond und Dybvig erklären mit ihrem Modell die Existenz sowohl von Banken als auch von Panik-Runs. Banken transformieren Fristen, indem sie illiquide Investitionen wie z. B. langfristige Kredite an Unternehmen in liquide Bankeinlagen umwandeln. So können gleichzeitig Unternehmen langfristig über die Mittel verfügen und Konsumenten jederzeit kostenlos ihre Einlagen für Konsumzwecke abziehen. Da Konsumenten nicht genau vorhersagen können, wann sie ihre Mittel benötigen, reduziert sich so ihr Risiko. Hier kann man sich z. B. eine Privatperson mit einem älteren Kühlschrank vorstellen. Irgendwann muss der Kühlschrank aufgrund eines Defekts ausgetauscht werden. Bis zu diesem Zeitpunkt kann die Privatperson das Geld verzinslich[44] bei der Bank anlegen und dann bei Bedarf jederzeit abheben. Die Bank weiß, dass ein gewisser Anteil der Einleger seine Mittel nicht abheben wird, der sogenannte Bodensatz. Dieser Bodensatz kann den Unternehmen langfristig zur Verfügung gestellt werden. Um die Einlagenabzüge bedienen zu können, behält die Bank den anderen Anteil in der Kasse. Müsste die Privatperson dagegen ihr Geld direkt in Unternehmen investieren, wäre die vorzeitige Auflösung des Kredits und damit der Investition mit Kosten verbunden ist. Durch

[39] Vgl. EBA, 2013, Abb. 19, S. 28.
[40] Vgl. Erwägungsgrund 111 der CRR.
[41] Vgl. Art. 1 Nr. 116 und Art. 3 CRR II, Art. 428b CRR.
[42] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2014b, S. 31 f.
[43] Vgl. z. B. Kröner/Osman, 2020.
[44] Ja, es gab tatsächlich einmal Zinsen auf kurzfristige Einlagen.

den Umweg über die Bank können diese Kosten verhindert werden. Dies erklärt die Existenz von Banken.

Durch die beschriebene Fristentransformation entstehen aber zwei mögliche Gleichgewichte. Neben dem erwünschten Gleichgewicht gibt es ein zweites, den Panik-Run. Im Modell von Diamond und Dybvig ist die Investition risikolos und die Bank per Annahme zunächst solvent. Wenn jedoch unvorhergesehen alle Einleger ihre Mittel gleichzeitig abziehen, müssen Investitionen aufgelöst und dadurch Produktionen unterbrochen werden. Dies führt zu einem Verlust für die Bank und beeinträchtigt ggf. ihre Bonität. Falls Einleger einen solchen Verlust vermuten, werden sie zum Schalter rennen. Sie heben ihr Geld ab, um möglichst nicht an dem Verlust zu partizipieren. Es gilt auch dann, wenn die Einleger eigentlich noch gar keine Barmittel benötigen. Die Folge des sogenannten Panik-Runs[45] ist die Verhinderung von produktiven Investitionen und der Risikoteilung zwischen den Konsumenten. In Summe führt ein Panik-Run zu einem Wohlfahrtsverlust. Diamond und Dybvig stellen dar, dass der Panik-Run mit einer Einlagensicherung verhindert werden kann.

Der grundsätzliche Modellrahmen meiner Dissertationsschrift orientiert sich am Modell von Diamond und Dybvig. Eine Bank kann einen normierten Betrag aufteilen in eine kurzfristige und eine langfristige Investition. Finanziert wird dies durch Einlagen von Konsumenten, die ihr Geld zu unterschiedlichen Zeitpunkten benötigen. Nach einer Periode ziehen die ersten Einleger ihre Mittel ab, nach einer zweiten die restlichen Einleger. Jeder einzelne Konsument weiß nicht, wann er seine Mittel benötigen wird. Im Aggregat sind jedoch die Anteile der kurzfristigen Einlagenabzüge bekannt. Die Bank teilt die ihr zur Verfügung stehenden Mittel dementsprechend auf die Investitionen auf. Das Modell von Diamond und Dybvig muss zur Beantwortung meiner Forschungsfrage um die Existenz vieler Banken und eines Interbankenmarkts erweitert werden.

Ein solcher Interbankenmarkt wird bei Allen und Gale eingeführt, die Ansteckungseffekte zwischen Banken untersuchen. Die Grundlage des Interbankenmarkts ist, dass eine Unsicherheit des Liquiditätsbedarfs nicht nur auf Ebene der Konsumenten, sondern auch auf Ebene einzelner Regionen[46] bestehen kann. Es gibt demnach Regionen, bei denen viele Einleger einen frühen Konsumbedarf haben, und welche, bei denen es weniger sind. Die Banken einzelner Regionen wissen aber zu Beginn nicht, wie hoch der Einlagenabzug bei ihnen selbst ist. Im Aggregat sind die Einlagenabzüge wiederum bekannt. Allen und Gale lösen das Problem mit Hilfe von gegenseitigen Einlagen der Banken. Dieser

[45] Ein Run entsteht, wenn Einleger am Schalter einer Bank Schlange stehen und Geld abziehen, obwohl es noch nicht für den Konsum oder eine Investition benötigt wird. Bei einer tatsächlichen Bonitätsherabsetzung der Bank wird er als Informations-Run bezeichnet. Liegt die Begründung dagegen nur in Gerüchten oder reiner Besorgnis, dann ist es ein Panik-Run.

[46] Die Regionen können auch als einzelne Banken interpretiert werden.

so entstandene Interbankenmarkt ist eine Art gegenseitige Versicherung gegen einen erhöhten frühzeitigen Liquiditätsbedarf der Banken. Allen und Gale zeigen aber auch, dass unerwartete Schocks auf Systemebene zu Ansteckungseffekten über den Interbankenmarkt führen können. Verluste von einzelnen Banken können so die Ursache einer Systemkrise sein. Der Effekt ist im Modell von Allen und Gale besonders stark bei einer geringen Vernetzung der Banken. Eine starke Vernetzung führt zu einer Risikodiversifikation und kann die Systemkrise verhindern.

Der Interbankenmarkt wird in meiner Dissertation ähnlich modelliert wie beim Vorbild von Allen und Gale. Es besteht eine Liquiditätsunsicherheit einzelner Banken, die durch einen Liquiditätsausgleich zwischen den Banken gemanagt werden kann. Bei Allen und Gale entstehen die Interbankenbeziehungen durch gegenseitige Einlagen bereits zu Beginn[47] vor Bekanntgabe des Liquiditätsbedarfs. Die Banken sichern sich dadurch gegenseitig gegen einen Liquiditätsschock ab. Ich verwende dagegen eine in meinen Augen realistischere Modellierung, bei der die Interbankbeziehungen erst zum Zeitpunkt des Liquiditätsbedarfs[48] durch die Aufnahme eines Interbankenkredits entstehen.

Auch Heider et al. untersuchen den Interbankenmarkt im gleichen Modellrahmen. Wie in meinem Modell entsteht bei ihnen auch der Interbankenmarkt durch Interbankenkredite zum Zeitpunkt des Liquiditätsbedarfs. Sie zeigen, wie das Vorliegen von privaten Informationen über das Risiko der Bankinvestitionen zu einem Problem der Adversen Selektion und im Extremfall zum Horten von Barmitteln führen kann. Zu ihrem Modell liegt die größte Ähnlichkeit vor. Besitzen Banken Investitionen mit einem hohen Ausfallrisiko, führt das zu einer verminderten Bonität und einem erhöhten Insolvenzrisiko der Bank. Die Kreditgeber des Interbankenmarkts können aber die genaue Bonität aufgrund der asymmetrischen Information nicht einschätzen. Sie verlangen daher Durchschnittszinsen. Für Banken mit hoher Bonität können diese zu teuer sein, sodass sie aus dem Interbankenmarkt aussteigen. Die benötigte Liquidität erhalten sie dann über den anteiligen Verkauf der langfristigen Investition. Im Gegensatz zu Diamond und Dybvig, zu Allen und Gale oder zu meinem Modell modellieren Heider et al. als Entscheidungskriterium nicht den Nutzen der Einleger, sondern Bankgewinne.

Die Fragestellung von Heider et al. ist ähnlich auch in meiner Fragestellung enthalten. Sie untersuchen, wann bei Vorliegen von Eigenschaftenunsicherheit über das Ausfallrisiko der Bankinvestitionen der Interbankenmarkt funktionsfähig ist und wann er zusammenbricht. Neben der Eigenschaftenunsicherheit untersuche ich auch Verhaltensunsicherheit in Form von Risikoanreizen. Zudem stehen bei mir nicht Bankgewinne, sondern der Nutzen der Einleger im Mittelpunkt. Damit kann ich

[47] In $t = 0$.
[48] In $t = 1$.

auch die Wirkung auf die Wohlfahrt zeigen. Für mein Vorgehen spricht auch, dass Banken und Unternehmen aufgrund von fehlender Marktmacht infolge des Wettbewerbs keine positiven Gewinne erzielen.

2.2.2 Erklärungsansätze für Interbankenmarktzusammenbrüche

In der theoretischen Literatur sind drei verschiedene Ansätze verbreitet, die einen Zusammenbruch des Interbankenmarkts erklären. Manche der Artikel verwenden dabei auch eine Kombination von verschiedenen Ansätzen.[49] Der Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die drei Ansätze und die dazugehörenden Untersuchungen.

Der erste Ansatz erklärt die Anspannungen auf dem Interbankenmarkt mit Hilfe von asymmetrischen Informationen. Neben meinem Modell sind hier auch die folgenden Untersuchungen anzusiedeln: Heider, Hoerova und Holthausen (2015), Flannery (1996), Caballero und Simsek (2009), Blasques, Bräuning und van Lelyveld (2018), Bruche und Suarez (2010) sowie Kharroubi und Vidon (2008). Bei Heider et al. liegen asymmetrische Informationen bezüglich der Bonität von Kreditnehmern auf dem Interbankenmarkt vor. Dies kann dazu führen, dass die Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität keine Liquidität am Interbankenmarkt nachfragen oder schließlich der Interbankenmarkt sogar vollständig zusammenbricht.[50] Flannery geht davon aus, dass Kreditgeber bei Vorliegen eines exogenen Schocks die Bonität anderer Banken nicht mehr richtig einschätzen können. Dafür müssten sie Informationskosten aufwenden, was sich u. U. nicht lohnt. Es kann dazu führen, dass sie keine Kredite mehr vergeben. Caballero und Simsek sowie Blasques, Bräuning und van Lelyveld untersuchen den Zusammenhang zwischen unvollständigen Informationen über die Investitionseigenschaften und der Überwachung von Interbankenkrediten. Bei Bruche und Suarez liegt die Begründung von Interbankenmarktzusammenbrüchen im Vorhandensein einer Einlagensicherung. In Regionen mit vielen Einlagen können sich Banken aufgrund der Einlagensicherung günstiger refinanzieren. In den anderen Regionen müssen die Banken dagegen teure Interbankenkredite aufnehmen. Dies kann im Ergebnis zu Verwerfungen und im Extremfall, bei Vorliegen eines exogenen Schocks, sogar zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts führen. Im Modell von Kharroubi und Vidon unterliegen manche Banken einem exogenen Schock. Im Falle eines solchen Schocks verliert ihre langfristige Investition ihren Wert. Um den Schock zu überwinden, muss die Bank zusätzliche Mittel aufwenden. Es gibt zwei mögliche Gleichgewichte. Im ersten Gleichgewicht entscheiden sich die Banken bereits zu Beginn für hohe Barmittelreserven. Diese können dann für die Überwindung des Schocks verwendet werden. Im zweiten Gleichgewicht muss die Bank hierfür einen Interbankenkredit aufnehmen. Es

[49] Z. B. Gale/Yorulmazer, 2013.
[50] Für weitere Ausführungen zu Heider et al. siehe Abschnitt 2.2.1.

entsteht ein Moral Hazard-Problem. Die Bank hat keine Anreize, die aufgenommenen Mittel tatsächlich zu investieren. Das zweite Gleichgewicht kann zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts führen. Es ist in guten Zeiten besonders wahrscheinlich.

Asymmetrische Informationen sind m. E. der ursprüngliche Auslöser der Interbankenmarktkrise. Eine wichtige Erweiterung im Vergleich zu den genannten Modellen ist die Untersuchung von Wohlfahrtseffekten. Lediglich Flannery adressiert das Thema Wohlfahrt. Er modelliert negative Wohlfahrtseffekte indem er annimmt, dass bei einem Schock Informationskosten entstehen. Ich stelle allerdings infrage, ob tatsächlich ein negativer Wohlfahrtseffekt aus dem Zusammenbruch des Interbankenmarkts resultiert. Die meisten Untersuchungen konzentrieren sich auf die Eigenschaftenunsicherheit der Bankaktiva. Ich untersuche zusätzlich auch das Problem der Verhaltensunsicherheit. Dieses steht nur bei Kharroubi und Vidon im Fokus. Im Gegensatz zu ihnen benötige ich aber für die Erklärung von Interbankenmarktzusammenbrüchen keinen zusätzlichen exogenen Schock auf Systemebene.

Der zweite Erklärungsansatz beschreibt Liquiditätshorten als Vorsichtsmaßnahme gegen die mögliche, eigene Illiquidität. Er zeigt Banken, die die sichere Liquidität einer möglichen Illiquidität oder hohen Refinanzierungskosten vorziehen. In diesem Ansatz sind Banken über die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts nicht mehr sicher. Sie vermuten einen möglichen Zusammenbruch. Als Folge ist die eigene Refinanzierung unsicher oder teuer, weshalb sie Barmittel horten. Ohne weitere Faktoren entstehen bei diesem Erklärungsansatz multiple Gleichgewichte. Die beiden möglichen Gleichgewichte sind Funktionieren des Interbankenmarkts und Zusammenbruch. Der Ansatz wird von folgenden Artikeln untersucht: Gale und Yorulmazer (2013), Malherbe (2014), Acharya und Skeie (2011), Gai und Kapadia (2010), Caballero und Krisnhamurthy (2008), Zawadowski (2011) sowie Kharroubi (2015). Acharya und Skeie kombinieren den Erklärungsansatz mit einem Moral Hazard-Problem der Banken mit Liquiditätsüberschuss, das zu späteren eigenen Refinanzierungsschwierigkeiten führen kann. Malherbe kombiniert den Erklärungsansatz mit einem Adverse Selektion-Problem auf dem Sekundärmarkt. In meinem Modell ist die Menge der liquiden Mittel endogen. Da Banken ex ante hohe Barmittel halten können, um die Abhängigkeit vom Interbankenmarkt zu vermeiden, beinhaltet mein Modell auch diesen zweiten Erklärungsansatz.

Beim dritten Ansatz werden Anspannungen auf dem Interbankenmarkt auf die möglichen Gewinne aus Notverkäufen[51] anderer, illiquiden Banken zurückgeführt. Anstatt Banken in Liquiditätsnot mit

[51] Auch unter Fire Sales bekannt. Für eine Erklärung des Mechanismus, der zu Notverkäufen führt, vgl. Brunnermeier, 2009.

Interbankenkrediten auszuhelfen, spekulieren Banken mit überschüssiger Liquidität auf deren Notverkäufe. Die Liquiditätskrise zwingt die Banken dann, Aktiva unter ihrem Wert zu verkaufen. Die Banken mit Liquiditätsüberschuss sind bei diesem Ansatz auf der Suche nach Gewinnmöglichkeiten. Folgende Artikel beschäftigen sich mit dem Erklärungsansatz: Gale und Yorulmazer (2013), Acharya, Shin und Yorulmazer (2009, 2010), Acharya, Gromb und Yorulmazer (2011), Diamond und Rajan (2011) sowie Guembel und Sussman (2012). Die Spekulation auf Notverkäufe stellt eine kurzfristige Reaktion auf eine nahende Krise dar. Sie verstärkt die Auswirkungen der Krise, ist aber m. E. nicht deren ursprünglicher Auslöser. In meinem Modell gehe ich auf dieses Spekulationsverhalten nicht ein.

2.2.3 Weitere verwandte Modelle

Es gibt auch weitere Modelle, zu denen mein Modell eine Verwandtschaft aufweist.

Das Problem der Adversen Selektion auf dem Interbankenmarkt untersuchen auch Freixas und Jorge (2008), Freixas und Holthausen (2004), Baglioni (2012) sowie Jorge und Kahn (2014). Bei ihnen ist es jedoch nicht das Ziel zu zeigen, wann ein Zusammenbruch des Interbankenmarkts vorliegen kann. Bei Freixas und Jorge führt das Vorliegen von Adverser Selektion zu einer verminderten Kreditvergabe an Unternehmen. Freixas und Holthausen untersuchen Adverse Selektion im Hinblick auf die Integration von Finanzmärkten. Baglioni untersucht die Auswirkungen auf die Interbankenzinssätze. Im Ergebnis sind langfristige Interbankenkredite mit einem höheren Zinssatz verbunden als kurzfristige. Bei Jorge und Kahn stehen die Geldpolitik und die effektive Allokation der Liquidität im Mittelpunkt der Untersuchung.

Das Moral Hazard-Problem auf dem Interbankenmarkt wird von Brusco und Castiglionesi (2007) untersucht. Im Fokus stehen wie bei Allen und Gale (2000a) mögliche Ansteckungseffekte zwischen Regionen. Aufgrund des Moral Hazard-Problems ist es allerdings im Gegensatz zum Ergebnis von Allen und Gale besser, wenn die Regionen untereinander nur gering vernetzt sind.

Für das Thema Moral Hazard und Risikoanreize gibt es unabhängig von Interbankenmarktuntersuchungen verschiedene Literaturstränge. Ganz allgemein zeigen z. B. Jensen und Meckling (1976), dass die beschränkte Haftung zu einer Risikoüberwälzung und zu Agency Kosten führt. Das Problem der Risikoanreize wird auch in der Literatur über die Einlagensicherung beschrieben. Als Beispiele sind hier Keeley (1990) oder Cooper und Ross (2002) zu nennen. Auch bei staatlichen Rettungsmaßnahmen und der Too Big To Fail-Problematik[52] liegen zu hohe Risikoanreize vor, siehe z. B. Gale und Vives (2002).

Neben den hier vorgestellten Untersuchungen gibt es auch einen großen Literaturteil über Anspannungen auf dem Sekundärmarkt. Ein guter Überblick über theoretische und empirische Analysen findet sich z. B. bei Allen, Babus und Carletti (2009).

2.2.4 Empirische Studien

Im Folgenden werden empirische Studien kurz vorgestellt, die sich mit der Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts insbesondere in der letzten Finanzkrise beschäftigen.

Folgende Untersuchungen analysieren den Interbankenmarkt im US-amerikanischen Raum: Berrospide (2012), Ashcraft, McAndrews und Skeie (2009), Kuo et al. (2014), Afonso, Kovner und Schoar (2013) sowie Flannery, Kwan und Nimalendran (2013). Berrispode zeigt mit seiner Untersuchung, dass amerikanische Banken während der Krise vermehrt liquide Mittel hielten. Gemäß der Untersuchung von Ashcraft, McAndrews und Skeie ist dieses Liquiditätshorten auf eine Absicherung gegen eigene, spätere Liquiditätsschocks zurückzuführen. Kuo et al. finden eine erhöhte Varianz der Interbankenzinsen sowie eine Verkürzung der Laufzeiten und eine Verringerung des Volumens. Laut der Untersuchung von Afonso, Kofner und Schoar war der Interbankenmarkt in der Finanzkrise deutlich gestresst, aber nicht vollständig zusammengebrochen. Flannery, Kwan und Nimalendran zeigen, dass die Intransparenz der Banken in der Finanzkrise im Vergleich zu davor gestiegen ist, was mit einer Unsicherheit über die Zusammensetzung der Portfolios der anderen Banken zusammenhängt.

Die folgenden Untersuchungen sind im europäischen Raum anzusiedeln: Gabrieli und Georg (2014), Angelini, Nobili und Picillo (2011), Brossard und Saroyan (2016), Mutu und Corovei (2013), Acharya und Merrouche (2012), Iyer et al. (2013), De Haan und van den End (2013) sowie Bräunung und Fecht (2017). Gemäß der Untersuchung von Gabrieli und Georg war die Kreditvergabe auf dem Interbankenmarkt bereits vor der Insolvenz von Lehman Brothers eingeschränkt, durch die Insolvenz stiegen die Anspannungen auf dem Interbankenmarkt weiter an. Angelini, Nobili und Picillo unterscheiden bei den Interbankenzinssätzen den plötzlichen Anstieg in der Krise und die anschließende, eher kleine Varianz. Ersteres führen sie auf Marktfaktoren zurück, letzteres auf bankspezifische Faktoren wie Kreditwürdigkeit. Brossard und Saroyan finden heraus, dass die Interbankzinssätze vom

[52] Darunter ist das Problem zu verstehen, dass Unternehmen oder Banken aufgrund ihrer Größe wichtig für die Wirtschaft eines Landes sind. Sie vermuten, dass sie im Ernstfall vom Staat gerettet werden, und gehen dadurch höhere Risiken ein als wohlfahrtsoptimal wäre.

Ausfallrisiko, von Marktunvollkommenheiten, aber auch vom eigenen Liquiditätsrisiko abhängen. Die Untersuchung von Mutu und Corovei vergleicht zwei Motive, die zum Liquiditätshorten führen können: Vorsichtsmaßnahmen für eigenen, zukünftigen Liquiditätsbedarf und Spekulation auf Notverkäufe. Im Ergebnis sind Vorsichtsmaßnahmen das dominante Motiv. Dies spiegelt auch die Untersuchung von Acharya und Merrouche wider, die die angestiegene Liquiditätsnachfrage sowie die erhöhten Geldmarktzinsen im Vereinigten Königreich auf das Vorsichtsmotiv zurückführen. Gemäß Iyer et al. haben in Portugal gerade die Banken mit einer hohen Abhängigkeit vom Interbankenmarkt ihre Kreditvergabe stark eingeschränkt, was ebenfalls auf das Vorsichtsmotiv hinweist und vermuten lässt, dass die Banken von einem möglichen Zusammenbruch des Interbankenmarkts ausgingen. De Haan und van den End finden dagegen für den niederländischen Bankenmarkt, dass die erhöhten liquiden Mittel von Banken mit Notverkäufen als Folge von Liquiditätsengpässen von Banken einhergehen. Sie sprechen sich für das Fire Sales-Motiv aus. Bräuning und Fecht untersuchen den deutschen Interbankenmarkt und zeigen, dass Relationship Lending hier eine wichtige Rolle spielt. Die Beziehung zwischen zwei Banken kann dazu führen, dass einer Bank mehr Liquidität zu einem günstigeren Preis verliehen wird.

Die meisten empirischen Untersuchungen beschäftigen sich mit den Reaktionen der Banken auf eine nahende oder bereits bestehende Interbankenmarktkrise. Sie nehmen daher eher eine kurzfristige Sichtweise über die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts ein. Ich beschäftige mich mit der Frage des ursprünglichen Auslösers einer solchen Krise. Für die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts stellen Flannery, Kwan und Nimalendran die Bedeutung der Transparenz und Bräunung und Fecht (2017) die Bedeutung der Beziehung zwischen den Banken („Relationship Lending“) heraus. Beides sind wichtige Indizien für die Existenz von asymmetrischen Informationen im Interbankenmarkt.

3 Einführung Modellwelt

3.1 Grundlagen und Akteure des Modells

In diesem Kapitel lege ich zunächst die Grundlagen des Modells dar. Der Interbankenmarkt wird mit drei Partialmodellen untersucht. Diese haben zwar unterschiedliche Ausprägungen, bedienen sich aber einer gemeinsamen Modellwelt. Sie wird hier vorgestellt. Auch erste Zwischenergebnisse werden gezogen, die für die gesamte Modellwelt gelten. In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Akteure und Schauplätze des Modells vorgestellt. Eine kurze Zusammenfassung der zentralen Annahmen folgt nach jedem Abschnitt.

Banken können ihren Liquiditätsbedarf über drei Wege managen. Sie können bereits zu Beginn genügend Barmittel in der Kasse halten, sie können zum Zeitpunkt des Liquiditätsbedarfs einen Teil ihrer Investition verkaufen oder sie können einen Interbankenkredit aufnehmen, falls ein Angebot besteht. Im Fall von überschüssigen Barmitteln können Banken diese entweder in der Kasse behalten oder sie zinsbringend am Interbankenmarkt verleihen, sofern Interbankenkredite nachgefragt werden.

Im ersten Partialmodell wird der Interbankenmarkt bei vollständigen Informationen hinsichtlich der Investitionen untersucht. Bei den beiden darauffolgenden Partialmodellen liegen asymmetrische Informationen über die Investitionen der Banken vor. Diese beeinflussen die Refinanzierungsmöglichkeiten auf dem Interbankenmarkt und können dessen Entstehung verhindern. Im zweiten Partialmodell liegt der Fokus auf unterschiedlichen und exogenen Ausfallrisiken, die zu einem Problem der Adversen Selektion führen können. Im dritten Partialmodell kann das Risiko endogen beeinflusst werden, was ein Moral-Hazard-Problem zur Folge haben kann.

Einleger: Die Privateinleger bzw. Konsumenten sind risikoneutral, unwissend und treffen selbst keine Entscheidungen. Einleger-Runs sind ausgeschlossen.[53] Je nach Konsumbedarf ziehen die Einleger ihre Mittel entweder bereits nach einer Periode (kurzfristige Einleger) oder erst am Ende nach zwei Perioden (langfristige Einleger) ab. Zu Beginn kennt aber niemand den Zeitpunkt des individuellen Konsumbedarfs. Bei Abzug nach einer Periode erhalten die Einleger einen sicheren[54] kurzfristigen Einlagenverzinsungsfaktor von $d_1 \geq 1$. Die vollständigen Überschüsse einer Bank zum Ende der zweiten Periode gehen an die langfristigen Einleger über. Da aufgrund des Wettbewerbs weder Banken noch Unternehmen positive Gewinne erzielen, ist der erwarteten Konsums der gesamten Einleger mit der Wohlfahrt gleichzusetzen.

Der kurzfristige Einlagenverzinsungsfaktor beträgt $d_1 \geq 1$.

Banken: Der Begriff Bank wird als Oberbegriff für alle Kreditinstitute verwendet. Banken sind Liquiditätsbereitsteller. Sie erwirtschaften selbst keine Gewinne, sondern handeln als Finanzintermediäre im Interesse der Einleger. Aus Einfachheitsgründen werden Bankmanager und Eigentümer im Folgenden als eine Person behandelt und als „Bank“ bezeichnet. Banken entscheiden sich, wie u. a.[55] bei Diamond und Dybvig (1983)[56] für die Strategie, die zum höchsten erwarteten Konsum und damit zum höchsten Nutzen der Einleger führt. Sie unterliegen der beschränkten Haftung und finanzieren

[53] Einleger-Runs werden ausgeschlossen, da sie nicht im Untersuchungsmittelpunkt stehen. Der Ausschluss von Runs kann z. B. mit der Existenz einer Einlagensicherung erklärt werden. Für eine Diskussion der Annahme siehe Abschnitt 7.3.
[54] Eine Zahlungsunfähigkeit in t = 1 wird per Annahme ausgeschlossen.
[55] Weitere Beispiele sind Allen/Gale, 2000a; Gale/Vives, 2002; Brusco/Castiglionesi, 2007.
[56] Vgl. Diamond/Dybvig, 1983, S. 405 f.

sich ausschließlich aus Fremdkapital. In t = 0 stehen jeder Bank Einlagen in Höhe eines normierten Betrags einer Einheit zur Verfügung. In t = 1 können sie die Mittel durch die Aufnahme eines Interbankenkredits ergänzen.

Es gibt zwei Typen von Banken. Bei ihnen liegen unterschiedlich hohe kurzfristige Einlagenabzüge vor. Mit der Wahrscheinlichkeit ω ist eine Bank vom Typ H („high"). Bei diesen Banken zieht ein hoher Anteil δ_H der Konsumenten seine Einlagen nach einer Periode ab. Mit der Gegenwahrscheinlichkeit liegt Typ L („low") vor. Bei Banktyp L ist es ein niedrigerer Anteil von $\delta_L < \delta_H$, der seine Barmittel nach einer Periode abzieht. Der erwartete Einlagenabzug nach einer Periode ist definiert als $\delta = E(\delta) = \omega\delta_H + (1-\omega)\delta_L$. Der restliche Anteil $(1-\delta)$ der Einleger erhält in t = 2 die verbliebenen Mittel. Im zweiten Partialmodell mit Adverser Selektion liegt zudem eine Einteilung vor in ξ Banken mit einer riskanten Investition X und $1-\xi$ Banken mit einer sicheren Investition Y. Die Verteilung der Investitionsrisiken ist unabhängig von der Verteilung der Konsumpräferenzen. Die Banken wissen zu Beginn nicht, welchem Banktyp sie angehören. Das kann zum Liquiditätsengpass einer Bank führen. Der individuelle Liquiditätsabzug sowie der Investitionstyp offenbaren sich einer Bank erst nach einer Periode, bleibt aber der Öffentlichkeit verborgen. Es liegt keine aggregierte Unsicherheit vor. Die Ex-ante-Wahrscheinlichkeiten für einen Banktyp entsprechen den Ex-post-Anteilen am Gesamtmarkt. Im Gegensatz zu Diamond und Dybvig (1983) oder Allen und Gale (2000a) entsteht an dieser Stelle also kein zusätzlicher Schock auf Systemebene. Eine strategische Insolvenz der Banken ist zudem ausgeschlossen. Zusammengefasst gibt es im zweiten Partialmodell vier Banktypen, im ersten und dritten Partialmodell dagegen zwei. Es gibt

ω Banken H mit hohem frühem Einlagenabzug und $1-\omega$ Banken L mit niedrigem;

ξ Banken X mit riskanter Investition und $1-\xi$ Banken Y mit sicherer.

Beide Verteilungen sind unabhängig voneinander.

Der frühe Einlagenabzug in t = 1 einer Bank j ist

$$\delta_j = \begin{cases} \delta_H, & zu\ \omega \\ \delta_L, & zu\ 1-\omega. \end{cases}$$

Der erwartete kurzfristige Einlagenabzug ist

$$\delta = E(\delta) = \omega\delta_H + (1-\omega)\delta_L.$$

Investitionen - Kredite an Unternehmen und Barmittel: Banken können ihre zur Verfügung stehenden Mittel auf zwei unterschiedliche Anlageformen aufteilen: eine langfristige, illiquide und eine kurzfristige, liquide Form. Die Öffentlichkeit kann nicht beobachten, wie eine Bank ihre Mittel investiert. Die kurzfristige und liquide Investition erwirtschaftet keine positive Rendite und kann jederzeit ohne direkte Kosten verwendet werden. Sie steht z. B. für Bargeld, Zentralbankeinlagen oder eine liquide Form eines sicheren Wertpapiers. Im Folgenden wird sie als Barmittel oder Kassenhaltung c bezeichnet. Die langfristige und illiquide Investition (Anteil $1 - c$) erwirtschaftet bei Durchhalten bis zum Ende und Erfolg der Investition einen positiven Rückfluss $r_j > 1$. Mit der Wahrscheinlichkeit p_j („Probability of Default") führt die Investition jedoch zum Misserfolg und fällt vollständig aus, mit $0 \leq p_j < 1$. Der Ausfall der Investition führt zur Insolvenz der Bank. Es besteht keine Abhängigkeit zwischen dem Erfolg der Investitionen unterschiedlicher Banken.[57] Im Aggregat über alle Investitionen bzw. Banken hinweg entspricht die Rückzahlung dem Erwartungswert. Der Kapitalwert ist zum Investitionszeitpunkt (t = 0) positiv. Die langfristige Investition steht z. B. für Kredite an Unternehmen, Immobilien oder illiquide Formen von Wertpapieren. In den ersten beiden Partialmodellen sind Rendite r_j und Risiko p_j exogen, im dritten dagegen durch die Bank beeinflussbar. Ein frühzeitiger Abbruch oder (Not-)Verkauf ist schädlich. Es entstehen Liquidationskosten. Der Rückzahlungsbetrag ist dann niedriger als der ursprüngliche Investitionsbetrag. Die Liquidationserlöse sind unabhängig vom Investitionstyp $s < 1$. Die Auszahlung der langfristigen Investition j beträgt

bei vorzeitiger Liquidation in t = 1 den anteiligen Erlös $s < 1$

und bei Durchhalten bis t = 2 $\begin{cases} r_j, & zu\ 1 - p_j \\ 0, & zu\ p_j \end{cases}$

mit $r_j > 1$ und $0 \leq p_j < 1$.

Die Kassenhöhe beträgt c, Barmittel verzinsen sich nicht.

Interbankenmarkt: Der Interbankenmarkt besteht aus unendlich vielen Banken ohne Marktmacht mit dem Gesamtgewicht eins, die grundsätzlich identisch sind. Der einzige Unterschied zwischen den Banken ist die Höhe des Liquiditätsabflusses in t = 1. Nur beim zweiten Partialmodell gibt es die zusätzliche Unterscheidung der Banken anhand ihrer Investition. Auf dem Interbankenmarkt entsteht ein einheitlicher Zinssatz i, der Arbitragegeschäfte ausschließt und von einzelnen Banken nicht beeinflusst werden kann. Die Höhe des Zinssatzes bestimmt sich nach dem Wohlfahrtsoptimum. Eine Limitierung der Kreditvolumina von Schuldnerbanken ist durch einzelne Banken aufgrund der fehlenden Marktmacht nicht möglich. Der Interbankenmarkt dient lediglich zum Ausgleich von Liquiditätsschwankungen und nicht zum Generieren weiterer Gewinne. Banken entscheiden nur, ob sie bei

[57] Hier liegt z. B. ein Unterschied zum Modell von Brusco/Castiglionesi, 2007 vor.

einem gegebenen Zins dem Interbankenmarkt beitreten oder nicht. Gemäß der Markträumungsbedingung müssen sich aufgenommenes und vergebenes Kreditvolumen entsprechen. Falls die langfristige Investition einer Kreditnehmerbank erfolglos bleibt, hält sie keine werthaltigen Aktiva mehr. Der Interbankenkredit fällt dann ebenfalls zu 100% aus.[58] Die Ausfallwahrscheinlichkeit der Interbankenkredite beträgt p_{-j}. Alle Kreditnehmerbanken gehen mit allen Kreditgeberbanken eine Interbankbeziehung mit identischem Volumen ein. So diversifizieren sich die Kreditgeberbanken und es entsteht durch den Ausfall einer einzelnen Bank kein Ansteckungseffekt zwischen den Banken. In Summe entspricht nach dem Gesetz der großen Zahlen der Rückzahlungsbetrag dem Erwartungswert. Hierin liegt ein Unterschied zu Allen und Gale (2000a) oder Brusco und Castiglionesi (2007), die mit ihrem jeweiligen Modell gezielt Ansteckungseffekte untersuchen. Die Kreditgeberbanken kalkulieren bei der Kreditvergabe nicht mit dem Nominalzins, sondern mit dem erwarteten Zins.

Die Interbankenzinsen betragen $i \geq 1$,

die Ausfallwahrscheinlichkeit der Interbankenkredite ist p_{-j}.

Aus folgendem Grund spielt die Befriedigungsreihenfolge der Gläubiger keine Rolle. Es gibt Banken mit Liquiditätsüberschuss und mit Liquiditätsdefizit. Erstere vergeben Interbankenkredite. Ihre Gläubiger bestehen nur aus den Einlegern. Da Einleger risikoneutral sind und Einleger-Runs ausgeschlossen wurden, ist die Auszahlungsreihenfolge für Banken mit Liquiditätsüberschuss bedeutungslos. Der erwartete Konsum ist gleich hoch, egal ob eine Gläubigergleichbehandlung oder das Prinzip „Wer zuerst kommt, mahlt zuerst“ herrscht. Die Gläubiger der Banken mit Liquiditätsdefizit setzen sich aus Einlegern und Banken zusammen. Wenn ihre Bankinvestition zu 100% ausfällt, bestehen keine werthaltigen Aktiva mehr, die verteilt werden könnten.

3.2 Zeitlicher Ablauf der Handlungen

Entscheidungen: Das Modell besteht wie bei Diamond und Dybvig (1983) aus zwei Perioden mit drei Zeitpunkten, t = $\{0, 1, 2\}$. Die Banken sind Finanzintermediäre und handeln im Interesse der Einleger. Es gibt bis zu vier Entscheidungsstufen. Zunächst entscheiden die Banken, wie sie ihre Mittel auf die kurzfristigen und langfristigen Einleger aufteilen. Sie legen den Zinssatz für die kurzfristigen Einlagen d_1^* fest (Entscheidungsstufe 1). Die nach Auszahlung der kurzfristigen Einleger verbliebenen Mittel erhalten die langfristigen Einleger am Ende in t = 2. In t = 0 entscheiden die Banken als nächstes, wie sie ihre Mittel auf die möglichen Investitionen aufteilen. Sie legen ein Volumen von c^* in die Kasse und investieren den Rest langfristig (Entscheidungsstufe 2). In t = 0 wissen die

[58] Aufgrund der Kosten nehmen Banken nur einen Kredit auf, wenn sie keine Barmittel mehr übrighaben.

Banken noch nicht, welchem Banktyp sie angehören. Aus diesem Grund maximieren sie bei den ersten beiden Entscheidungsstufen den erwarteten Konsum der gesamten Einleger $E(D)$.

Da aufgrund des Wettbewerbs weder Banken noch Unternehmen positive Gewinne erwirtschaften, besteht die Wohlfahrt aus dem Nutzen der Einleger. Die Banken maximieren bei den Entscheidungen zum Zeitpunkt t = 0 also nicht nur den erwarteten Konsum[59] der Einleger, sondern auch die Wohlfahrt im Rahmen ihrer Möglichkeiten.

In t = 1 zieht der erste Anteil der Einleger seine Mittel ab. Dadurch erfahren die Banken, ob dies bei ihnen ein hoher oder ein niedriger Anteil ist. Im zweiten Partialmodell erhalten die Banken zu diesem Zeitpunkt auch die Informationen über die Eigenschaften ihrer Investition. Die Informationen bleiben der Öffentlichkeit verborgen. Nachdem die Bank j erfahren hat, wie hoch ihr Anteil der kurzfristigen Einleger ist, kennt sie ihren Liquiditätsbedarf. Sie weiß, ob sie Barmittel übrighat oder welche benötigt. Im Interbankenmarktmodell kann sie jetzt entscheiden, ob sie dem Interbankenmarkt beitreten möchte (Entscheidungsstufe 3).

Falls Banken Barmittel benötigen, können sie diese entweder durch Aufnahme eines Interbankenkredits $\mathscr{b}_j$ („borrowing“) oder durch den anteiligen Verkauf ihrer langfristigen Investition mit der Liquidationsquote λ_j generieren. Falls der Interbankenzinssatz unter der Zinsobergrenze i_{max} liegt, entscheiden sie sich für die Kreditaufnahme. Bei $i > i_{max}$ ist der anteilige Verkauf der Investition günstiger. Banken, die Barmittel übrighaben, entscheiden sich für die Vergabe eines Interbankenkredits ℓ_j („lending“) oder für das Behalten der Barmittel mit der Kassenrestwertquote κ_j. Kredite werden vergeben bei Zinsen über der Zinsuntergrenze i_{min}. Bei $i < i_{min}$ lohnt sich stattdessen die Kassenhaltung. Der Interbankenmarkt entsteht mit wohlfahrtsmaximalen Zinsen i^*, falls er sich für beide Seiten lohnt.

Im dritten Partialmodell erfolgt anschließend eine weitere Entscheidung. Die Banken entscheiden sich, wie viele Risiken p_j^* sie eingehen (Entscheidungsstufe 4). Mit höheren Risiken sind höhere Renditen r_j^* möglich. Da zum Zeitpunkt t = 1 der Banktyp bekannt ist, maximieren die Banken in den Entscheidungsstufen 3 und 4 den erwarteten Konsum ihrer eigenen Einleger $E(D_j)$. Es wird demnach nicht der erwartete Konsum aller Einleger $E(D)$ maximiert. Diese beiden Entscheidungen müssen daher nicht dem Wohlfahrtsoptimum entsprechen.

[59] Die Begriffe Nutzen und erwarteter Konsum werden synonym verwendet.

In t = 2 werden keine Entscheidungen mehr getroffen. Zum Schluss stellt sich heraus, ob die langfristige Investition erfolgreich war. Anschließend werden, sofern möglich, die Interbankenkredite zurückbezahlt. Die langfristigen Einleger erhalten die verbliebenen Mittel.

Das mehrstufige Modell wird per Rückwärtsinduktion gelöst.

An dieser Stelle neu definiert wurden

Interbankenkreditvolumen ℓ_j für Gläubiger und $\mathcal{b}_j$ für Schuldner,

die Liquidationsquote λ_j,[60] die Kassenrestwertquote κ_j.[61]

Zusammengefasst ist die Handlungsreihenfolge:

<u>Zeitpunkt t = 0:</u>

Entscheidungsstufe 1: Die Banken entscheiden über die Einlagenzinssätze.

$Max\ E(D) \rightarrow d_1^*.$

Entscheidungsstufe 2: Die Banken entscheiden, welchen Anteil sie liquide und welchen sie langfristig anlegen.

$Max\ E(D) \rightarrow c^*.$

<u>Zeitpunkt t = 1:</u>

Früher Einlagenabzug: Die kurzfristigen Einleger ziehen ihre Mittel ab.

Die Banken erfahren ihren Banktyp.

Entscheidungsstufe 3: Die Banken entscheiden, ob sie bei gegebenen Zinsen dem Interbankenmarkt beitreten.

Bei einem Liquiditätsüberschuss gilt: $Max\ E(D_j) \rightarrow i_{min},$

Bei einem Liquiditätsdefizit gilt: $Max\ E(D_j) \rightarrow i_{max},$

---

[60] Falls Barmittel benötigt werden, kann von der langfristigen Investition ein Anteil λ_j verkauft werden.

[61] Falls die Bank Barmittel übrighat, behält sie von der ursprünglichen Kassenhöhe c den Anteil von κ_j bis zum Schluss in der Kasse.

Der Interbankenmarkt entsteht bei $i_{min} \leq i_{max}$ mit

wohlfahrtsoptimaler Zinshöhe: $Max\ E(D) \rightarrow i^*$.

Entscheidungsstufe 4: Die Banken entscheiden sich für eine Kombination aus Risikohöhe und möglicher Rendite.

$Max\ E(D_j) \rightarrow p_j^*, r_j^*$.

<u>Zeitpunkt t = 2:</u>

Auflösung Bekanntgabe des Investitionserfolgs. Rückzahlung der Interbankenkredite.

Später Einlagenabzug: Auszahlung der langfristigen Einleger.

In Entscheidungsstufe 1 wählen die Banken die Kassenhöhe, die zum Zeitpunkt t = 0 optimal ist. Aufgrund der Liquiditätsunsicherheit gilt aber mindestens für einen Banktyp, dass die Barmittel nicht dem tatsächlichen **Liquiditätsbedarf** der Bank entsprechen und sich die Kassenhöhe ex post als nicht optimal erweist. Bei $c = \delta_j d_1$ liegt bei Banktyp j eine ausgeglichene Liquidität vor, bei $c < \delta_j d_1$ ein Liquiditätsdefizit und bei $c > \delta_j d_1$ ein Liquiditätsüberschuss. Aufgrund der damit verbundenen Kosten nehmen nur Banken mit Liquiditätsdefizit Interbankenkredite auf oder liquidieren ihre langfristige Investition. Nur Banken mit Liquiditätsüberschuss behalten Barmittel in ihrer Kasse oder vergeben Interbankenkredite.[62]

Da die Höhe des individuellen Liquiditätsbedarfs zu Beginn noch nicht bekannt ist, können den Banken Kosten entstehen. Die Höhe der Kosten wird bei der Entscheidung über die Kassenhaltung berücksichtigt. Bei der Wahl einer Kassenhöhe, die möglicherweise zum anteiligen Verkauf der langfristigen Investition führen kann, entstehen **Liquidationskosten $\boldsymbol{K_l}$**. Bei der Wahl einer Kassenhöhe, bei der Barmittel bis zum Schluss ungenutzt in der Kasse bleiben, entstehen **Kosten der entgangenen Rendite $\boldsymbol{K_e}$**. Die Kosten je Volumen v betragen

$$K_l = v * \frac{1-s}{s} E(r),$$

$$K_e = v * (E(r) - 1).$$

[62] Die Zinsen eines Interbankenkredits sind nie so hoch, dass es sich lohnt die langfristige Investition zu liquidieren und anschließend einen Kredit zu vergeben. In diesem Fall würde es keine Nachfrage nach Interbankenkrediten geben.

Ein anteiliger Verkauf der langfristigen Investition ist ggf. bei zu niedrigen Barmitteln notwendig. Um das Volumen von v zu erhalten, muss eine Bank $\frac{v}{s}$ der Investition verkaufen. Hätte sich die Bank dagegen in t = 0 für genug Barmittel entschieden, dann hätte sie ein um v geringeres Volumen investiert. Ein Liquiditätsdefizit in t = 1 bedeutet für die Entscheidung zum Zeitpunkt t = 0, dass die erwartete Rendite $E(r)$ auf ein um $\left(\frac{v}{s} - v\right)$ geringeres Volumen gezahlt wird. Daher betragen die Liquidationskosten zum Zeitpunkt der Kassenentscheidung $K_l = \left(\frac{v}{s} - v\right) * E(r)$.

Wenn bei Banken Barmittel bis zu t = 2 übrigbleiben, entstehen ihnen Kosten der entgangenen Rendite. Sie hätten die Barmittel gewinnbringend anlegen können. Auf das überschüssige Barmittelvolumen v erhält die Bank die Rückzahlung von eins anstelle der erwarteten Rendite $E(r)$. Daher gilt $K_e = v * (E(r) - 1)$.

Jedes Partialmodell besteht aus einem **Referenzmodell** sowie einem Interbankenmodell. Im Referenzmodell entsteht per Annahme kein Interbankenmarkt. Die zuvor beschriebene Entscheidungsstufe 3 über die Teilnahme am Interbankenmarkt entfällt. Es gibt keine Interbankenkredite, daher gilt im Referenzmodell $\mathscr{b}_j = \ell_j = 0$. Banken verkaufen im Referenzmodell bei einem Liquiditätsdefizit immer einen Teil ihrer langfristigen Investition und behalten bei einem Liquiditätsüberschuss stets ihre Barmittel in der Kasse. Die Liquidationsquote λ_j bzw. Kassenrestwertquote κ_j ergibt sich im Referenzmodell direkt aus der Budgetrestriktion. Gründe für das Fehlen des Interbankenmarkts können hohe Transaktionskosten oder Eintrittsbarrieren sein. Das Referenzmodell dient aber nicht nur dem späteren Vergleich, sondern ist auch Teil des Interbankenmodells selbst. Es zeigt das Gleichgewicht, falls im Interbankenmodell kein Interbankenmarkt entsteht.

3.3 Konsumgleichungen und Nebenbedingungen

In den unterschiedlichen Entscheidungsstufen gibt es verschiedene **Konsumfunktionen**, die zu beachten sind.

Im Fall eines Liquiditätsüberschusses von Bank j in t = 1 lautet die Konsumfunktion

$$E(D_j) = \delta_j d_1 + (1 - p_j)(1 - c)r_j + c\kappa_j + (1 - p_{-j})\ell_j i.$$

Die Konsumfunktion ist die Summe aus der Rückzahlung an die kurzfristigen Einleger $\delta_j d_1$ und an die langfristigen. Die Auszahlung an die langfristigen Einleger setzt sich aus verschiedenen Punkten zusammen. Die langfristige Investition generiert mit der Wahrscheinlichkeit $1 - p_j$ eine Zahlung.

Zusätzlich erhalten die Einleger die verbliebenen Barmittel sowie die Zahlungen aus den vergebenen Interbankenkrediten, die mit der Erfolgswahrscheinlichkeit $1 - p_{-j}$ zu gewichten sind.

Bei einer Bank j mit Liquiditätsdefizit erhalten die Einleger

$$E(D_j) = \delta_j d_1 + (1 - p_j)\left((1 - c)(1 - \lambda_j)r_j - b_j i\right).$$

Im Gegensatz zur vorherigen Funktion bleiben bei einem Liquiditätsdefizit keine Barmittel übrig und es werden keine Interbankenkredite vergeben. Dagegen wird ein Teil der langfristigen Investition liquidiert oder Interbankenkredite aufgenommen, die zurückbezahlt werden müssen, oder sogar beides. Im Falle des Misserfolgs der langfristigen Investition tritt die beschränkte Haftung ein. Die langfristigen Einleger erhalten dann nichts, müssen aber auch die offenen Forderungen nicht begleichen.[63] Für die kurzfristigen Einleger besteht kein Risiko, da sie ihre Mittel bereits nach einer Periode erhalten.

Für die Entscheidung in t = 0 ist der Erwartungswert über alle einzelnen Konsumfunktionen zu verwenden. Es ist noch nicht bekannt, welchem Typ eine Bank angehört. Der Erwartungswert des Konsums aller Einleger entspricht der Wohlfahrt. Er ist

$$E(D) = \sum Eintrittswahrscheinlichkeit * E(D_j).$$

Banken müssen die **Budgetrestriktion** einhalten. In t = 1müssen die nach dem ersten Einlagenabzug verbliebenen Mittel den verwendeten Mitteln entsprechen.

Bei einem Liquiditätsüberschuss lautet die Budgetrestriktion

$$c = \delta_j d_1 + \ell_j + c\kappa_j.$$

Die Mittel aus der Kasse werden verwendet für die Einleger, die ihr Geld frühzeitig abziehen, und für die Interbankenkreditvergabe. Der Rest wird in der Kasse behalten.

Bei einem Liquiditätsdefizit ist die Budgetrestriktion

$$c + b_j + (1 - c)\lambda_j s = \delta_j d_1.$$

[63] Die Einleger sind risikoneutral. Ihr Nutzen entspricht der erwarteten Rückzahlung. Die Gefahr eines Ausfalls führt somit nicht zu einem Einleger-Run. Für eine Diskussion der Annahme siehe Abschnitt 7.3.

Um den Liquiditätsabzug der Einleger zu decken, werden die Mittel aus der Kasse, aus aufgenommenen Interbankenkrediten und/oder der Liquidation der langfristigen Investition verwendet.

Neben der Budgetrestriktion gibt es weitere **Nebenbedingungen**. Die Markträumungsbedingung lautet

$$\sum_j \mathscr{b}_j = \sum_j \ell_j \leftrightarrow \omega \mathscr{b} = (1-\omega)\ell.$$

Es können nicht mehr Interbankenkredite vergeben als aufgenommen werden und umgekehrt. Die Summe aller aufgenommenen Interbankenkredite entspricht der Summe aller vergebenen Interbankenkredite. In den Referenzmodellen entfällt die Markträumungsbedingung.

Zudem bestehen folgende Randbedingungen.

- Das Kreditvolumen kann nicht negativ werden: $\mathscr{b}_j \geq 0$; $\ell_j \geq 0$.
- Die kurzfristigen Einleger erhalten immer mindestens so viel, wie sie eingezahlt haben, $d_1 \geq 1$.
- Es kann weder ein negativer Kassenbestand gewählt werden, noch mehr als 100% liquide investiert werden. Es gilt also $0 \leq c_j \leq 1$.
- Die anteiligen Werte der Liquidation sowie des Kassenrestwerts betragen mindestens null und höchstens eins: $0 \leq \lambda_j \leq 1$, $0 \leq \kappa_j \leq 1$. Es kann nicht mehr liquidiert oder aus der Kasse entnommen werden als vorhanden ist. Genauso können sowohl die langfristige Investition als auch die Kasse nicht nachträglich erhöht werden.[64]
- Eine Bank würde keinen Kredit mit einer negativen Verzinsung vergeben, da dann die Kassenhaltung günstiger wäre. Deswegen entspricht die Rückzahlung aus dem Interbankenkredit mindestens der Einzahlung, $i \geq 1$.
- Die langfristigen Investitionen sind ex ante effizient. Der Kapitalwert (Net Present Value, NPV) der langfristigen Investitionen ist zum Investitionszeitpunkt (t = 0) positiv, $NPV > 0$[65] mit $NPV = E(r) - 1$.[66]

---

[64] Eine Erhöhung der Kasse in t = 1 würde bedeuten, dass die Bank entweder zuvor die langfristige Investition liquidiert oder einen Interbankenkredit aufnimmt, um die Mittel in die Kasse zu legen. Aufgrund der damit verbundenen Kosten wäre ein solches Verhalten irrational. $\lambda_j > 1$ wäre gleichbedeutend mit der Zahlungsunfähigkeit der Bank. Sie müsste mehr als 100% verkaufen, um ihren Zahlungsverpflichtungen nachzukommen. Dies wird aus dem Definitionsbereich ausgeschlossen.

[65] Der Grenzfall $NPV = 0$ würde zwar die Ergebnisse nicht grundlegend ändern, sie wären aber an einigen Stellen nicht eindeutig. Z. B. gäbe es dann keine Kosten der entgangenen Rendite.

[66] Auf eine zusätzliche Abzinsung der Rückflüsse wird aus Vereinfachungsgründen verzichtet. Weitere Ausführungen folgen in den Kapiteln zu den drei Partialmodellen.

- Die Zahlungsunfähigkeit in t = 1 ist im Referenzmodell für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$[67] aus dem Definitionsbereich ausgeschlossen und damit mittelbar[68] auch für das Interbankenmodell. Die kurzfristigen Einleger tragen dadurch kein Risiko. Nach Auszahlung der kurzfristigen Einleger bleiben im Erwartungswert Mittel für die langfristigen Einleger übrig. Sonst hätten sie Anreize, ihre Einlagen nach einer Periode abzuziehen und zu horten. Für den Definitionsbereich folgt $\lambda_j < 1$.

3.4 Erste allgemeine Ergebnisse

Im Folgenden werden erste Zwischenergebnisse vorgestellt, die alle drei Partialmodelle betreffen.

Lemma 3.1: *Nur wenn es sowohl Banken mit Liquiditätsdefizit als auch Banken mit Liquiditätsüberschuss gibt, kann ein Interbankenmarkt entstehen. Dies ist der Fall für $\delta_L d_1 < c < \delta_H d_1$.*

$c = \delta_L d_1$ entspricht genau dem Einlagenabzug bei Banktyp L. Bei dieser oder einer niedrigeren Kassenhöhe hat Banktyp L keine Barmittel übrig. Es gibt dann keine Bank, die überschüssige Barmittel über den Interbankenmarkt anbietet.

$c = \delta_H d_1$ entspricht dem Einlagenabzug bei Banktyp H. Bei dieser oder einer höheren Kassenhaltung fehlen Banktyp H keine Barmittel zur Auszahlung der Einleger. Es gibt dann keine Bank, die Barmittel über den Interbankenmarkt nachfragt.

Für die Kassenhöhen $0 \leq c \leq \delta_L d_1$ und $\delta_H d_1 \leq c \leq 1$ ist also das Referenzmodell ohne Interbankenmarkt anzuwenden. Die beiden Kassenhöhen $c = \delta_L d_1$ und $c = \delta_H d_1$ werden bei der Untersuchung des Interbankenmodells als Randlösung zunächst eingeschlossen. Entspricht die optimale Kassenhöhe einer dieser beiden Werte, dann ist die Entstehung des Interbankenmarkts nicht optimal. Daraus folgt dann die Lösung des Referenzmodells.

Die Kassenhöhen sind demnach bei der Analyse wie folgt eingeschränkt

$$\text{Referenzmodell: } 0 \leq c \leq 1,$$

$$\text{Interbankenmodell: } \delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1.$$

[67] Die sichere Zahlungsfähigkeit in t = 1 ist auf $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ begrenzt, da dieser Kassenabschnitt den möglichen Lösungsraum darstellt, vgl. Lemma 4.2, Lemma 5.3 und Lemma 6.3. Ohne diese Einschränkung würde bei $c \to 0$ und $c \to 1$ der Lösungsraum fast vollständig verschwinden.

[68] Dies gilt dann mittelbar auch für das Interbankenmodell, da das Referenzmodell Teil des Interbankenmodells ist. Banken können sich auch gegen die Teilnahme am Interbankenmarkt entscheiden, falls ein Beitritt in t = 1 zur Zahlungsunfähigkeit führt.

Lemma 3.2: *Im Interbankenmodell kann nur bei Banktyp H ein Liquiditätsdefizit entstehen. Kreditnehmer auf dem Interbankenmarkt kann nur Banktyp H sein. Nur bei Banktyp L kann ein Liquiditätsüberschuss entstehen. Kreditgeber auf dem Interbankenmarkt kann nur Banktyp L sein. Daher gilt im Folgenden* $\mathscr{b}_H = \mathscr{b}, \mathscr{b}_L = 0, \ell_L = \ell$ *und* $\ell_H = 0$.

Da die Abschnitte $c < \delta_L d_1$ und $c > \delta_H d_1$ ausgeschlossen sind, entsteht im Interbankenmodell bei Banktyp L nie ein Liquiditätsdefizit und bei Banktyp H nie ein Liquiditätsüberschuss. Deshalb bezieht nur Banktyp H mit hohem frühen Einlagenabzug seine fehlende Liquidität ggf. über eine Interbankenkreditaufnahme. Nur Banktyp L mit niedrigem Einlagenabzug kann Barmittel übrighaben, die er ggf. über den Interbankenmarkt verleiht. Banktyp H, Bank mit Liquiditätsdefizit, Bank mit Liquiditätsbedarf, Kreditnehmerbank und Schuldnerbank werden im Folgenden synonym verwendet. Das Gleiche gilt für Banktyp L, Bank mit Liquiditätsüberschuss, Kreditgeberbank und Gläubigerbank.

Lemma 3.3: *Kreditnehmerbanken sind bereit, Zinsen bis zur Höhe der Zinsobergrenze* i_{max} *zu bezahlen, sodass der erwartete Konsum bei Banken mit Liquiditätsdefizit im Interbankenmodell* $E(D_H)_{IB}$ *mindestens gleich groß ist wie im Referenzmodell* $E(D_H)_{RM}$, $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$. *Banken mit Liquiditätsüberschuss vergeben nur einen Interbankenkredit bei Zinsen, die mindestens der Zinsuntergrenze* $i_{min} = \frac{1}{1-p_{-j}}$ *entsprechen. Für beide Grenzen gilt, dass keine Schlechterstellung im Vergleich zur Alternative des Referenzszenarios erfolgen darf.*

Sowohl Banken mit Liquiditätsüberschuss als auch Banken mit Liquiditätsbedarf nehmen nur am Interbankenmarkt teil, wenn sie sich dadurch im Vergleich zum Referenzszenario ohne Interbankenmarkt nicht schlechterstellen.

Banken mit Liquiditätsüberschuss (Banktyp L) vergleichen die erwartete Verzinsung des Interbankenkredits mit der Rendite der Kassenhaltung von eins. Nur bei einer erwarteten Verzinsung von $(1 - p_{-j})i \geq 1$ sind sie bereit, einen Interbankenkredit zu vergeben. Bei $(1 - p_{-j})i < 1$ ziehen sie es dagegen vor, ihre restlichen Barmittel in der Kasse zu behalten. Ein Interbankenmarkt entsteht in diesem Fall nicht.

Banken mit Liquiditätsdefizit (Banktyp H) entscheiden sich zwischen der Kreditaufnahme und dem anteiligen Verkauf der langfristigen Investition. Ein Interbankenkredit wird nur aufgenommen, wenn der erwartete Konsum ihrer Einleger bei Kreditaufnahme ($E(D_H)_{IB}$) höher oder gleich hoch ist wie der im Referenzmodell ($E(D_H)_{RM}$), $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$. Andernfalls bevorzugen sie die Liquidation. Aufgrund der fehlenden Nachfrage nach Interbankenkredite entsteht dann die Lösung des Referenzmodells.

Im dritten Partialmodell gibt es weitere Zinsgrenzen, die dort erklärt werden.

Lemma 3.4: *Bei einem Liquiditätsdefizit ist eine freiwillige Mischung aus Kreditaufnahme und Liquidation nie vorteilhaft. Das Gleiche gilt für eine Mischung aus Beibehaltung von Barmitteln und Kreditvergabe bei einem Liquiditätsüberschuss.*

Einzelne Banken können den Zinssatz nicht beeinflussen. Aus ihrer Sicht sind die Kosten bzw. Erträge der Interbankenkredite linear und exogen. Das Gleiche gilt für die beiden Alternativen Liquidation der langfristigen Investition und Kassenhaltung. Es ist immer eines von beiden teurer oder rentabler. Die Banken entscheiden sich demnach nie aktiv für eine Mischung aus Kreditaufnahme und Liquidation bzw. Kreditvergabe und Kassenhaltung. Eine solche Mischung kann nur entstehen, wenn Angebot oder Nachfrage auf dem Interbankenmarkt zu gering sind, und die Banken aufgrund der Markträumungsbedingung dann entweder einen Rest in der Kasse behalten oder noch einen Teil der Investition verkaufen müssen.

4 Partialmodell I mit vollständigen Informationen über die Investitionen

4.1 Einführung

Dieses Kapitel enthält das Partialmodell mit vollständigen Informationen über die Investitionen. Die Banken haben gegenüber der Öffentlichkeit keinen Informationsvorsprung über das Ausfallrisiko oder die Rendite ihrer Investition. Unvollständig sind die Informationen weiterhin über den Einlagenabzug. Banken wissen zu Beginn noch nicht, ob bei ihnen ein hoher oder niedriger Einlagenabzug vorliegt. Das Partialmodell zeigt, ob es auch bei vollständigen Informationen Situationen gibt, in denen kein Interbankenmarkt entsteht. Es dient insbesondere dem späteren Vergleich der Ergebnisse.

Vollständige Informationen bedeuten, dass sowohl Risiko als auch Rendite der Investitionen einer Bank der Öffentlichkeit bekannt sind. In Partialmodell I liegen einheitliche und exogene Renditen r und Ausfallrisiken p vor.[69] Der Kapitalwert der Investition ist positiv,

$$NPV = (1-p)r - 1 > 0.$$

[69] Partialmodell I kann auch für mehrere verschiedene Risiko- und Renditehöhen angewendet werden. Aufgrund der vollständigen Informationen würde dies zu separaten Gleichgewichten führen. Die Konditionen würden sich dann nach der individuellen Rendite- und Risikohöhe richten.

Die in Kapitel 3 erklärten Entscheidungsstufen und Zeitpunkte werden in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

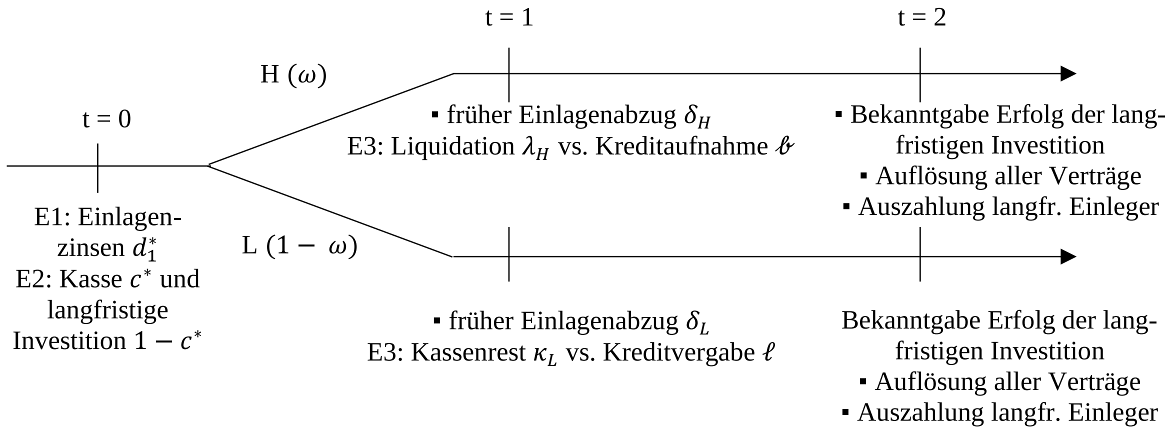


Abbildung 4.1: Handlungsreihenfolge in Partialmodell I.

Die Konsumfunktionen im Interbankenmodell bei Liquiditätsdefizit (Banktyp H), bei Liquiditätsüberschuss (Banktyp L) und als Erwartungswert über beide Banktypen für die Entscheidung in t = 0, wenn die Liquiditätssituation noch nicht bekannt ist, sind

$$E(D_H)_{IB} = \delta_H d_1 + (1-p)\big((1-c)(1-\lambda_H)r - \mathscr{b}i\big),$$

$$E(D_L)_{IB} = \delta_L d_1 + (1-p)(1-c)r + c\kappa_L + (1-p)\ell i,$$

$$E(D)_{IB} = \omega E(D_H)_{IB} + (1-\omega)E(D_L)_{IB}.$$

Die Budgetrestriktionen für Banktyp H bzw. L lauten

$$c + \mathscr{b} + (1-c)\lambda_H s = \delta_H d_1,$$

$$c = \delta_L d_1 + \ell + c\kappa_L.$$

Für eine Erklärung der Konsumfunktionen und Budgetrestriktionen vgl. Kapitel 3, Abschnitt „Gewinnfunktion“ bzw. „Budgetrestriktion“.

4.2 Referenzmodell ohne Interbankenmarkt

4.2.1 Entscheidung über die Kassenhöhe

Im **Referenzmodell** gibt es per Annahme keinen Interbankenmarkt. Es werden nur Entscheidungen in t = 0 getroffen. Somit ist der erwartete Konsum aller Einleger relevant, nicht aber die Konsumfunktion für einzelne Banktypen. Die Konsumfunktion für t = 0lautet im Referenzmodell

$$E(D)_{RM} = \omega\big(\delta_H d_1 + (1-p)(1-c)\big(1-\lambda_{H,RM}\big)r + c\kappa_{H,RM}\big) \\ + (1-\omega)\big(\delta_L d_1 + (1-p)(1-c)\big(1-\lambda_{L,RM}\big)r + c\kappa_{L,RM}\big).$$

Im Gegensatz zum Interbankenmodell sind die Kassenhöhen $0 \leq c < \delta_L d_1$ und $\delta_H d_1 < c \leq 1$ zunächst in die Untersuchung eingeschlossen. Bei Banktyp L kann demnach grundsätzlich auch ein Liquiditätsdefizit vorliegen. Als Folge müsste er einen Anteil der Investition verkaufen ($\lambda_{L,RM} > 0$). Es ist zunächst auch möglich, dass bei Banktyp H ein Liquiditätsüberschuss vorliegt und Barmittel bis zum Ende übrigbleiben ($\kappa_{H,RM} > 0$).

Lemma 4.1: *Im Referenzmodell von Partialmodell I entstehen bei einem Liquiditätsdefizit der Bank j eine Liquidationsquote von $\lambda_{j,RM}$ und bei einem Liquiditätsüberschuss eine Kassenrestwertquote von $\kappa_{j,RM}$,*

$$\lambda_{j,RM} = Max\left\{\frac{\delta_j d_1 - c}{(1-c)s}, 0\right\}, \kappa_{j,RM} = Max\left\{\frac{c - \delta_j d_1}{c}, 0\right\}$$

mit $j = \{H, L\}$.

Die Quoten folgen aus den Budgetrestriktionen von t = 1. Liegt kein Liquiditätsdefizit vor, also bei $c > \delta_j d_1$, ist $\lambda_{j,RM} = 0$. Liegt kein Liquiditätsüberschuss vor, $c < \delta_j d_1$, gilt $\kappa_{j,RM} = 0$. Hieraus entsteht eine abschnittsweise definierte Konsumfunktion.

Lemma 4.2: *Die Kassenhöhen $0 \leq c < \delta_L d_1$ und $\delta_H d_1 < c \leq 1$ sind in Partialmodell I nicht optimal. Der relevante Bereich beschränkt sich auf $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$.*

Beweis. Es gilt

$$\frac{dE(D)_{RM}}{dc} = (1-p)\frac{1-s}{s}r > 0 \text{ für } c < \delta_L d_1,$$

$$\frac{dE(D)_{RM}}{dc} = -\big((1-p)r - 1\big) < 0 \text{ für } c > \delta_H d_1.$$

Herleitung, siehe Anhang 9.1.

Bei $c < \delta_L d_1$ lohnt sich immer eine Erhöhung der Barmittel bis $c = \delta_L d_1$ erreicht ist. Bei $c > \delta_H d_1$ lohnt sich eine Verringerung bis zum Punkt $c = \delta_H d_1$. Die optimale Kassenhöhe liegt also im Bereich $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$. Für eine grafische Veranschaulichung siehe Abschnitt 4.4.

Solange es Liquidationskosten gibt, wählen die nutzenmaximierenden Banken keinen Kassenstand mit sicheren Liquiditätsengpässen. Die optimale Kassenhöhe entspricht also mindestens dem niedrigen Liquiditätsabfluss, $c^* \geq \delta_L d_1$. Bei strikt positiven erwarteten Renditen wird kein Kassenstand gewählt, bei dem mit Sicherheit ein Rest in der Kasse bleibt. Die optimale Kassenhaltung entspricht also maximal dem Liquiditätsabfluss von Banktyp H, $c^* \leq \delta_H d_1$.

Im Folgenden wird nur der Bereich $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ analysiert. Demnach gilt $\lambda_{L,RM} = 0,\ \lambda_{H,RM} \geq 0,\ \kappa_{L,RM} \geq 0,\ \kappa_{H,RM} = 0$. Die Konsumfunktion lautet

$$E(D)_{RM} = \delta d_1 + (1-p)(1-c)r - \omega(1-p)(\delta_H d_1 - c)\frac{r}{s} + (1-\omega)(c - \delta_L d_1).$$

Lemma 4.3: *Die Höhe der Kasse wirkt sich bei $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ auf den erwarteten Konsum wie folgt aus,*

$$\frac{dE(D)_{RM}}{dc} = \omega\frac{1-s}{s}(1-p)r - (1-\omega)\big((1-p)r - 1\big).$$

Im Fall von $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ reichen die Barmittel mindestens für den niedrigen kurzfristigen Einlagenabzug von Banktyp L und höchstens für den Einlagenabzug von Banktyp H. Mit der Wahrscheinlichkeit ω liegt ein hoher kurzfristiger Einlagenabzug vor und damit Banktyp H. Er profitiert von möglichst hohen Barmitteln innerhalb des genannten Abschnitts. Zu niedrige Barmittel bedeuten für ihn Liquidationskosten von $K_l = v * \frac{1-s}{s}(1-p)r$ für das Barmittelvolumen v.

Mit der Wahrscheinlichkeit $(1-\omega)$ liegt ein niedriger kurzfristiger Einlagenabzug vor und damit Banktyp L. Er profitiert von möglichst niedrigen Barmitteln. Bei einer hohen Kassenhaltung entstehen ihm Kosten von $K_e = v * \big((1-p)r - 1\big)$.

Proposition 4.1: *Je nach Höhe der Parameter ist im Referenzmodell von Partialmodell I entweder die hohe Kassenhaltung $c^* = c_H = \delta_H d_1$ oder die niedrige $c^* = c_L = \delta_L d_1$ optimal. Bei $\omega \geq s$ wird stets die hohe Kassenhaltung gewählt.*

Beweis. Aufgrund der Linearität der Konsumfunktion ist immer eine Randlösung des relevanten Abschnitts $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ optimal, also $c^* = c_H = \delta_H d_1$ oder $c^* = c_L = \delta_L d_1$. Dass bei $\omega \geq s$ stets die hohe Kassenhaltung optimal ist, zeigt die umgeformte Gleichung des Einflusses der Kassenhöhe,

$$\frac{dE(D)_{RM}}{dc} = \frac{\omega - s}{s}(1-p)r + (1-\omega) > 0\ f\ddot{u}r\ \omega > s.$$

Die niedrige Kassenhaltung $c^* = c_L$ entspricht dem Einlagenabzug bei Banktyp L. Banktyp H muss dann einen Anteil seiner langfristigen Investition verkaufen. Die hohe Kassenhaltung $c^* = c_H$ entspricht dem Einlagenabzug bei Banktyp H. Banktyp L hat dann zum Schluss noch Barmittel übrig.

Proposition 4.2: *Im Referenzmodell von Partialmodell I wird die hohe Kassenhaltung c_H^* eher gewählt bei*

- einer hohen Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω,.
- niedrigen Liquidationserlösen s,
- einer niedrigen Rendite r in Verbindung mit $\omega < s$ sowie bei
- einem hohen Ausfallrisiko p in Verbindung mit $\omega < s$.
- Die Anteile der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L haben auf die optimale Kassenhöhe keinen Einfluss.

Die optimale Kassenhöhe ist immer eine Randlösung. Ob die hohe oder die niedrige Kassenhaltung optimal ist, hängt von der Kombination aller Parameter ab. Ab einer gewissen Grenze wechselt das Gleichgewicht zwischen hoher und niedriger Kassenhaltung.

Ob die hohe oder die niedrig Kassenhaltung gewählt wird, hängt von der Höhe der jeweiligen Kosten ab. Bei niedriger Kassenhaltung entstehen Liquidationskosten von $K_l = v * \frac{1-s}{s}(1-p)r$. Die Kosten entstehen, da Banktyp H aufgrund von zu geringen Barmitteln einen Teil seiner langfristigen Investition verkaufen muss. Bei der hohen Kassenhaltung entstehen dagegen Kosten der entgangenen Rendite von $K_e = v * \big((1-p)r - 1\big)$. Banktyp L hat weniger investiert als er aufgrund seines Einlagenabzugs hätte können. Dadurch entgehen ihm Renditen. Ob die hohe oder die niedrige Kassenhaltung gewählt wird ist davon abhängig, welche Kosten überwiegen. Überwiegen die Liquidationskosten, wird die hohe Kassenhaltung gewählt. Sind die Kosten der entgangenen Rendite größer, ist die niedrige Kassenhaltung optimal.

Neben den Kosten ist es auch relevant, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass bei einer Bank ein hoher Einlagenabzug vorliegt. Ist die Wahrscheinlichkeit ω hoch, wird eher die hohe Kassenhaltung gewählt.

Die Liquidationserlöse s haben nur Einfluss auf die Liquidationskosten K_l, nicht aber auf die Kosten der entgangenen Rendite K_e. Je höher die Liquidationserlöse sind, desto niedriger sind die Liquidationskosten. Eine Verringerung der Liquidationskosten führt wiederum dazu, dass eher die niedrige Kassenhaltung gewählt wird. Bei $s \to 1$ erhalten die Banken z. B. nahezu den eingezahlten Betrag zurück. Die vorzeitige Liquidation ist dann nicht teuer. Als Folge investieren die Banken lieber ein hohes Volumen langfristig.

Die Rendite r beeinflusst sowohl die Liquidationskosten K_l als auch die Kosten der entgangenen Rendite K_e. Bei der Liquidation wird ein Teil der langfristigen Investition aufgelöst. Darauf entgehen den Banken Renditen. Den Banken entgehen aber auch Renditen, wenn sie hohe Barmittel halten und wenig langfristig investieren. Bei $\omega < s$ steigen die Liquidationskosten stärker an als die Kosten der entgangenen Rendite und eine Erhöhung von r führt dazu, dass eher die niedrige Kassenhaltung gewählt wird. Bei $\omega > s$ steigen die Kosten der entgangenen Rendite stärker an. Gleichzeitig wird aber bei $\omega \geq s$ stets die hohe Kassenhaltung gewählt, unabhängig von der Höhe der Rendite r.

Mit umgekehrten Vorzeichen gilt die gleiche Logik für das Ausfallrisiko p. Bei $\omega < s$ führt eine Erhöhung von p dazu, dass die Kosten der entgangenen Rendite stärker ansteigen als die Liquidationskosten. Als Folge wird eher die hohe Kassenhaltung gewählt.

Die Anteile der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L haben weder auf die Liquidationskosten noch auf die Kosten der entgangenen Rendite einen Einfluss.

Die hohe Kassenhaltung wird also gewählt bei niedrigen Liquidationserlösen s, einer hohen Wahrscheinlichkeit für den frühen Einlagenabzug ω, bei niedriger Rendite r und bei hohem Ausfallrisiko p. Die niedrige Kassenhaltung wird gewählt bei hohen Liquidationserlösen, einer hohen Wahrscheinlichkeit für den niedrigen Einlagenabzug $(1-\omega)$, bei hoher Rendite und niedrigem Ausfallrisiko p.

4.2.2 Entscheidung über die Einlagenzinsen

In Entscheidungsstufe 2 gibt es zwei mögliche Lösungen, die niedrige Kassenhaltung $c^* = c_L$ und die hohe Kassenhaltung $c^* = c_H$. Für beide Möglichkeiten wird untersucht, welche Höhe der kurzfristigen Einlagenverzinsung d_1 optimal ist.

Lemma 4.4: *In Partialmodell I haben die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 sowohl bei hoher Kassenhaltung c_H als auch bei niedriger c_L einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0 $E(D)_{RM}$.*

Beweis. Bei beiden möglichen Kassenhöhen sinkt der erwartete Konsum, wenn die kurzfristige Einlagenverzinsung steigt. Die Konsumfunktionen sowie der Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen darauf sind

$$E(D)_{RM,c_H} = \delta d_1 + (1-p)(1-\delta_H d_1)r + (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1,$$

$$\frac{dE(D)_{RM,c_H}}{dd_1} = -\delta_H\big((1-p)r - 1\big) < 0,$$

$$E(D)_{RM,c_L} = \delta d_1 + (1-p)(1-\delta_L d_1)r - \omega(1-p)(\delta_H - \delta_L)d_1\frac{r}{s},$$

$$\frac{dE(D)_{RM,c_L}}{dd_1} = -\delta\big((1-p)r-1\big) - \omega(1-p)(\delta_H-\delta_L)\frac{1-s}{s}r < 0.$$

Eine Erhöhung der Einlagenzinsen bedeutet, dass mehr Mittel in t = 1 ausgezahlt werden und dadurch weniger langfristig investiert wird. Aufgrund der Risikoneutralität und des positiven Kapitalwerts lohnt es sich aber, möglichst viel langfristig zu investieren.

Proposition 4.3: *Im Referenzmodell des Partialmodells I sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

Niedrige kurzfristige Einlagenzinsen bedeuten, dass die Einleger bei einem frühzeitigen Einlagenabzug genau die eingezahlten Mittel zurückerhalten. Die Banken können dadurch ein großes Volumen langfristig investieren. Im Erwartungswert profitieren alle Einleger davon.

4.2.3 Gleichgewichte

In Stufe 1 entscheiden sich die Banken für kurzfristige Einlagenzinsen von $d_1^* = 1$. In Entscheidungsstufe 2 legen sie dann je nach Höhe der Parameter entweder einen niedrigen Anteil $c_L = \delta_L$ oder einen hohen $c_H = \delta_H$ in die Kasse. Eine hohe Kassenhaltung wird eher gewählt bei niedrigen Liquidationserlösen, einer hohen Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug, einer niedrigen Rendite und einem hohen Ausfallrisiko.

Der erwartete Konsum für die beiden möglichen Gleichgewichte beträgt

$$E(D)_{RM,c_L} = 1 + (1-\delta_L)\big((1-p)r-1\big) - \omega(\delta_H-\delta_L)\left((1-p)\frac{r}{s}-1\right),$$

$$E(D)_{RM,c_H} = 1 + (1-\delta_H)\big((1-p)r-1\big).$$

4.3 Interbankenmodell

4.3.1 Entstehung des Interbankenmarkts

Im Vergleich zum Referenzmodell wird im Interbankenmodell der Interbankenmarkt und dadurch eine dritte Entscheidungsstufe eingeführt. In diesem Abschnitt wird gezeigt, ob die beiden Kreditnehmertypen dem Interbankenmarkt beitreten. Abhängig von der Höhe der Zinsen schließen die Banken in t = 1 Interbankenkreditverträge ab oder nicht. Der Interbankenmarkt wird untersucht für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$.[70]

Proposition 4.4: *Banken mit Liquiditätsdefizit verleihen nur dann Barmittel über den Interbankenmarkt, wenn die Zinsen unterhalb der Zinsobergrenze liegen. Sie beträgt*

$$i_{max} = \frac{r}{s}.$$

Beweis. Siehe Anhang 9.2.

Banktyp H nimmt nur einen Interbankenkredit auf, wenn er sich dadurch nicht schlechterstellt als bei Liquidation der Aktiva. Da bei der Liquidation der Aktiva der erwartete Konsum des Referenzszenarios ohne Interbankenmarkt entsteht, muss $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$ gelten. Bei einer Liquidation müssten Banken mit Liquiditätsdefizit einen Anteil von $\frac{v}{s}$ verkaufen, um das Volumen v zu erhalten.[71] Auf diesen Anteil verlieren die Banken die Rendite von r. Bei $i \leq \frac{r}{s}$ ist die Kreditaufnahme günstiger als der Verkauf der langfristigen Investition.

Proposition 4.5: *Die Banken mit Liquiditätsüberschuss verleihen ihre Barmittel nur bei einer Verzinsung, die mindestens der Zinsuntergrenze entspricht i. H. v.*

$$i_{min} = \frac{1}{1-p}.$$

Beweis. Die erwartete Verzinsung $E(i) = (1-p)i$ muss mindestens der Rendite der Barmittel i. H. v. eins entsprechen, $(1-p)i_{min} = 1$. Bei $i < i_{min}$ wird die Kassenhaltung der Kreditvergabe vorgezogen.

Lemma 4.5: *Ein Interbankenkredit wird nur abgeschlossen, wenn sich dadurch sowohl Kreditnehmer als auch Kreditgeber nicht schlechter stellen. Dafür muss gelten*

$$i_{min} \leq i_{max} \leftrightarrow \frac{1}{1-p} \leq \frac{r}{s}.$$

[70] Vgl. Lemma 3.1.

[71] Entspricht nicht den ex-ante-Liquidationskosten aus Abschnitt 3.2. Die Entscheidung über den Beitritt zum Interbankenmarkt wird in t = 1 und nicht in t = 0 getroffen. Da bei dieser Entscheidung die Kassenhöhe nicht mehr geändert werden kann, haben die Banken eine höhere Zahlungsbereitschaft als aus den Liquidationskosten K_l resultieren würde.

Nur wenn die Zinsobergrenze über der -untergrenze liegt und sich die Zinsen somit innerhalb dieses Bereichs bewegen können, kann sich ein Kreditvertrag lohnen und ein Interbankenmarkt entstehen.

Proposition 4.6: *Aufgrund des positiven Kapitalwerts $NPV = (1-p)r - 1$ bricht der Interbankenmarkt in Entscheidungsstufe 3 nicht zusammen.*

Beweis. Aus Lemma 4.5 folgt durch Umformung, dass Interbankenkredite abgeschlossen werden bei

$$(1-p)r \geq s.$$

Dies ist aufgrund von $NPV > 0$ und $s < 1$ stets gegeben.

Im Modell mit vollständigen Informationen über die Investition kommt es also nie zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts in Entscheidungsstufe 3. Ein Zusammenbruch wäre nur möglich bei $(1-p)r < s$. Dies würde bedeuten, dass sich der Verkauf über den Sekundärmarkt lohnt, da dann die erwartete Rendite niedriger als der Liquidationserlös wäre. Bei hypothetischen $(1-p)r < s$ würden die Käufer auf dem Sekundärmarkt allerdings einen Verlust machen. Wenn man davon ausgeht, dass die Informationen über die Investitionen allen – also auch den Käufern des Sekundärmarkts - bekannt sind, wird es selbst bei Aufweichen der Annahme des positiven Kapitalwerts keinen Käufer geben, der bereit wäre $s > (1-p)r$ zu bezahlen.

Die Konsumfunktion der gesamten Einleger für t = 0 ist

$$\begin{aligned} E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1-p)(1-c)r - \omega(1-p)(1-c)\lambda_H r + (1-\omega)c\kappa_L - \omega(1-p)\mathscr{b}i \\ + (1-\omega)(1-p)\ell i. \end{aligned}$$

Proposition 4.7: *Die exakte Zinshöhe ist in Partialmodell I für die Höhe der Wohlfahrt sowie für die weiteren Entscheidungen irrelevant. Die optimalen Zinsen befinden sich bei $i_{min} \leq i^* \leq i_{max}$.*

Beweis. Durch die Zinsen werden lediglich Mittel zwischen den Banken umverteilt. Nach Einsetzen der Markträumungsbedingung $\omega\mathscr{b} = (1-\omega)\ell$ entsteht die Konsumfunktion der gesamten Einleger

$$E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1-p)(1-c)r - \omega(1-p)(1-c)\lambda_H r + (1-\omega)c\kappa_L.$$

Die Zinshöhe ist jetzt in der Konsumfunktion nicht mehr enthalten. Die beiden weiteren Entscheidungen, Kassenhöhe und kurzfristige Einlagenzinsen, werden in t = 0 getroffen. Da der Banktyp in t = 0 nicht bekannt ist, handeln die Banken gemäß dem Erwartungswert über die Banktypen. Auf diese Entscheidungen hat die Zinshöhe also keinen Einfluss. Da die Konsumfunktion der gesamten Einleger der Wohlfahrtsfunktion entspricht, spielt die Zinshöhe auch für die Wohlfahrt keine Rolle.

4.3.2 Entscheidung über die Kassenhöhe

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wann welche Kassenhöhe gewählt wird. Bei Markträumung gibt es weder Nachfrage noch Angebot auf dem Interbankenmarkt, die unbefriedigt bleiben.

Lemma 4.6: *Bei Markträumung sind die Werte für die Kasse und die Interbankenkredite*

$$c = c_M = \delta d_1,$$

$$\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1,$$

$$\ell = \omega(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

Beweis. Siehe Anhang 9.3.

Markträumung bedeutet, dass sich Kreditangebot und Nachfrage entsprechen. Interbankenkredite werden angeboten oder nachgefragt, wenn diese besser als die jeweilige Alternative sind.[72] $\lambda_H > 0$ oder $\kappa_L > 0$ sind demnach mit einer unbefriedigten Nachfrage bzw. einem unbefriedigten Angebot gleichzusetzen und schließen die Markträumung aus. Aus $\lambda_H = 0$ und $\kappa_L = 0$ in Verbindung mit der Markträumungsbedingung und der Budgetrestriktion leitet sich ab, dass bei Markträumung die Kassenhöhe dem erwarteten Einlagenabzug entspricht. In diesem Punkt halten alle Banken so viel Liquidität wie durchschnittlich am Gesamtmarkt benötigt wird. Die fehlende oder überschüssige Liquidität einer einzelnen Bank kann dann über den Interbankenmarkt ausgeglichen werden.

Die Interbankenkreditvolumina, Liquidations- und Kassenrestwertquoten für alle Kassenhöhe innerhalb $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ sind wie folgt.

Lemma 4.7: *Bei Zustandekommen des Interbankenmarkts betragen die Werte für die Interbankenkreditvolumina $\mathscr{b}$ und ℓ, für die Liquidationsquote λ_H sowie für die Kassenrestwertquote κ_L*

$$\mathscr{b} = \begin{cases} \dfrac{1-\omega}{\omega}\ell, & f\text{ür } c < c_M \\ \delta_H d_1 - c, & f\text{ür } c \geq c_M, \end{cases} \qquad \ell = \begin{cases} c - \delta_L d_1, & f\text{ür } c \leq c_M \\ \dfrac{\omega}{1-\omega}\mathscr{b}, & f\text{ür } c > c_M, \end{cases}$$

$$\kappa_L = \begin{cases} 0, & f\text{ür } c \leq c_M \\ \dfrac{c - \delta d_1}{(1-\omega)c}, & f\text{ür } c > c_M, \end{cases} \qquad \lambda_H = \begin{cases} \dfrac{\delta d_1 - c}{(1-c)\omega s}, & f\text{ür } c < c_M \\ 0, & f\text{ür } c \geq c_M. \end{cases}$$

[72] Vgl. Lemma 3.4.

Die Werte leiten sich aus der Markträumungsbedingung in Verbindung mit den Budgetrestriktionen ab. Für ihre Höhe ist die Relation der gewählten Kassenhaltung zur Kassenhaltung mit Markträumung c_M relevant. Sie sind abschnittsweise definiert und abhängig davon, ob die gewählte Kassenhöhe größer oder kleiner als die mittleren Kassenhöhe c_M ist.

Bei $c > c_M$ liegt ein Liquiditätsüberschuss auf dem Interbankenmarkt vor. Es werden mehr Kredite angeboten als nachgefragt. Für Kreditgeberbanken gilt daher, dass sie einen Teil ihrer Liquidität in der Kasse behalten müssen (positive Kassenrestwertquote). Die Kreditnehmerbanken müssen keinen Anteil der Investition verkaufen. Die Höhe des Kreditvolumens ist durch die benötigte Liquidität der Kreditnehmerbanken begrenzt.

Bei $c < c_M$ liegt ein Liquiditätsdefizit auf dem Interbankenmarkt vor. Es werden mehr Kredite nachgefragt als angeboten. Kreditnehmerbanken können nicht das benötigte Liquiditätsvolumen vollständig über den Interbankenmarkt generieren, sondern müssen einen Teil ihrer langfristigen Investition verkaufen (positive Liquidationsquote). Bei Kreditgeberbanken bleiben keine Barmittel in der Kasse. Das Kreditvolumen bestimmt sich durch das Angebot der Kreditgeberbanken.

Nach Einsetzen bedeutet dies für die Konsumfunktion

$$E(D)_{IB} = \begin{cases} \delta d_1 + (1-p)\left((1-c)r - (\delta d_1 - c)\dfrac{r}{s}\right), & c \leq c_M \\ \delta d_1 + (1-p)(1-c)r + (c - \delta d_1), & c > c_M. \end{cases}$$

Ausgehend von dieser Konsumfunktion wird die optimale Kassenhaltung bestimmt.[73]

Proposition 4.8: *In Partialmodell I ist die mittlere Kassenhöhe optimal,* $c^* = c_M = \delta d_1$.

Beweis. Der Einfluss der Kassenhöhe auf den erwarteten Konsum beträgt

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dc} = \begin{cases} \dfrac{1-s}{s}(1-p)r > 0, & c < c_M \\ -\big((1-p)r - 1\big) < 0, & c > c_M. \end{cases}$$[74]

Bei $c < c_M$ lohnt sich eine Erhöhung der Barmittel, da dadurch die Liquidationskosten $K_l = v * \frac{1-s}{s} E(r)$ sinken. Bei $c > c_M$ steigen die Kosten der entgangenen Rendite $K_e = v * (E(r) - 1)$

[73] Ausgeglichene Liquidität auf dem Interbankenmarkt $c = c_M$ ist eine Randlösung beider Fälle.
[74] Im Punkt $c = c_M$ ist die Gleichung nicht differenzierbar.

durch eine Kassenerhöhung. Eine Verringerung der Kassenhaltung lohnt sich dann. Die mittlere Kassenhaltung $c^* = c_M$ ist optimal.

Bei einem funktionierenden Interbankenmarkt müssen weder Banken ihre langfristige Investition anteilig verkaufen noch Banken ihre Barmittel ungenutzt in der Kasse behalten. Liquidationskosten und Kosten der entgangenen Rendite können in Partialmodell I durch die Wahl der mittleren Kassenhaltung vermieden werden.

Die Konsumfunktion lautet für $c = c_M$

$$E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1-p)(1-\delta d_1)r.$$

Proposition 4.9: *Im Modell mit vollständigen Informationen entsteht immer ein Interbankenmarkt.*

In Partialmodell I ist die mittlere Kassenhaltung $c^* = c_M$ optimal.[75] Diese entspricht dem erwarteten Einlagenabzug. In Summe können durch Umverteilung über den Interbankenmarkt mit den vorhandenen Barmittel alle Einleger ausgezahlt werden, ohne dass Barmittel übrigbleiben oder Investitionen anteilig verkauft werden müssen. Da in Entscheidungsstufe 3 der Interbankenmarkt nie zusammenbricht[76] und in Entscheidungsstufe 2 die mittlere Kassenhaltung optimal ist, entsteht im Modell mit vollständigen Informationen über die Investitionen immer ein Interbankenmarkt.

4.3.3 Entscheidung über die Einlagenzinsen

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie hoch die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 sein müssen, um den erwarteten Konsum der Einleger zu maximieren.

Lemma 4.8: *In Partialmodell I haben die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 bei mittlerer Kassenhaltung c_M einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0 $E(D)_{IB}$.*

Beweis. Beim Gleichgewicht der mittleren Kassenhaltung ist der Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen auf den erwarteten Konsum negativ,

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dd_1} = -\delta\big((1-p)r - 1\big) < 0.$$

[75] Vgl. Proposition 4.8.
[76] Vgl. Proposition 4.6.

Wie im Referenzmodell ist auch hier eine Erhöhung der kurzfristigen Einlagenzinsen mit einer Verminderung des Investitionsvolumen und dadurch mit einer Verminderung des erwarteten Konsums verbunden.

Proposition 4.10: *In Partialmodell I sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

4.3.4 Gleichgewicht und Wohlfahrtsvergleich

In Entscheidungsstufe 1 wählen die Banken möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen in Höhe von $d_1^* = 1$. In Entscheidungsstufe 2 legen sie einen Anteil von $c^* = \delta$ in die Kasse und investieren $(1-\delta)$ langfristig. In Entscheidungsstufe 3 gibt es immer einen Zinssatz, der für beide Seiten vorteilhaft ist. Daher entsteht im ersten Partialmodell ein Interbankenmarkt mit Zinsen $\frac{1}{1-p} \leq i^* \leq \frac{r}{s}$. Innerhalb dieser Zinsgrenzen hat die Zinshöhe keine Auswirkung auf die Wohlfahrt.

Der erwartete Konsum für die Einleger beträgt

$$E(D)_{IB} = 1 + (1-\delta)\big((1-p)r - 1\big).$$

Proposition 4.11: *Die Wohlfahrt ist in Partialmodell I im Interbankenmarktszenario höher als im Referenzszenario.*

Beweis. Die Differenz des erwarteten Konsums aller Einleger zwischen Interbankenmarktszenario und Referenzszenario ist positiv.

$$E(D)_{IB} - E(D)_{RM,c_L} = \omega(\delta_H - \delta_L)(1-p)\frac{1-s}{s}r > 0,$$

$$E(D)_{IB} - E(D)_{RM,c_H} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)\big((1-p)r - 1\big) > 0.$$

Im Interbankenmarktszenario ist der Nutzen der Einleger und damit die Wohlfahrt am höchsten, bei Vorliegen von vollständigen Informationen.

4.4 Numerische Darstellung

Die analytische Untersuchung hat gezeigt, dass im Interbankenmodell immer die mittlere Kassenhaltung gewählt wird und der Interbankenmarkt entsteht. Im Referenzmodell sind zwei Gleichgewichte möglich, die hohe und die niedrige Kassenhaltung.

Im Folgenden werden zwei numerische Beispiele gezeigt, die das Interbankenmodell sowie die beiden möglichen Gleichgewichte des Referenzmodells darstellen. Die Schaubilder zeigen, wie sich der erwartete Konsum des Interbankenmodells $E(D)_{IB}$ und des Referenzmodells $E(D)_{RM}$ in Abhängigkeit von der Kassenhöhe verhalten.

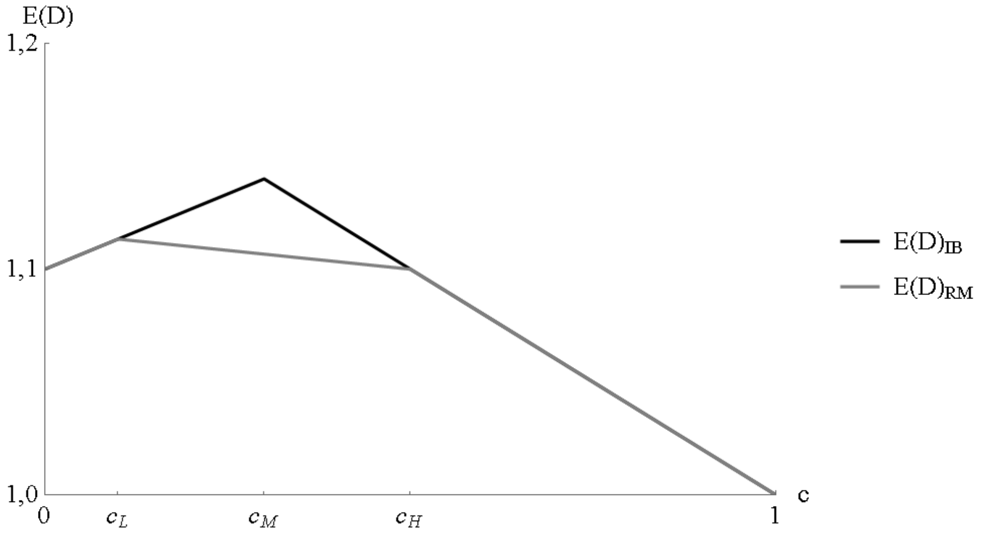


Abbildung 4.2: Partialmodell I – Niedrige Kassenhaltung im Referenzmodell.

Für Abbildung 4.2 gilt

$$\omega = 0{,}5;\ p = 0{,}2;\ r = 1{,}5;\ s = 0{,}9;\ \delta_H = 0{,}5;\ \delta_L = 0{,}1;$$

$$d_1^* = 1;\ i_{min} = 1{,}25;\ i_{max} = 1{,}67;\ NPV = 1{,}2.$$

Es ist zu sehen, dass der höchste erwartete Konsum $E(D)$ bei der mittleren Kassenhaltung c_M und Zustandekommen des Interbankenmarkts (schwarze Linie) vorliegt. Durch Verhinderung des Interbankenmarkts würde also die Wohlfahrt sinken. Das Referenzmodell wird mit der grauen Linie dargestellt. In diesem Beispiel ist die niedrige Kassenhaltung c_L besser als die hohe c_H. Wie mit Lemma 4.2 gezeigt wurde, verringert sich der erwartete Konsum bei sehr niedrigen Kassenhöhen $c < c_L$ genauso wie bei sehr hohen $c > c_H$. Die beiden Bereiche sind nie optimal. Die Zinsgrenzen betragen in diesem Beispiel $i_{min} = 1{,}25$ und $i_{max} = 1{,}67$. Es gilt daher $i_{min} < i_{max}$. Der Interbankenmarkt entsteht.[77]

Im zweiten Beispiel (Abbildung 4.3) ist im Referenzmodell die hohe Kassenhaltung c_H optimal. Die numerische Auswertung beweist, dass es tatsächlich beide Gleichgewichte des Referenzmodells geben kann.

[77] Vgl. dazu Lemma 4.5 und Proposition 4.6.

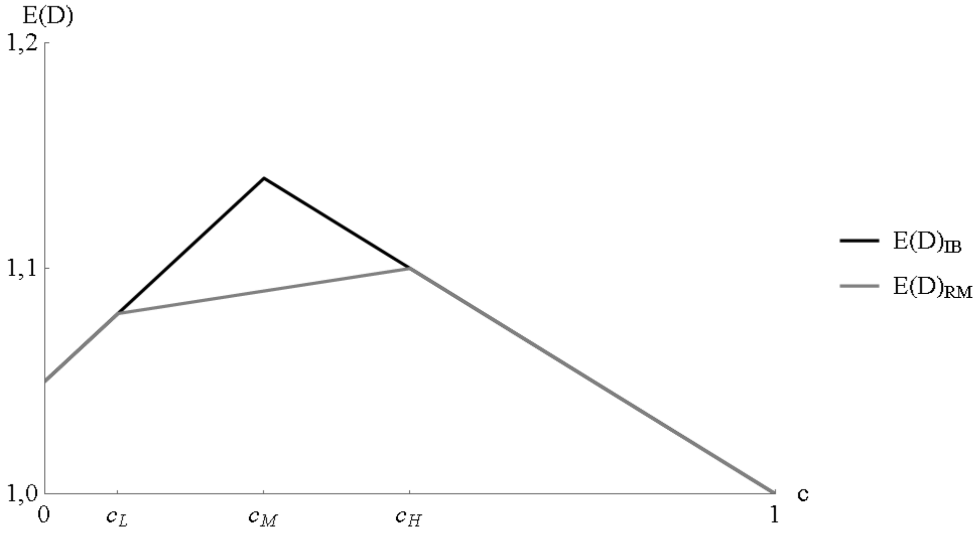


Abbildung 4.3 Partialmodell I – Hohe Kassenhaltung im Referenzmodell.

Für Abbildung 4.3 gilt

$$\omega = 0{,}5;\ p = 0{,}2;\ r = 1{,}5;\ s = 0{,}8;\ \delta_H = 0{,}5;\ \delta_L = 0{,}1;$$

$$d_1^* = 1;\ i_{min} = 1{,}25;\ i_{max} = 1{,}88;\ NPV = 1{,}2.$$

4.5 Zusammenfassung

Partialmodell I zeigt das Gleichgewicht bei vollständigen Informationen über die Eigenschaften der Bankeninvestitionen. In Entscheidungsstufe 3 gibt es immer einen Zinssatz, der für beide Vertragsseiten der Interbankenkredite annehmbar ist. Welcher genaue Zinssatz es ist, ist sowohl für die weiteren Entscheidungen als auch für die Wohlfahrt irrelevant. In Entscheidungsstufe 2 wird immer die Kassenhöhe gewählt, die dem erwarteten Einlagenabzug entspricht. Es gibt also immer Banken mit Liquiditätsdefizit, die als Kreditnehmer am Interbankenmarkt auftreten. Gleichzeitig gibt es auch immer Banken mit einem Liquiditätsüberschuss, die Kreditgeber sind. Die individuellen Abweichungen der Liquidität vom Erwartungswert werden über den Interbankenmarkt ausgeglichen. So können Liquidationskosten und Kosten der entgangenen Rendite vermieden werden. In Entscheidungsstufe 1 sind die niedrigsten kurzfristigen Einlagenzinsen $d_1^* = 1$ optimal, da hier das höchste Investitionsvolumen mit positivem Kapitalwert vorliegt.

Im Referenzmodell kann abhängig von der Ausprägung der Parameter entweder die hohe oder die niedrige Kassenhaltung als Gleichgewicht entstehen. Eine Variation der Parameter bewirkt keine langsame Veränderung der optimalen Kassenhaltung. Im Gegenteil kommt es ab einer gewissen Grenze zu einem plötzlichen Umschwung zwischen beiden Gleichgewichten.

Das erste Partialmodell zeigt, dass ohne Informationsasymmetrien über die Investitionseigenschaften von Banken der Interbankenmarkt immer entsteht und mit der höchsten Wohlfahrt verbunden ist. Wenn also asymmetrische Informationen den Interbankenmarkt verhindern, bedeutet das eine Verminderung der Wohlfahrt. Dennoch ist es nicht automatisch sinnvoll, die Entstehung des Interbankenmarkts zu erzwingen. Wo die Wohlfahrtseffekte wirken, zeigen die nächsten beiden Partialmodelle.

5 Partialmodell II mit Eigenschaftenunsicherheit

5.1 Einführung

Das zweite Partialmodell beinhaltet unvollständige Informationen über die Eigenschaften der Investitionen einer Bank. Die Banken selbst können nach Durchführung einer Investition die Rendite und das Ausfallrisiko der Investition einschätzen. Der Öffentlichkeit, dazu zählen auch die anderen Banken, bleiben diese Informationen aber verborgen. Das Ausfallrisiko der Investition wirkt sich direkt auf die Bonität der Bank selbst aus. Die unvollständigen Informationen können dazu führen, dass Banken mit hoher Bonität trotz Liquiditätsdefizit aufgrund zu schlechter Konditionen keinen Kredit mehr über den Interbankenmarkt nachfragen. Es entsteht ein Problem der Adversen Selektion.

Im zweiten Partialmodell gibt es zwei Typen von langfristigen Investitionen, eine sichere und eine riskante. Die riskante Investition X hat ein hohes Ausfallrisiko p_X, aber auch im Erfolgsfall eine hohe Rendite r_X. Das Ausfallrisiko sowie die Rendite der sicheren Investition Y sind niedriger, $p_Y < p_X$ und $r_Y \leq r_X$. Im Erwartungswert ist die Rendite der sicheren Investition mindestens gleich hoch, $(1-p_Y)r_Y \geq (1-p_X)r_X$, die sichere Investition ist also die bessere. Der Anteil des riskanten Investitionstyps am Gesamtmarkt ex post beträgt ξ. Dies ist gleichzeitig auch die Wahrscheinlichkeit für ein hohes Ausfallrisiko ex ante. Es gibt demnach keinen Schock auf Systemebene. Das durchschnittliche Ausfallrisiko beträgt $p = \xi p_X + (1-\xi)p_Y$. Die erwartete Rendite einer Investition zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung setzt sich zusammen aus den gewichteten einzelnen erwarteten Renditen $E(r) = \xi(1-p_X)r_X + (1-\xi)(1-p_Y)r_Y$. Die Investitionstypen sind von den Präferenzen der Konsumenten einer Bank unabhängig.

Zusammengefasst gilt für die riskante Investition X und die sichere Investition Y

$$p_X > p_Y, \qquad r_X \geq r_Y, \qquad (1-p_Y)r_Y \geq (1-p_X)r_X,$$

die Wahrscheinlichkeit für eine riskante Investition beträgt ξ,

die durchschnittliche Ausfallwahrscheinlichkeit ist $p = \xi p_X + (1-\xi)p_Y$

und die erwartete Rendite $E(r) = \xi(1-p_X)r_X + (1-\xi)(1-p_Y)r_Y$.

Die zentralen Annahmen meines Modells entsprechen denen von Heider, Hoerova und Holthausen (2015). Banken entscheiden über die Höhe ihrer Barmittel. Als Folge ist die Liquidität auf dem Interbankenmarkt endogen. Die asymmetrische Information über die Investitionseigenschaften können die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts beeinträchtigen. Es gibt jedoch auch Unterschiede zwischen beiden Modellen. Bei Heider et al. werden einheitliche Renditen im Erfolgsfall[78] verwendet. Dieser Fall ist bei meiner Untersuchung ebenfalls eingeschlossen. Mein Modell bildet aber auch die Möglichkeit unterschiedlich hoher Renditen ab. Für unterschiedliche Renditen spricht, dass Banken aufgrund des Wettbewerbs zwischen den Unternehmen die vollen Renditen abschöpfen können. Es gibt sowohl Unternehmen mit riskanten Projekten und Strategien, bei denen hohe Renditen möglich sind, als auch Unternehmen mit sicheren Projekten und niedrigen Renditen. Damit ein Gleichgewicht der Adversen Selektion entstehen kann, müssen sich entweder die Renditen oder die Liquidationserlöse der beiden Investitionstypen unterscheiden. Andernfalls gibt es nur die beiden Gleichgewichte Pooling und Zusammenbruch.[79] Heider et al. entscheiden sich für unterschiedliche Liquidationserlöse.[80] Ich halte einheitliche Liquidationserlöse jedoch für plausibler. Unterschiedliche Liquidationserlöse bedeuten, dass die Käufer des Sekundärmarkts die Investitionseigenschaften einschätzen können. Sollte dies der Fall sein, dann müssten die Informationen auch den Kreditgebern des Interbankenmarkts zugänglich gemacht werden können. Dadurch ließe sich das Problem der Adversen Selektion vermeiden.

Auch in der Bestimmung der Zinsen auf dem Interbankenmarkt unterscheiden sich die Modelle. In meinem Modell werden die wohlfahrtsoptimalen Zinsen verwendet. Bei Heider et al. wird der Zinssatz bereits zu Beginn festgelegt, vor der Kreditvergabe. Er orientiert sich an den Kosten der Liquidität. Dies kann zu einer unplausiblen Situation führen. Es ist möglich, dass die Zahlungsbereitschaft der Banken mit Liquiditätsdefizit extrem hoch ist. Aber aufgrund der zuvor festgesetzten, niedrigeren Zinsen wird trotzdem kein Interbankenkredit von den Banken mit Liquiditätsüberschuss angeboten.

---

[78] In der Notation von Heider et al. betragen die Renditen für die langfristige Investition R, unabhängig von der Ausprägung des Risikos, vgl. Anhang 9.11.
[79] Vgl. dazu Proposition 5.6.
[80] In der Notation von Heider et al. betragen die Liquidationserlöse l_s und l_r, vgl. Anhang 9.11.

Risikoanreize liegen bei Heider et al. nicht vor. Dennoch horten die Banken mit Liquiditätsüberschuss ihre Barmittel anstatt sie gewinnbringend zu verleihen.[81]

Ein weiterer wichtiger Unterschied ist, dass in meinem Modell der Nutzen der Einleger im Mittelpunkt steht und so die Auswirkungen auf die Wohlfahrt untersucht werden können.

Eine Randbedingung ist, dass der Kapitalwert positiv ist. Es gilt $NPV = E(r) - 1, NPV > 0$. Zum Investitionszeitpunkt kennen die Banken die Eigenschaften der Investition noch nicht. Der Kapitalwert muss also im Erwartungswert positiv sein. Dies muss jedoch nicht automatisch auch für jeden einzelnen Investitionstyp gelten. Aus $(1 - p_Y)r_Y \geq (1 - p_X)r_X$ folgt, dass ein positiver Kapitalwert zwingend nur für die sichere Investition vorliegen muss, $(1 - p_Y)r_Y > 1$. Da die riskante Investition die schlechtere ist, kann ihr Kapitalwert auch negativ sein. Für sie gilt lediglich die Beschränkung $(1 - p_X)r_X > 0$.[82]

Die Randbedingungen lauten also

$$NPV = E(r) - 1 = \xi(1 - p_X)r_X + (1 - \xi)(1 - p_Y)r_Y - 1, NPV > 0,$$

$$(1 - p_Y)r_Y > 1,$$

$$(1 - p_X)r_X > 0.$$

Weitere Randbedingungen sind in Kapitel 3 „Einführung Modellwelt“ enthalten.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Bankentypen vorliegen, mit welcher Wahrscheinlichkeit und Anteilen sie auftreten und auf welche Parameter dies einen direkten Einfluss hat.

[81] „No bank lends to them although they would be willing to pay a higher interest rate”, Heider et al., S. 344; vgl. auch ihr numerische Beispiel auf S. 345.
[82] Vgl. dazu auch die Erklärung zu Proposition 5.6.

<table>
<tr><td colspan="4"></td><td colspan="2">Nach Liquidität</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>H:
Hoher früher Einlagenabzug</td><td>L:
Niedriger früher Einlagenabzug</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Eintrittswahrscheinlichkeit</td><td></td><td>ω</td><td>$1-\omega$</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td>Bezug zu Parametern</td><td>δ_H</td><td>δ_L</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nach Risiko/Rendite</td><td>X:
Riskante Investition</td><td>ξ</td><td>p_X, r_X</td><td>Kreditnehmer mit hohem Ausfallrisiko (H/X)</td><td rowspan="2">Kreditgeber (L/X und L/Y)</td></tr>
<tr><td>Y:
Sichere Investition</td><td>$1-\xi$</td><td>p_Y, r_Y</td><td>Kreditnehmer mit niedrigem Ausfallrisiko (H/Y)</td></tr>
</table>

Abbildung 5.1: Darstellung der Banktypen in Partialmodell II.

Nur bei Banken mit einem hohen Einlagenabzug kann ein Liquiditätsdefizit entstehen, deshalb sind Banken vom Banktyp H potenzielle Kreditnehmer am Interbankenmarkt.[83] Ob Kreditnehmerbanken die sichere oder die riskante Investition besitzen, ist für die Entscheidung beider Seiten wichtig. Eine riskante Investition bedeutet, dass auch das Ausfallrisiko des Interbankenkredits hoch ist. Das Ausfallrisiko spielt bei der Entscheidung der Kreditvergabe eine zentrale Rolle. Auch auf die eigene Entscheidung von Banktyp H haben die Investitionseigenschaften einen Einfluss. Eine riskante Investition erwirtschaftet im Erfolgsfall eine höhere Rendite. Um diese höhere Rendite nicht zu verlieren, ist die Kreditnehmerbank bereit, höhere Zinsen zu bezahlen.

Nur Banktyp L ist aufgrund des niedrigeren Einlagenabzugs ein möglicher Kreditgeber auf dem Interbankenmarkt. Die Eigenschaften seiner Investition spielen für beide Seiten bei der Kreditentscheidung keine Rolle. Den Kreditnehmerbanken ist bei der Entscheidung der Kreditaufnahme egal, ob die Gläubigerbanken riskante Investitionen besitzen und welche Rendite diese aufweisen. Auch für die Kreditgeberbanken sind die Eigenschaften der eigenen Investition irrelevant für die Frage, ob sie Interbankenkredite vergeben oder nicht. Weitere Entscheidungen werden in t = 1 nicht getroffen. In

[83] Vgl. Lemma 3.2.

t = 0 sind die Banktypen noch nicht bekannt. Daher ist für diese Entscheidungen nur der Erwartungswert wichtig. Aus diesem Grund muss nur Banktyp H, nicht aber Banktyp L anhand der Investitionseigenschaften differenziert betrachtet werden.

Der Gesamtmarkt setzt sich zusammen aus Banken mit riskanten und sicheren Investitionen. Gesamtnachfrage $\mathscr{b}$ und –angebot ℓ am Interbankenmarkt sind

$$\ell = \xi \ell_X + (1-\xi)\ell_Y,$$

$$\mathscr{b} = \xi \mathscr{b}_X + (1-\xi)\mathscr{b}_Y.$$

Die Entscheidungsstufen und Zeitpunkte werden in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

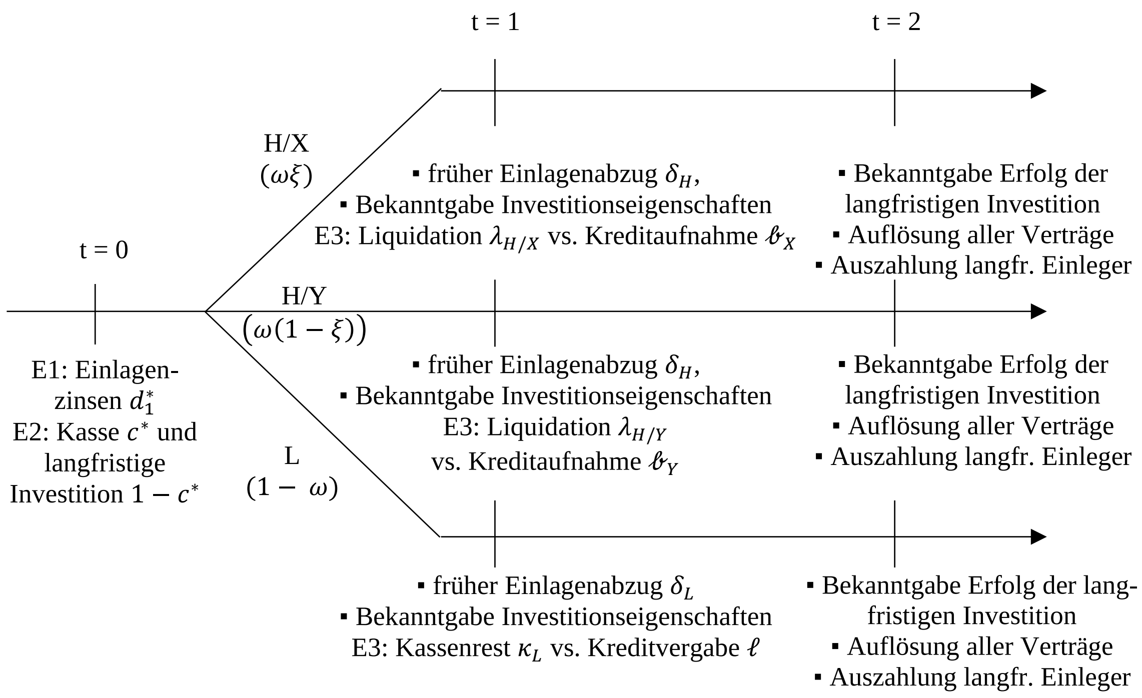


Abbildung 5.2: Handlungsreihenfolge in Partialmodell II.

Die Konsumfunktionen der vier Banktypen und für t = 0 betragen für das Interbankenmodell

$$E\left(D_{H/j}\right)_{IB} = \delta_H d_1 + \left(1-p_j\right)\left[(1-c)\left(1-\lambda_{H/j}\right)r_j - \mathscr{b}_j i\right],$$

$$E\left(D_{L/j}\right)_{IB} = \delta_L d_1 + \left(1-p_j\right)(1-c)r_j + c\kappa_{L/j} + \left(1-p_{-j}\right)\ell_j i$$

mit $j = \{X, Y\}$,

$$E(D)_{IB} = \omega\xi E\big(D_{H/X}\big)_{IB} + (1-\omega)\xi E\big(D_{L/X}\big)_{IB}$$

$$+\omega(1-\xi)E\big(D_{H/Y}\big)_{IB} + (1-\omega)(1-\xi)E\big(D_{L/Y}\big)_{IB}.$$

Da in t = 0 die Höhe des Einlagenabzugs und die Investitionseigenschaften noch nicht bekannt sind, werden die einzelnen Konsumgleichungen mit der Eintrittswahrscheinlichkeit gewichtet. Für eine genaue Erklärung der Konsumfunktionen sowie der im Folgenden beschriebenen Nebenbedingungen siehe Kapitel 3 „Einführung Modellwelt“.

Die Budgetrestriktionen betragen bei Liquiditätsüberschuss bzw. -bedarf

$$c = \delta_L d_1 + \ell_j + c\kappa_{L/j},$$

$$c + \mathscr{b}_j + (1-c)\lambda_{H/j}s = \delta_H d_1$$

mit $j = \{X, Y\}$.

Angebot und Nachfrage setzen sich jeweils zusammen aus dem Angebot bzw. der Nachfrage je Banktyp gewichtet mit der Eintrittswahrscheinlichkeit. Die Markträumungsbedingung in Partialmodell II lautet daher

$$\omega\xi\mathscr{b}_X + \omega(1-\xi)\mathscr{b}_Y = (1-\omega)\xi\ell_X + (1-\omega)(1-\xi)\ell_Y.$$ [84]

5.2 Referenzmodell ohne Interbankenmarkt

5.2.1 Entscheidung über die Kassenhöhe

Im Folgenden wird das Referenzmodell von Partialmodell II vorgestellt. Im Referenzmodell gibt es keinen Interbankenmarkt.

Die Konsumfunktion des Referenzmodells lautet

$$\begin{aligned}
E(D)_{RM} = \omega\xi\big(&\delta_H d_1 + (1-p_X)(1-c)\big(1-\lambda_{H/X,RM}\big)r_X + c\kappa_{H/X,RM}\big)\\
&+ (1-\omega)\xi\big(\delta_L d_1 + (1-p_X)(1-c)\big(1-\lambda_{L/X,RM}\big)r_X + c\kappa_{L/X,RM}\big)\\
&+ \omega(1-\xi)\big(\delta_H d_1 + (1-p_Y)(1-c)\big(1-\lambda_{H/Y,RM}\big)r_Y + c\kappa_{H/Y,RM}\big)\\
&+ (1-\omega)(1-\xi)\big(\delta_L d_1 + (1-p_Y)(1-c)\big(1-\lambda_{L/Y,RM}\big)r_Y + c\kappa_{L/Y,RM}\big).
\end{aligned}$$

[84] Aus $\ell = \xi\ell_X + (1-\xi)\ell_Y$; $\mathscr{b} = \xi\mathscr{b}_X + (1-\xi)\mathscr{b}_Y$; $\omega\mathscr{b} = (1-\omega)\ell$.

Zum Zeitpunkt der Kassenentscheidung sind weder Investitionstyp noch Höhe des Einlagenabzugs der Bank bekannt. Die Konsumfunktion bildet daher den Erwartungswert über die vier Banktypen ab.

Lemma 5.1: *Im Referenzmodell sind die Höhe der Liquidationsquote sowie des Kassenrestwerts nur vom Einlagenabzug abhängig, nicht aber von den Investitionseigenschaften. Sie sind identisch für Typ X und Typ Y. Es gilt*

$$\lambda_{j/X,RM} = \lambda_{j/Y,RM} = \lambda_{j,RM} \text{ und } \kappa_{j/X,RM} = \kappa_{j/Y,RM} = \kappa_{j,RM}.$$

Nach Bekanntgabe der Investitionseigenschaft wird im Referenzmodell keine Entscheidung mehr getroffen. Die Quoten sind nur von der Liquiditätssituation der Bank abhängig.

Lemma 5.2: *Im Referenzmodell von Partialmodell II entstehen bei einem Liquiditätsdefizit eine Liquidationsquote von $\lambda_{j,RM}$ und bei einem Liquiditätsüberschuss eine Kassenrestwertquote von $\kappa_{j,RM}$,*

$$\lambda_{j,RM} = Max\left\{\frac{\delta_j d_1 - c}{(1-c)s}, 0\right\}, \kappa_{j,RM} = Max\left\{\frac{c - \delta_j d_1}{c}, 0\right\}$$

mit $j = \{H, L\}$.

Die Quoten entsprechen Partialmodell I. Sie wurden aus den Budgetrestriktionen abgeleitet.

Im Folgenden wird die Entscheidung der Kassenhöhe im Referenzmodell untersucht.

Lemma 5.3: *Die Kassenhöhen $0 \leq c < \delta_L d_1$ und $\delta_H d_1 < c \leq 1$ sind in Partialmodell II nicht optimal. Der relevante Bereich beschränkt sich auf $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$.*

Beweis. Siehe Anhang 9.4.

Analog zu Partialmodell I[85] lohnt sich aufgrund der damit verbundenen Kosten keine Kassenhöhe, die entweder mit Sicherheit zu einer Liquidation oder mit Sicherheit zu nicht verwendeten Barmitteln führt.

Es folgt die Konsumfunktion für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ im Referenzmodell von

$$E(D)_{RM} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(\delta_H d_1 - c)\frac{E(r)}{s} + (1-\omega)(c - \delta_L d_1).$$

[85] Vgl. Lemma 4.2.

Lemma 5.4: *Eine Änderung der Kassenhöhe wirkt sich bei $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ auf den erwarteten Konsum wie folgt aus,*

$$\frac{dE(D)_{RM}}{dc} = \omega \frac{1-s}{s} E(r) - (1-\omega)(E(r)-1).$$

Beweis. Siehe Anhang 9.4.

Wie in Partialmodell I[86] stehen sich hier die Liquidationskosten von Banktyp H $K_l = v * \frac{1-s}{s} E(r)$ und die Kosten der entgangenen Rendite von Banktyp L $K_e = v * (E(r) - 1)$ mit der jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit einander gegenüber. An dieser Stelle ist noch keine allgemeingültige Aussage über die optimale Kassenhöhe möglich.

Proposition 5.1: *Falls ein Interbankenmarkt ausgeschlossen ist, entspricht die optimale Kassenhöhe abhängig von der Höhe der Parameter entweder genau dem niedrigen Einlagenabzug $c^* = c_L = \delta_L d_1$ oder genau dem hohen $c^* = c_H = \delta_H d_1$. Bei $\omega \geq s$ ist stets die hohe Kassenhaltung optimal.*

Aufgrund der Linearität entsteht analog zu Partialmodell I immer eine Randlösung des Abschnitts $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$. Wann welche Kassenhöhe optimal ist, zeigt folgendes Schaubild.

$t = 0$
Entscheidungsstufe 1: Kassenhöhe

$\frac{\omega - s}{s} E(r) + (1-\omega)(1-p) < 0$	$c^* = c_L$
$\frac{\omega - s}{s} E(r) + (1-\omega)(1-p) > 0$	$c^* = c_H$

Abbildung 5.3: Entscheidungsbaum im Referenzmodell von Partialmodell II.

Proposition 5.2: *Im Referenzmodell von Partialmodell II wird der hohe Kassenbestand c_H^* eher gewählt bei*

- einer hohen Wahrscheinlichkeit für einen hohen frühen Einlagenabzug ω,
- einer hohen Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ in Verbindung mit $\omega < s$ und $(1 - p_Y) r_Y > (1 - p_X) r_X$,
- niedrigen Liquidationserlösen s,
- niedrigen Renditen r_X und r_Y in Verbindung mit $\omega < s$ und
- einem hohen Ausfallrisiko der riskanten Investition p_x und der sicheren Investition p_y in Verbindung mit $\omega < s$.

---

[86] Vgl. Lemma 4.3.

- Die Anteile der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L haben auf die Entscheidung keinen Einfluss.
- Im Fall von $(1-p_Y)r_Y = (1-p_X)r_X$ hat auch die Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ keinen Einfluss auf die Entscheidung.

Beweis. Siehe Anhang 9.5.

Der Einfluss der Parameter stimmt mit Partialmodell I überein.[87] Dabei entspricht der Einfluss der beiden Ausfallrisiken p_X und p_Y aus Partialmodell II dem Einfluss des einheitlichen Ausfallrisikos p aus Partialmodell I. Auch der Einfluss der Renditen r_X und r_Y ist analog zu r aus Partialmodell I.

Neu im Vergleich zu Partialmodell I ist die Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ. Dieser wirkt auf die Liquidationskosten und die Kosten der entgangenen Rendite über die erwartete Rendite $E(r)$. Im Fall von $(1-p_Y)r_Y > (1-p_X)r_X$ ist die sichere Investition strikt besser als die riskante. Eine Erhöhung von ξ und damit der riskanten Investitionen führt dann dazu, dass die gesamte erwartete Rendite $E(r)$ sinkt. Für diesen Fall entspricht der Einfluss von ξ aus Partialmodell II dem Einfluss des Risikos p bzw. dem umgekehrten Einfluss der Rendite r aus Partialmodell I. Bei $\omega < s$ steigen die Kosten der entgangenen Rendite stärker an als die Liquidationskosten. Bei einer Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition wird dann eher die hohe Kassenhaltung gewählt. Nur bei $(1-p_Y)r_Y = (1-p_X)r_X$ besteht kein Einfluss. Falls beide Investitionen gleich gut sind, ändert sich durch eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition die erwartete Rendite $E(r)$ nicht.

Die beiden Konsumgleichungen für die möglichen Kassenhöhen eingesetzt lauten

$$E(D)_{RM,c_L} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)E(r) - \omega(\delta_H - \delta_L)d_1 \frac{1-s}{s} E(r),$$

$$E(D)_{RM,c_H} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)E(r) - (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1(E(r)-1).$$

5.2.2 Entscheidung über die Einlagenzinsen

Dieser Abschnitt zeigt, welche kurzfristigen Einlagenzinsen bei den beiden möglichen Lösungen aus Entscheidungsstufe 2 optimal sind.

Lemma 5.5: *In Partialmodell II haben die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 sowohl bei hoher Kassenhaltung c_H als auch bei niedriger c_L einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0 $E(D)_{RM}$.*

[87] Vgl. Proposition 4.2.

Beweis. Der Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 auf den erwarteten Konsum ist

$$\frac{dE(D)_{RM,c_H}}{dd_1} = -\delta_H(E(r) - 1) < 0,$$

$$\frac{dE(D)_{RM,c_L}}{dd_1} = -\delta(E(r) - 1) - \omega(\delta_H - \delta_L)\frac{1-s}{s}E(r) < 0.$$

Proposition 5.3: *Im Referenzmodell von Partialmodell II sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

Dies entspricht Partialmodell I.

5.2.3 Gleichgewichte

Die optimalen Einlagenzinsen betragen $d_1^* = 1$. In Entscheidungsstufe 2 entscheiden sich die Banken dann entweder für die hohe Kassenhaltung $c_H = \delta_H$ oder die niedrige $c_L = \delta_L$. Der erwartete Konsum für die Einleger beträgt im Referenzmodell entweder

$$E(D)_{RM,c_L} = 1 + (1 - \delta_L)(E(r) - 1) - \omega(\delta_H - \delta_L)\left(\frac{E(r)}{s} - 1\right)$$

oder

$$E(D)_{RM,c_H} = 1 + (1 - \delta_H)(E(r) - 1).$$

Die Ergebnisse decken sich mit Partialmodell I.

5.3 Modell mit Interbankenmarkt

5.3.1 Mögliche Gleichgewichte

In den folgenden Abschnitten wird das Modell mit Interbankenmarkt und unvollständigen Informationen über die Eigenschaften der Investitionen vorgestellt. Als Alternative zum Interbankenmarkt steht den potenziellen Kreditnehmern mit Liquiditätsdefizit (Typ H) die Liquidation der langfristigen Investition zur Verfügung. Abhängig von der Zinshöhe entscheiden sie sich für oder gegen eine Kreditaufnahme am Interbankenmarkt. Die potenziellen Kreditgeber mit Liquiditätsüberschuss (Typ L) entscheiden sich zwischen Kreditvergabe am Interbankenmarkt und Kassenhaltung, ebenfalls abhängig von der Zinshöhe. Sowohl die Höhe der Zinsobergrenze als auch die der Zinsuntergrenze hängen wiederum davon ab, welche Kreditnehmer am Interbankenmarkt teilnehmen. Die Entscheidung wird für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ untersucht.[88]

Lemma 5.6: *Kreditnehmer nehmen am Interbankenmarkt teil, wenn die Zinsen kleiner oder gleich ihrer Zinsobergrenze sind. Für Kreditnehmer mit riskanter Investition (Typ H/X) gilt die Zinsobergrenze*

$$i_{max,X} = \frac{r_X}{s},$$

für Kreditnehmer mit sicherer Investition (Typ H/Y)

$$i_{max,Y} = \frac{r_Y}{s}.$$

Beweis. Siehe Anhang 9.6.

Bei Überschreiten der Zinsobergrenze ist für den jeweiligen Banktyp der Verkauf der langfristigen Investition günstiger. Der Banktyp steigt dann aus dem Interbankenmarkt aus. Für eine Erklärung der Form $\frac{r_j}{s}$ siehe Partialmodell I.[89]

Proposition 5.4: *Für ein Pooling-Gleichgewicht ist die Zinsobergrenze von Banktyp H/Y relevant, für ein Adverse Selektion-Gleichgewicht die Zinsobergrenze von Banktyp H/X,*

$$i_{max,Pool} = i_{max,Y} = \frac{r_Y}{s},$$

$$i_{max,AS} = i_{max,X} = \frac{r_X}{s}.$$

Aufgrund von $\frac{r_X}{s} \geq \frac{r_Y}{s}$ steigen bei zunehmenden Zinsen als erstes die Banken mit sicherer Investition (Banktyp H/Y) aus dem Interbankenmarkt aus, sobald sich die Kreditaufnahme für sie nicht mehr lohnt. Damit alle Banken am Interbankenmarkt teilnehmen und ein Pooling-Gleichgewicht entsteht, muss gelten $i \leq i_{max,Y}$. Sind die sicheren Kreditnehmerbanken bereits aus dem Interbankenmarkt ausgestiegen, kann ein Adverse Selektion-Gleichgewicht entstehen. In diesem nehmen Kreditnehmerbanken mit riskanter Investition am Interbankenmarkt teil, die mit sicherer Investition nicht. Damit tatsächlich ein Adverse Selektion-Gleichgewicht entstehen kann, muss $i \leq i_{max,X}$ vorliegen.[90]

---

[88] Vgl. Lemma 3.1.
[89] Vgl. Proposition 4.4.
[90] Vgl. hierzu auch Proposition 5.6.

Bei $i > i_{max,X}$ fragen auch die Banken mit riskanter Investition (Banktyp H/Y) keine Interbankenkredite mehr nach.

Die Zinsobergrenze der Adversen Selektion ist höher als die von Pooling, $i_{max,AS} \geq i_{max,Pool}$.

Lemma 5.7: *Kreditgeberbanken (Banktyp L) sind zur Kreditvergabe bereit bei Zinsen, die mindestens der Zinsuntergrenze entsprechen. Diese ist abhängig vom erwarteten Ausfallrisiko der Interbankenkredite p_{-j} und damit von der Teilnahme der Kreditnehmer. Sie beträgt*

$$i_{min} = \frac{1}{1 - p_{-j}}.$$

Für die Kreditvergabe muss die Bedingung $\left(1 - p_{-j}\right)i \geq 1$ erfüllt sein, sonst ziehen die Banken mit Liquiditätsüberschuss die Kassenhaltung vor. Die Höhe von i_{min} ist vom Ausfallrisiko der Interbankenkredite p_{-j} abhängig. Sie unterscheidet sich abhängig davon, welche Banken Interbankenkredite aufnehmen.

Proposition 5.5: *Bei Teilnahme aller Kreditnehmerbanken beträgt das Ausfallrisiko der Interbankenkredite $p_{-j} = p$ und die Zinsuntergrenze $i_{min,Pool}$. Nehmen nur die Kreditnehmerbanken mit riskanter Investition am Interbankenmarkt Teil, ist das Ausfallrisiko $p_{-j} = p_X$ und die Zinsuntergrenze $i_{min,AS}$. Die Zinsuntergrenzen sind*

$$i_{min,Pool} = \frac{1}{1 - p},$$

$$i_{min,AS} = \frac{1}{1 - p_X}.$$

Nehmen beide Kreditnehmertypen teil, ist das gewichtete Mittel der Ausfallrisiken zu verwenden. Da die erwartete Zinszahlung mindestens der Rendite der Kassenhaltung entsprechen muss, gilt bei Pooling $(1 - p)i \geq 1$, mit $p = \xi p_X + (1 - \xi)p_Y$.

Steigt der sichere Kreditnehmertyp allerdings aus dem Markt aus, weil sich die Kreditaufnahme für ihn nicht lohnt, bleiben nur die riskanten Kreditnehmerbanken übrig. Das Ausfallrisiko der Interbankenkredite entspricht dann genau dem Ausfallrisiko der riskanten Investition. Im Adverse Selektion-Fall muss gelten $(1 - p_x)i \geq 1$.

Die Zinsuntergrenze für den Adverse Selektion-Fall liegt aufgrund von $p_X > p_Y$ und damit auch $p_X > p$ höher als für den Pooling-Fall, $i_{min,AS} > i_{min,Pool}$.

Proposition 5.6: *Mögliche Gleichgewichte in Entscheidungsstufe 3 sind Interbankenmarkt mit Teilnahme aller Banken (im Folgenden „Pooling“), teilweiser Rückzug vom Interbankenmarkt, d.h. Teilnahme von Banktyp H/X sowie Typ L und Rückzug von Typ H/Y, (im Folgenden „Adverse Selektion“) und kein Zustandekommen des Interbankenmarkts (im Folgenden „Zusammenbruch“) mit den notwendigen Bedingungen*

für ein Pooling-Gleichgewicht:

$$i_{max,Pool} \geq i_{min,Pool} \leftrightarrow \frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p};$$

für ein Adverse Selektion-Gleichgewicht:

$$i_{max,AS} \geq i_{min,AS} > i_{max,Pool} \leftrightarrow \frac{r_X}{s} \geq \frac{1}{1-p_X} > \frac{r_Y}{s};$$

für einen Zusammenbruch:

$$i_{max,AS} < i_{min,AS} \leftrightarrow \frac{r_X}{s} < \frac{1}{1-p_X}.$$

Abhängig von der Höhe der Ausfallrisiken, der Renditen und der Liquidationserlöse können in Entscheidungsstufe 3 die drei genannten Gleichgewichte entstehen. Im Fall eines Pooling-Gleichgewichts muss sich die Teilnahme am Interbankenmarkt für alle Banken lohnen. Da für die sicheren Kreditnehmerbanken die Teilnahme teurer ist, steigen sie als erstes aus dem Interbankenmarkt aus.[91] Für ein Pooling-Gleichgewicht muss ihre Zinsobergrenze mindestens der Zinsuntergrenze bei Pooling-Konditionen entsprechen.

Ein Adverse Selektion-Gleichgewicht kann nur entstehen, wenn die Kreditnehmerbanken mit riskanter Investition bei Adverse Selektion-Konditionen am Interbankenmarkt teilnehmen. Gleichzeitig darf sich die Teilnahme für den Banktyp mit sicherer Investition bei diesen Konditionen nicht lohnen. Andernfalls gäbe es ein Pooling-Gleichgewicht.

Ein Zusammenbruch entsteht, wenn sich die Kreditaufnahme auch für Banken mit riskanter Investition nicht mehr lohnt. Im Gegensatz zu Partialmodell I ist in Partialmodell II ein Zusammenbruch durchaus möglich.[92] Die Umformung zeigt, dass ein Zusammenbruch dann entsteht, wenn die erwartete Rückzahlung aus der riskanten Investition kleiner als der Liquidationserlös ist, $(1-p_X)r_X < s$.

[91] Vgl. Lemma 5.6 auch Erklärung zu Proposition 5.4.
[92] Dies ist auch in den numerischen Auswertungen in Abschnitt 5.5.1 zu sehen.

Im Gegensatz zu Partialmodell I und zur sicheren Investition kann für die riskante Investition tatsächlich ein negativer Kapitalwert vorliegen.[93] Dies ist nur dann eine plausible Annahme, wenn sich daraus kein Verlust für den Käufer am Sekundärmarkt ergibt. Im Falle eines Zusammenbruchs übernimmt der Käufer auf dem Sekundärmarkt sowohl riskante als auch sichere Investitionen gegen die Bezahlung des Liquidationserlöses s. Da der Kapitalwert im Erwartungswert positiv ist und die Investitionseigenschaften nicht bekannt sind, lohnt sich für ihn der Kauf auch bei $(1 - p_X)r_X < s$.

Proposition 5.7: *Je nach Konstellation entstehen entweder eindeutige oder multiple Gleichgewichte. Im Fall von multiplen Gleichgewichten können die Kombinationen Pooling und Adverse Selektion sowie Pooling und Zusammenbruch vorliegen, nicht aber Adverse Selektion und Zusammenbruch. Multiple Gleichgewichte entstehen bei* $\frac{1}{1-p} \leq \frac{r_Y}{s} < \frac{1}{1-p_X}$.

In dem Bereich $\frac{1}{1-p} \leq \frac{r_Y}{s} < \frac{1}{1-p_X}$ entsteht das Gleichgewicht in Abhängigkeit von den Erwartungen. Gehen die Banken davon aus, dass alle anderen Banken am Interbankenmarkt teilnehmen und ein Pooling-Gleichgewicht entsteht, im Folgenden **„Gute Erwartungen“**, dann liegt die Zinsuntergrenze bei $i_{min,Pool} = \frac{1}{1-p}$. Bei dieser Zinsgrenze lohnt sich dann für alle Banken die Teilnahme am Interbankenmarkt und es entsteht tatsächlich ein Pooling-Gleichgewicht. Nehmen die Banken aber an, dass die Banken mit hoher Bonität aus dem Interbankenmarkt aussteigen und ein Adverse Selektion-Gleichgewicht oder sogar ein Zusammenbruch entsteht, dann liegen **„Schlechte Erwartungen“** vor. Die Zinsuntergrenze erhöht sich auf $i_{min,AS} = \frac{1}{1-p_X}$. Bei dieser Zinsgrenze lohnt sich dann die Kreditaufnahme für Banken mit hoher Bonität nicht und es entsteht ein Adverse Selektion-Gleichgewicht oder sogar ein Zusammenbruch.

Die folgende Abbildung stellt schematisch die Entscheidung der Banken in Stufe 3 dar. Die Lösung von Entscheidungsstufe 3 ist aber nicht zwingend mit dem finalen Gleichgewicht identisch.

[93] Vgl. Randbedingungen in Abschnitt 5.1.

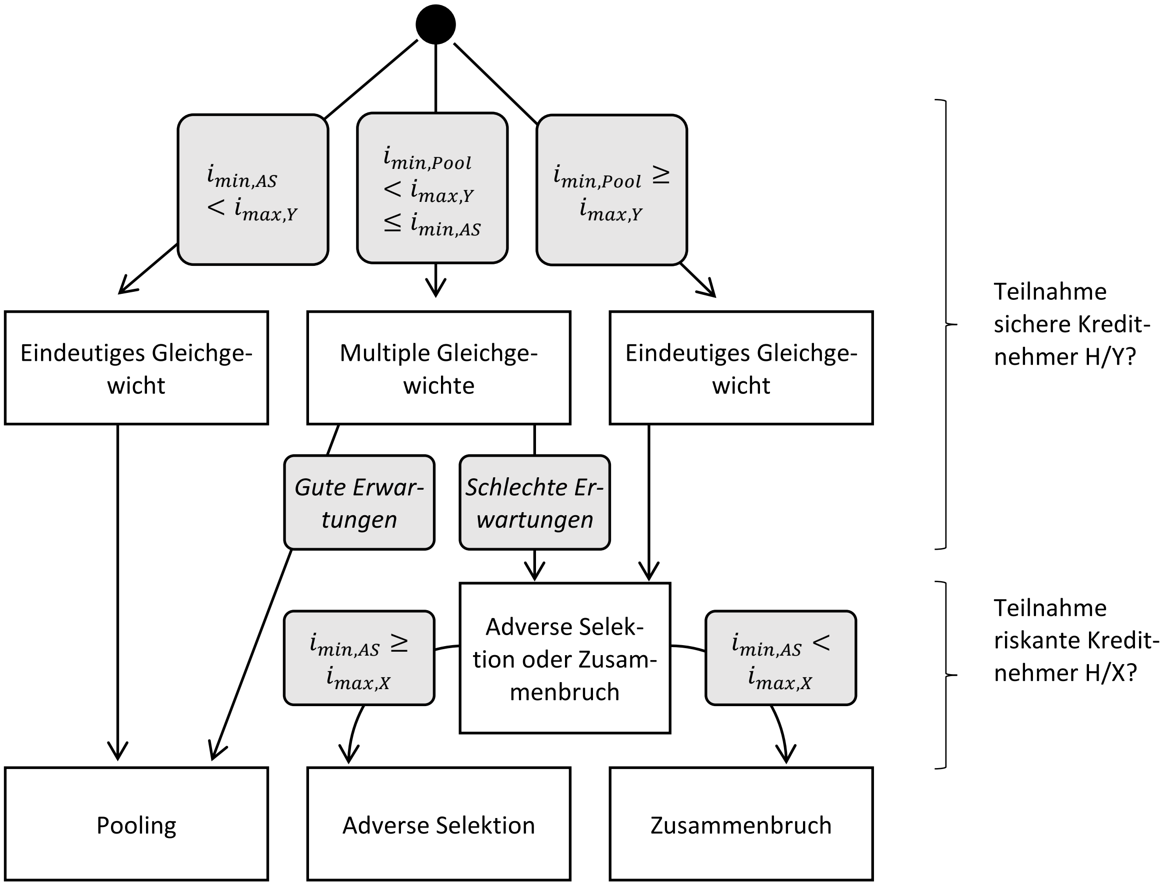


Abbildung 5.4: Mögliche Lösungen in Entscheidungsstufe 3 von Partialmodell II.

5.3.2 Pooling

5.3.2.1 Entstehung des Interbankenmarkts

In den folgenden Abschnitten werden die drei möglichen Gleichgewichte Pooling, Adverse Selektion und Zusammenbruch getrennt voneinander untersucht. In diesem Abschnitt wird Entscheidungsstufe 3 für das Pooling-Szenario dargestellt. Das Ausfallrisiko der Interbankenkredite ist im Pooling-Szenario das gewichtete Mittel, $p_{-j} = p$.

Lemma 5.8: *Es gibt in Entscheidungsstufe 3 folgende Teilnahmebedingungen der Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität.*

Die notwendige Teilnahmebedingung ist

$$\frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p};$$

Die hinreichende Teilnahmebedingung ist

$$\frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p_X}.$$

Damit ein Pooling-Gleichgewicht entstehen kann, muss der sichere Kreditnehmertyp H/Y am Interbankenmarkt teilnehmen. Als notwendige Bedingung muss die Zinsobergrenze bei Pooling über der Zinsuntergrenze bei Pooling liegen. Ist dies nicht der Fall, dann entsteht unabhängig von den Erwartungen kein Pooling-Gleichgewicht.

Wenn die Zinsobergrenze von Banktyp H/Y über der Zinsuntergrenze der Adversen Selektion liegt, ist die hinreichende Bedingung eingehalten und es entsteht ein eindeutiges Pooling-Gleichgewicht. Selbst bei den schlechteren Adverse Selektion-Konditionen würde sich die Teilnahme für die Banken mit hoher Bonität lohnen.

Bedingung für das Pooling-Gleichgewicht ist demnach entweder $\frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p_X}$ oder $\frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p}$ in Kombination mit guten Erwartungen.

Lemma 5.9: *Im Pooling-Fall nehmen alle Banken am Interbankenmarkt teil. Die Interbankenkreditvolumina sowie die Liquidations- und Kassenrestwertquoten stimmen für den riskanten und den sicheren Banktyp überein,*

$$\mathscr{b}_X = \mathscr{b}_Y = \mathscr{b}_{Pool};\ \ell_\mathrm{X} = \ell_\mathrm{Y} = \ell_{Pool};\ \kappa_{L/X} = \kappa_{L/Y} = \kappa_{L,Pool};\ \lambda_{H/X} = \lambda_{H/Y} = \lambda_{H,Pool}.$$

Da alle Banken am Interbankenmarkt teilnehmen und die Liquiditätssituation nur von der Höhe des Einlagenabzugs abhängt, entsprechen sich die Kreditvolumina für Banktyp X und Banktyp Y. Auch bei den Liquidationsquoten und Kassenrestwertquoten liegen keine Unterschiede zwischen den beiden Banktypen vor.

Es folgt die Markträumungsbedingung

$$\omega \mathscr{b}_{Pool} = (1-\omega)\ell_{Pool}$$ [94]

und die Konsumfunktion für t = 0

$$E(D)_{Pool} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(1-c)\lambda_{H,Pool}E(r) + (1-\omega)\mathrm{c}\kappa_{L,Pool}.$$

Proposition 5.8: *Die exakte Zinshöhe ist im Pooling-Szenario von Partialmodell II für die Höhe der Wohlfahrt sowie für die weiteren Entscheidungen irrelevant. Die optimalen Zinsen befinden sich bei* $i_{min,Pool} \leq i^* \leq i_{max,Pool}$.

[94] Aus $\omega[\xi \mathscr{b}_X + (1-\xi)\mathscr{b}_Y] = (1-\omega)[\xi \ell_X + (1-\xi)\ell_Y]$.

Beweis. In der Konsumfunktion der gesamten Einleger für t = 0 $E(D)_{Pool}$ und damit in der Wohlfahrtsgleichung ist die Zinshöhe nicht enthalten.

Analog zu Partialmodell I[95] werden durch die Zinsen lediglich Mittel zwischen den Banktypen umverteilt. Es liegt kein Einfluss auf die Wohlfahrt bzw. dem erwarteten Konsum der gesamten Einleger zum Zeitpunkt t = 0 vor. Die Zinshöhe hat einen Einfluss auf die Entscheidungsstufe 3, die in t = 1 getroffen wird. Hier ist jedoch lediglich wichtig, dass die Zinsen nicht höher als die Zinsobergrenze oder niedriger als die Zinsuntergrenze sind. Für die beiden Entscheidungsstufen 1 und 2 ist die Zinshöhe nicht relevant. Die Banken wissen in t = 0 noch nicht, wie hoch der Einlagenabzug bei ihnen sein wird und welche Investitionseigenschaften vorliegen.

5.3.2.2 Entscheidung über die Kassenhöhe

Lemma 5.10: *Eine Markträumung im Pooling-Szenario liegt vor, wenn bei Teilnahme aller Banktypen am Interbankenmarkt keine Nachfrage und kein Angebot unbefriedigt bleiben. Es folgen dann die Kassenhöhe sowie Interbankenkreditvolumina von*

$$c = c_{Pool} = \delta d_1,$$ [96]

$$\mathscr{b}_{Pool} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1,$$

$$\ell_{Pool} = \omega(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

Dies entspricht Partialmodell I. Die Werte für die Kassenhöhe und die Interbankenkredite entstehen basierend auf der Markträumungsbedingung in Verbindung mit den Budgetrestriktionen sowie $\lambda_{H/j} = 0$ und $\kappa_{L/j} = 0$. Die Banken halten Barmittel in der Höhe des erwarteten Einlagenabzugs. Die Differenz der Barmittel zum tatsächlichen Einlagenabzug verschiedener Banken wird in t = 1 über den Interbankenmarkt umverteilt.

Für die Kassenhöhen $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ gelten entsprechend Partialmodell I folgende Kreditvolumina, Liquidations- und Kassenrestwertquoten.

Lemma 5.11: *Bei Zustandekommen des Interbankenmarkts mit Pooling betragen die Werte für die Interbankenkreditvolumina $\mathscr{b}_{Pool}$ und ℓ_{Pool}, für die Liquidationsquote $\lambda_{H,Pool}$ sowie für die Kassenrestwertquote $\kappa_{L,Pool}$*

---

[95] Vgl. Proposition 4.7.
[96] Entspricht c_M in Partialmodell I und III.

$$b_{Pool} = \begin{cases} \frac{1-\omega}{\omega}\ell, & c < c_{Pool} \\ \delta_H d_1 - c, & c \geq c_{Pool}, \end{cases} \quad \ell_{Pool} = \begin{cases} c - \delta_L d_1, & c \leq c_{Pool} \\ \frac{\omega}{1-\omega} b, & c > c_{Pool}, \end{cases}$$

$$\kappa_{L,Pool} = \begin{cases} 0, & c \leq c_{Pool} \\ \frac{c - \delta d_1}{(1-\omega)c}, & c > c_{Pool}, \end{cases} \quad \lambda_{H,Pool} = \begin{cases} \frac{\delta d_1 - c}{(1-c)\omega s}, & c < c_{Pool} \\ 0, & c \geq c_{Pool}. \end{cases}$$

Aus der Abhängigkeit der Werte von der Kassenhöhe in Relation zu c_{Pool} folgt die abschnittsweise definierte Konsumfunktion

$$E(D)_{Pool} = \begin{cases} \delta d_1 + (1-c)E(r) - (\delta d_1 - c)\frac{E(r)}{s}, & c \leq c_{Pool} \\ \delta d_1 + (1-c)E(r) + (c - \delta d_1), & c > c_{Pool}. \end{cases}$$ [97]

Proposition 5.9: *Im Pooling-Szenario ist die mittlere Kassenhöhe optimal,* $c^* = c_{pool}$.

Beweis. Die Kassenhöhe beeinflusst den erwarteten Konsum wie folgt

$$\frac{dE(D)_{Pool}}{dc} = \begin{cases} \frac{1-s}{s}E(r) > 0, & c < c_{Pool} \\ -(E(r) - 1) < 0, & c > c_{Pool}. \end{cases}$$ [98]

Im ersten Abschnitt $c < c_{Pool}$ lohnt sich eine Kassenerhöhung, da dadurch die Liquidationskosten $K_l = v * \frac{1-s}{s} E(r)$ sinken. Im zweiten Abschnitt $c > c_{Pool}$ steigen die Kosten der entgangenen Rendite $K_e = v * (E(r) - 1)$ und eine Verringerung der Kasse lohnt sich. Insgesamt ist analog Partialmodell I die mittlere Kassenhöhe optimal, $c^* = c_{pool}$. Bei dieser können Liquiditätsschwankungen über den Interbankenmarkt vollständig ausgeglichen werden und Liquidationskosten sowie Kosten der entgangenen Rendite vermieden werden.

Die optimale Kassenhöhe $c^* = c_{pool}$ in die Konsumgleichung eingesetzt ergibt

$$E(D)_{Pool,c_{Pool}} = \delta d_1 + (1 - \delta d_1)E(r).$$

5.3.2.3 Entscheidung über die Einlagenzinsen

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie hoch die optimalen kurzfristigen Einlagenzinsen sind.

---

[97] $c = c_{Pool}$ ist eine Grenzlösung beider Abschnitte.
[98] Für $c = c_{Pool}$ ist die Funktion nicht differenzierbar.

Lemma 5.12: *Im Pooling-Szenario von Partialmodell II haben die kurzfristigen Einlagenzinsen* d_1 *einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0* $E(D)_{Pool,c_{Pool}}$.

Beweis. Der Einfluss ist

$$\frac{dE(D)_{Pool,c_{Pool}}}{dd_1} = -\delta(E(r) - 1) < 0,$$

Proposition 5.10: *In Partialmodell II sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

Das Ergebnis entspricht Partialmodell I.

5.3.2.4 Gleichgewicht

Es sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal, $d_1^* = 1$. Die mittlere Kassenhöhe c_{Pool} führt zum höchsten erwarteten Konsum, $c^* = \delta$. Die optimalen Zinsen liegen innerhalb der Grenzen

$$\frac{1}{1-p} \leq i^* \leq \frac{r_Y}{s}.$$

Der erwartete Konsum beträgt

$$E(D)_{Pool,c_{Pool}} = 1 + (1 - \delta)(E(r) - 1).$$

Durch die gegenseitige Versicherung von Liquiditätsschwankungen entstehen im Pooling-Szenario keine Kosten. Das Ergebnis entspricht Partialmodell I.

5.3.3 Adverse Selektion

5.3.3.1 Entstehung des Interbankenmarkts

Im Folgenden wird Entscheidungsstufe 3 für das Adverse Selektion-Szenario dargestellt. Das Ausfallrisiko eines Interbankenkredits bei Adverser Selektion entspricht dem Ausfallrisiko des riskanten Investitionstyps. Es beträgt $p_{-j} = p_X$.

Lemma 5.13: *Es gibt folgende Teilnahmebedingung für die Banken mit riskanter Investition in Entscheidungsstufe 3,*

$$\frac{r_X}{s} \geq \frac{1}{1-p_X}.$$

Für die Teilnahme der riskanten Kreditnehmerbanken (Banktyp H/X) gibt es keinen Unterschied zwischen notwendiger und hinreichender Teilnahmebedingung. Die Entscheidung ist erst relevant, wenn die Banken mit hoher Bonität bereits aus dem Interbankenmarkt ausgetreten sind. Die Zinskonditionen entsprechen dann genau dem Ausfallrisiko der riskanten Investition. Für die Banken mit riskanten Investitionen entspricht die Entscheidung dann Partialmodell I.

Ein Adverse Selektion-Gleichgewicht entsteht bei $\frac{r_X}{s} \geq \frac{1}{1-p_X} > \frac{r_Y}{s}$.[99] Im Fall von guten Erwartungen muss für das Adverse Selektion-Szenario jedoch $\frac{r_X}{s} \geq \frac{1}{1-p_X} > \frac{1}{1-p} > \frac{r_Y}{s}$ vorliegen, sonst würden auch die Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität dem Interbankenmarkt beitreten.[100]

Lemma 5.14: *Im Adverse Selektion-Fall stimmen für alle Banken mit Liquiditätsüberschuss unabhängig vom Investitionstyp das Interbankenkreditvolumen $\ell_{j,AS}$ sowie die Kassenrestwertquote $\kappa_{L/j,AS}$ überein. Bei Banken mit Liquiditätsdefizit hängt die Höhe des Interbankenkreditvolumens $b_{j,AS}$ sowie der Liquidationsquote $\lambda_{H/j,AS}$ dagegen vom Investitionstyp $j = \{X, Y\}$ ab. Es gilt*

$$b_{X,AS} \geq 0; b_{Y,AS} = 0;\ \ell_{\mathrm{X,AS}} = \ell_{\mathrm{Y,AS}} = \ell_{AS};\ \kappa_{L/X,AS} = \kappa_{L/Y,AS} = \kappa_{L,AS};$$

$$\lambda_{H/X,AS} \geq 0; \lambda_{H/Y,AS} = \lambda_{H,RM} = \frac{\delta_H d_1 - c}{(1-c)s} = \lambda_{H/X,AS} + \frac{b_{X,AS}}{(1-c)s}.$$ [101]

Wie bereits in Abschnitt 5.1 erklärt wurde, hängt die Entscheidung über die Kreditvergabe von Banken mit Liquiditätsüberschuss nicht von der eigenen Investition ab. Die Kennzahlen der beiden Banktypen L/X und L/Y entsprechen sich daher.

Dies gilt nicht für Banken mit Liquiditätsdefizit. Im Adverse Selektion-Gleichgewicht steigen Banken mit hoher Bonität (Banktyp H/Y) aus dem Interbankenmarkt aus. Das Volumen ihrer Interbankenkredite beträgt demnach null. Die fehlenden Barmittel müssen sie durch den Verkauf der langfristigen Investition generieren. Da sie das gleiche Liquiditätsvolumen $b_{X,AS}$ wie Banktyp H/X benötigen, erhöht sich ihre Liquidationsquote um den entsprechenden Betrag. Bei Banktyp H/Y liegt eine Liquidationsquote in der gleichen Höhe wie im Referenzmodell ohne Interbankenmarkt vor.

---

[99] Vgl. Proposition 5.6.
[100] Vgl. Lemma 5.8.
[101] Abgeleitet aus Budgetrestriktion $\lambda_{H/X} = \frac{\delta_H d_1 - c - b_X}{(1-c)s}$.

Es folgt die Markträumungsbedingung für den Adverse Selektion-Fall

$$\omega\xi \mathscr{b}_{X,AS} = (1-\omega)\ell_{AS}.$$

Alle Kreditgeberbanken nehmen am Interbankenmarkt teil. Auf der Nachfrageseite sind es nur die Kreditnehmerbanken mit riskanter Investition.

Daraus entsteht die Konsumfunktion

$$E(D)_{AS} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(1-c)\lambda_{H/X,AS}E(r) + (1-\omega)c\kappa_{L,AS}$$
$$- \omega(1-\xi)\frac{\mathscr{b}_{X,AS}}{s}(1-p_Y)r_Y.$$

Im Vergleich zu Pooling oder Partialmodell I ist hier ein niedrigerer erwarteter Konsum zu sehen. Der Kreditnehmertyp mit der sicheren Investition, dessen Wahrscheinlichkeit $\omega(1-\xi)$ beträgt, benötigt wie Banktyp H/X das Liquiditätsvolumen $\mathscr{b}_{X,AS}$. Jedoch nimmt er dafür keinen Interbankenkredit auf, sondern verkauft hierfür ein Volumen von $\frac{\mathscr{b}_{X,AS}}{s}$ seiner langfristigen Investition. Für diesen Anteil geht ihm die erwartete Rendite von $(1-p_Y)r_Y$ verloren. Zusammengefasst können im Adverse Selektion-Szenario die Kosten einer Liquidation nicht vollständig vermieden werden.

Proposition 5.11: *Die exakte Zinshöhe ist im Adverse Selektion-Szenario von Partialmodell II für die Höhe der Wohlfahrt sowie für die weiteren Entscheidungen irrelevant. Die optimalen Zinsen befinden sich bei* $i_{min,AS} \leq i^* \leq i_{max,AS}$.

Beweis. Analog zum Pooling-Szenario ist in der Konsumgleichung der gesamten Einleger für t = 0 $E(D)_{AS}$ die Zinshöhe nicht enthalten. Die beiden weiteren Entscheidungen, Kassenhöhe und Einlagenzinsen, werden in t = 0 getroffen und die Wohlfahrt entspricht ebenfalls diesem erwarteten Konsum. Für Entscheidungsstufe 3 ist lediglich wichtig, dass die Zinsobergrenze über der -untergrenze liegt. Im Ergebnis liegen die Zinsen zwischen den beiden Grenzen, $i_{min,AS} \leq i^* \leq i_{max,AS}$. Innerhalb dieser Grenzen ist jeder Zinssatz möglich.

5.3.3.2 Entscheidung über die Kassenhöhe

In diesem Abschnitt wird die Kassenentscheidung untersucht.

Lemma 5.15: *Eine Markträumung im Adverse Selektion-Szenario liegt vor, wenn keine Nachfrage und kein Angebot unbefriedigt bleiben beim Ausstieg der sicheren Kreditnehmer, aber Teilnahme der riskanten Kreditnehmer und aller Kreditgeber am Interbankenmarkt. Die Gleichungen für die Kasse und die Interbankenkredite sind dann*

$$c = c_{AS} = \frac{\omega\xi\delta_H d_1 + (1-\omega)\delta_L d_1}{\omega\xi + 1 - \omega},$$

$$b_{X,AS} = \frac{1-\omega}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1,$$

$$\ell_{AS} = \frac{\omega\xi}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

Die Gleichungen leiten sich aus der Markträumungsbedingung in Verbindung mit der Budgetrestriktion sowie $\lambda_{H/X} = 0$ und $\kappa_L = 0$ ab.

Die Kassenhöhe bei Markträumung im Adverse Selektion-Szenario entspricht dem erwarteten Einlagenabzug der drei teilnehmenden Banktypen. Der Liquiditätsbedarf von Banktyp H/Y bleibt unberücksichtigt. Sein Liquiditätsdefizit wird durch den Verkauf der langfristigen Investition gedeckt. Die restlichen Banken teilen sich auf in Banken mit hohem kurzfristigen Einlagenabzug (Banktyp H/X, Anteil $\frac{\omega\xi}{\omega\xi+1-\omega}$) und Banken mit niedrigem kurzfristigen Einlagenabzug (Banktyp L, Anteil $\frac{1-\omega}{\omega\xi+1-\omega}$).

Die Kassenhöhe c_{AS} ist niedriger als die Pooling-Kassenhöhe $c_{Pool} = \delta d_1$,

$$c_{AS} = \delta d_1 - \frac{(1-\omega)\omega(1-\xi)}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

Bei adverser Selektion werden nur Barmittel zwischen den Kreditgeberbanken und den Kreditnehmerbanken mit riskanter Investition umverteilt. Die Barmittel müssen also nur für diese drei Bankgruppen ausreichen, weshalb die Banken sich für eine niedrigere Kassenhaltung als bei Pooling entscheiden.

Für die Kassenhöhen $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ gelten folgende Kreditvolumina, Liquidations- und Kassenrestwertquoten.

Lemma 5.16: *Bei Zustandekommen des Interbankenmarkts mit Adverser Selektion betragen die Werte für die jeweiligen Interbankenkredite b_X und ℓ, für die Liquidationsquote der Bank mit riskanter Investition $\lambda_{H/X}$ sowie für die Kassenrestwertquote κ_L*

$$b_{X,AS} = \begin{cases} \dfrac{1-\omega}{\omega\xi}\ell, & c < c_{AS} \\ \delta_H d_1 - c, & c \geq c_{AS}, \end{cases} \qquad \ell_{AS} = \begin{cases} c - \delta_L d_1, & c \leq c_{AS} \\ \dfrac{\omega\xi}{1-\omega} b_X, & c > c_{AS}, \end{cases}$$

$$\kappa_{L,AS} = \begin{cases} 0, & c \leq c_{AS} \\ \frac{(1-\omega)(c-\delta_L d_1) - \omega\xi(\delta_H d_1 - c)}{(1-\omega)c}\,^{102}, & c > c_{AS}, \end{cases}$$

$$\lambda_{H/X,AS} = \begin{cases} \frac{\omega\xi(\delta_H d_1 - c) - (1-\omega)(c-\delta_L d_1)}{\omega\xi(1-c)s}\,^{103}, & c < c_{AS} \\ 0, & c \geq c_{AS}. \end{cases}$$

Die Gleichungen leiten sich ab aus der Markträumungsbedingung in Verbindung mit den Budgetrestriktionen. Im Gegensatz zu Pooling oder Partialmodell I ist die Höhe der Kreditvolumina, Liquidations- und Kassenrestwertquoten hier abhängig von der Relation zu c_{AS} anstelle von c_{Pool} bzw. c_M. Für $\mathscr{b}_Y$ und $\lambda_{H/Y,AS}$ siehe Lemma 5.14.

Die Konsumfunktion für beiden Kassenabschnitte nach Einsetzen der Interbankenkreditvolumina sowie Liquidations- und Kassenrestwertquote ist

$$E(D)_{AS} = \delta d_1 + (1-c)E(r) + \\ (1-\omega)(c-\delta_L d_1)\frac{(1-p_X)r_X}{s} - \omega(\delta_H d_1 - c)\frac{E(r)}{s} \\ \text{für } c \leq c_{AS},$$

$$E(D)_{AS} = \delta d_1 + (1-c)E(r) + \\ (1-\omega)(c-\delta_L d_1) - \omega(\delta_H d_1 - c)\left(\xi + (1-\xi)(1-p_Y)\frac{r_Y}{s}\right) \\ \text{für } c > c_{AS}.$$

Lemma 5.17: *Im Adverse Selektion-Szenario beeinflusst die Kassenhöhe den erwarteten Konsum wie folgt.*

$$\frac{dE(D)_{AS}}{dc} = \begin{cases} \frac{1-s}{s}E(r) - (1-\omega)(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X}{s}, & c < c_{AS} \\ -(E(r)-1) + \omega(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y - s}{s}, & c > c_{AS}.^{104} \end{cases}$$

[102] $\kappa_L = \frac{\omega\xi+1-\omega}{(1-\omega)c}(c - c_{AS})$ für $c > c_{AS}$.
[103] $\lambda_{H/X} = \frac{\omega\xi+1-\omega}{\omega\xi(1-c)s}(c_{AS} - c)$ für $c < c_{AS}$.
[104] Im Punkt $c = c_{AS}$ ist die Funktion nicht differenzierbar.

Wie im Pooling-Szenario bedeutet eine Kassenerhöhung, dass Liquidationskosten vermieden werden. Wird die Kasse über den Scheitelpunkt der mittleren Kassenhaltung c_{AS} hinaus erhöht, dann entstehen Kosten der entgangenen Rendite.

Im Gegensatz zum Pooling-Szenario steht diesem Effekt aber ein weiterer Effekt gegenüber, weshalb im Adverse Selektion-Szenario an dieser Stelle keine eindeutige Aussage möglich ist. Eine Veränderung der Kassenhöhe hat auch einen Einfluss auf das Liquidationsvolumen von Banktyp H/Y, der nicht am Interbankenmarkt teilnimmt. Bei Variation der Kassenhöhe verändern sich seine Kosten. Je näher die Kassenhöhe an der mittleren Kassenhöhe ist, desto höher sind die Interbankenkreditvolumina und desto größer ist der Unterschied zwischen Adverse Selektion und Pooling. Die Höhe des Effekts hängt auch davon ab, ob am Interbankenmarkt überschüssige oder knappe Liquidität vorliegt.

Bei $c < c_{AS}$ ist die Liquidität knapp. Bei einer Erhöhung der Kassenhaltung erhöht sich das Kreditvolumen. Es werden dann mehr Interbankenkredite vergeben. Höhere Kreditvolumina bedeuten einen größeren Nachteil für Banken mit hoher Bonität. Gleichzeitig profitieren Banken mit riskanter Investition, wenn sie mehr Kredite aufnehmen können.

Bei $c > c_{AS}$ liegt überschüssige Liquidität am Gesamtmarkt vor. Den eben beschriebenen Vorteil von Banken mit riskanter Investition gibt es dann nicht. Ihre Kreditnachfrage ist bereits befriedigt. Mehr Barmittel bedeuten dann, dass aufgrund des geringeren Investitionsvolumen die Rückzahlungen aus der Investition sinken. Gleichzeitig können Liquidationen verhindert werden.

Das Adverse Selektion-Szenario bedeutet, dass ein Anteil der sicheren langfristigen Investition verkauft wird. Gerade wenn die erwartete Rendite der sicheren langfristigen Investition $(1 - p_Y)r_Y$ besonders hoch ist, lohnt sich ein Adverse Selektion-Gleichgewicht nicht. Stattdessen kann dann die niedrige oder hohe Kassenhaltung besser sein.

Proposition 5.12: *Im Adverse Selektion-Szenario ist eine der drei Kassenhöhen $c^* = \{c_L, c_{AS}, c_H\}$ optimal.*

Beweis. Alle drei Randlösungen sind mögliche Gleichgewichte, siehe numerische Darstellung in Abschnitt 5.5.1. Aufgrund der Interbankenkredite, Liquidations- und Kassenrestwertquoten[105] liegt eine abschnittsweise definierte Konsumfunktion vor. Diese ist innerhalb der beiden Abschnitte $\delta_L d_1 \leq c \leq c_{AS}$ und $c_{AS} \leq c \leq \delta_H d_1$ linear. Es kommen demnach nur die Randlösungen der Abschnitte als Gleichgewicht infrage.

[105] Vgl. Lemma 5.16.

Im Ergebnis heißt das, auch wenn in Entscheidungsstufe 3 eine Adverse Selektion- entstehen würde, muss das nicht zwingend auch für Entscheidungsstufe 2 gelten. Bei den beiden möglichen Gleichgewichten $c^* = \delta_L d_1$ und $c^* = \delta_H d_1$ entsprechen die Barmittel genau dem Einlagenabzug von Banktyp L bzw. Banktyp H. In diesen Fällen entsteht kein Interbankenmarkt, sondern die Lösung des Referenzmodells.

Die Konsumgleichung für das Adverse Selektion-Szenario lautet für $c^* = c_{AS}$

$$E(D)_{AS,c_{AS}} = \delta d_1 + (1 - \delta d_1)E(r)$$

$$-\frac{\omega(1-\omega)(1-\xi)}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1\left(\xi\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big) + \frac{1-s}{s}(1-p_Y)r_Y\right).$$

Proposition 5.13: *Die Parameter beeinflussen die Höhe der optimalen Kassenhaltung wie folgt.*

- Je höher die Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω, desto eher wird eine höhere Kassenhaltung gewählt.
- Der Einfluss des Anteils des riskanten Typs ξ ist von der erwarteten Rendite der riskanten Investition $(1 - p_X)r_X$ abhängig.

  Bei $(1 - p_X)r_X \geq 1$ führt eine Erhöhung von ξ dazu, dass eher die mittlere Kassenhaltung c_{AS} gewählt wird. Bei $(1 - p_X)r_X = 1$ hat ξ aber keinen Einfluss auf die Wahl zwischen der mittleren und der hohen Kassenhaltung.

  Bei $(1 - p_X)r_X < 1$ führt eine Erhöhung von ξ eher zu einer höheren Kassenhaltung.
- Je höher die Liquidationserlöse s sind, desto eher ist eine niedrigere Kassenhaltung optimal.
- Eine Erhöhung der Rendite des riskanten Typs r_X und eine Verringerung dessen Ausfallrisikos p_X führen dazu, dass eher die mittlere Kassenhöhe c_{AS} gewählt wird.
- Der Einfluss der Rendite r_Y und des Ausfallrisikos p_Y der sicheren Investition ist nicht eindeutig und entspricht prinzipiell dem Einfluss im Referenzmodell.

  Bei $s > \omega$ führt eine Erhöhung von r_Y oder eine Verringerung von p_Y dazu, dass eher eine niedrigere Kassenhaltung gewählt wird.

  Bei $s = \omega$ besteht kein Einfluss.

  Bei $s < \omega$ ist es dagegen eher eine höhere Kassenhaltung.
- Keinen Einfluss haben die Anteile der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L.

Beweis. Siehe Anhang 9.7.

Je höher ω ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass bei einer Bank ein hoher Einlagenabzug vorliegt. Als Folge wird eher eine höhere Kassenhaltung gewählt. Dies heißt, dass bei einem niedrigen Wert für ω die niedrige Kassenhaltung optimal ist, bei einem mittleren Wert die mittlere Kassenhaltung der Adversen Selektion und bei einem hohen Wert die hohe Kassenhaltung.

Eine Erhöhung von ξ bedeutet, dass der Anteil der Banken mit riskanter Investition steigt. Dies bedeutet auch, dass sich der Anteil der Kreditnehmerbanken erhöht, die im Adverse-Selektion-Fall am Interbankenmarkt teilnehmen. Der Interbankenmarkt lohnt sich dadurch prinzipiell mehr. Eine Ausnahme bildet jedoch der Fall, dass die riskante Investition einen negativen Kapitalwert hat, $(1 - p_X)r_X < 1$. Eine Erhöhung des Anteils einer solchen Investition führt dann dazu, dass eher eine höhere Kassenhaltung gewählt wird.

Die Höhe der Liquidationserlöse wirkt sich auf den erwarteten Konsum bei niedriger und bei mittlerer Kassenhaltung aus, nicht aber bei hoher Kassenhaltung. Die größte Auswirkung liegt bei der niedrigen Kassenhaltung vor, da dann das Liquiditätsdefizit größer ist und beide Banktypen mit Liquiditätsdefizit einen Anteil der Investition verkaufen müssen. Sehr hohe Liquidationserlöse machen die niedrige Kassenhaltung vergleichsweise attraktiver.

Die Kreditnehmerbanken am Interbankenmarkt besitzen im Fall der adversen Selektion alle eine riskante Investition. Daher spielt deren Ausfallrisiko p_X sowie die Rendite r_X eine zentrale Rolle für die Entstehung des Interbankenmarkts. Vorteilhaft ist eine hohe Rendite und ein niedriges Ausfallrisiko.

Die Banken mit Liquiditätsdefizit und sicherer Investition nehmen dagegen nicht am Interbankenmarkt teil. Der Einfluss deren Rendite r_Y und Ausfallrisiko p_Y entspricht dem Einfluss im Referenzmodell.

Der Einfluss der Parameter wird mit der numerischen Auswertung in Abschnitt 5.4.2 verdeutlicht. Dabei sind die blauen Linien die Grenzwerte für die optimale Kassenhaltung im Adverse Selektion-Szenario. Der unterschiedlich mögliche Einfluss der Parameter ξ, r_Y und p_Y, wird in der numerischen Auswertung in den Anhängen 9 und 10 dargestellt.

Zusammengefasst bedeutet das, falls in Entscheidungsstufe 3 eine Adverse Selektion entstehen würde, führen eine mittelhohe Wahrscheinlichkeit für den hohen Einlagenabzug ω, mittelhohe Liquidationserlöse s, eine hohe Rendite r_X und ein niedrigens Ausfallrisiko p_X der riskanten Investition tatsächlich zum Interbankenmarkt mit Adverser Selektion. Wenn dagegen die hohe oder niedrige Kassenhaltung optimal ist, entsteht kein Interbankenmarkt und somit auch kein Adverse-Selektion-Gleichgewicht.

5.3.3.3 Entscheidung über die Einlagenzinsen

Dieser Abschnitt zeigt, wie hoch die optimalen Einlagenzinsen in Entscheidungsstufe 1 sind.

Lemma 5.18*: Im Adverse Selektion-Szenario von Partialmodell II haben die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0 $E(D)_{AS,c_{AS}}$.*

Beweis. Der Einfluss auf den erwarteten Konsum ist,

$$\frac{dE(D)_{AS,c_{AS}}}{dd_1} = -\delta(E(r) - 1) - \frac{\omega(1-\omega)(1-\xi)}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)$$

$$* \left(\xi\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big) + \frac{1-s}{s}(1-p_Y)r_Y\right) < 0.$$

Proposition 5.14: *In Partialmodell II sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

5.3.3.4 Gleichgewicht

In der ersten Entscheidungsstufe sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal, $d_1^* = 1$. In der zweiten Entscheidungsstufe wird im Adverse Selektion-Gleichgewicht folgende Kassenhöhe gewählt,

$$c_{AS} = \delta - \frac{(1-\omega)\omega(1-\xi)}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L).$$

Bei adverser Selektion in der dritten Entscheidungsstufe sind aber auch die hohe und die niedrige Kassenhaltung mögliche Gleichgewichte, die der Lösung des Referenzmodells entsprechen.[106]

Die Zinsen bei Adverser Selektion liegen bei

$$\frac{1}{1-p_X} \leq i^* \leq \frac{r_X}{s}.$$

Der erwartete Konsum ist

[106] Bei Adverser Selektion in Entscheidungsstufe 3 gilt $c^* = c_L$ bei $\omega < 1 - \frac{(1-s)E(r)}{(1-\xi)((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X)}$ und $c^* = c_H$ bei $\omega > \frac{E(r)-1}{(1-\xi)\left((1-p_Y)\frac{r_Y}{s} - 1\right)}$.

$$E(D)_{AS,c_{AS}} = 1 + (1-\delta)(E(r)-1) - \omega(1-\xi)\mathscr{b}_{X,AS}\left(\frac{(1-p_Y)r_Y}{s} - E(r)\right).$$

Am Ergebnis ist zu sehen, dass bei Adverser Selektion Kosten[107] entstehen. Banken mit hoher Bonität müssen ihre langfristige Investition anteilig verkaufen, um das benötigte Volumen an Barmitteln $\mathscr{b}_{X,AS}$ zu erhalten. Dem Effekt steht entgegen, dass bei Adverser Selektion im Vergleich zu Pooling ein größerer Anteil langfristig investiert werden kann,[108] und die Banken auf dieses größere Investitionsvolumen die erwartete Rendite erhalten.

5.3.4 Zusammenbruch

Ein Zusammenbruch entsteht bei $\frac{r_X}{s} < \frac{1}{1-p_X}$.[109] In diesem Fall entsteht die Lösung des Referenzmodells.

5.4 Zusammenführung, Wohlfahrtsvergleich und komparative Statik

Abbildung 5.4 hat die möglichen Lösungen in Entscheidungsstufe 3 dargestellt, die aufgrund der Entscheidung über den Beitritt zum Interbankenmarkt entstehen. Wenn die Banken sich in Entscheidungsstufe 2 die hohe oder die niedrige Kassenhaltung wählen, entsteht in der Folge eine hohe oder niedrige Liquidität am Interbankenmarkt. Dies kann die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über Entscheidungsstufe 2.

---

[107] $\frac{(1-p_Y)r_Y}{s} - E(r) = \frac{\omega(1-\omega)(1-\xi)}{\omega\xi+1-\omega}(\delta_H - \delta_L)\left(\xi\left((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\right) + \frac{1-s}{s}(1-p_Y)r_Y\right)$, daher $\frac{(1-p_Y)r_Y}{s} - E(r) > 0$.

[108] $c_{AS} < c_{Pool}$, vgl. Lemma 5.15.

[109] Vgl. Proposition 5.6.

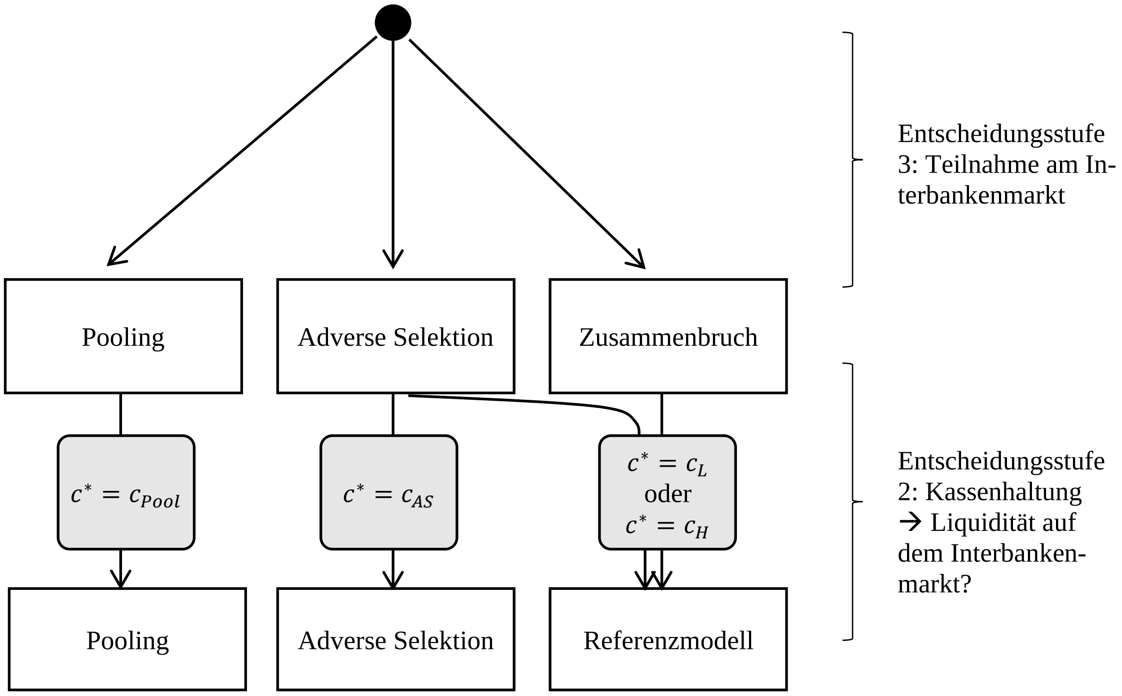


Abbildung 5.5: Zusammenfassung von Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell II.

Sofern in Entscheidungsstufe 3 ein Pooling vorliegt, gilt dies auch für Entscheidungsstufe 2. Die Banken wählen dann die Kassenhaltung, die tatsächlich zum Pooling-Gleichgewicht führt. Bei einer Adversen Selektion in Entscheidungsstufe 3 besteht dieser eindeutige Zusammenhang nicht. Dies kann sowohl bedeuten, dass die Banken die mittlere Kassenhaltung mit Interbankenmarkt c_{AS} wählen, als auch, dass es die hohe oder niedrige Kassenhaltung ist und damit die Lösung des Referenzmodells entsteht. Liegt in Entscheidungsstufe 3 ein Zusammenbruch vor, dann gibt es keinen Interbankenmarkt. Es folgt das Gleichgewicht mit einem inaktiven Interbankenmarkt. Daher kann die hohe oder die niedrige Kassenhaltung optimal sein.

Proposition 5.15: *Im Pooling-Szenario entsteht der höchste erwartete Konsum. Ein Ausstieg des sicheren Kreditnehmertyps aus dem Interbankenmarkt ist immer mit einem Wohlfahrtsverlust verbunden.*

Beweis. Die Differenz zwischen Pooling und Adverser Selektion sowie Pooling und Referenzmodell mit der entsprechenden Kassenhöhe ist jeweils positiv,

$$E(D)_{Pool,c_{Pool}} - E(D)_{AS,c_{AS}}$$
$$= \frac{\omega(1-\omega)(1-\xi)}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)\left(\xi\left((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\right) + \frac{1-s}{s}(1-p_Y)r_Y\right)$$
$$> 0,$$

$$E(D)_{Pool,c_{Pool}} - E(D)_{RM,c_H} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)(E(r) - 1) > 0,$$

$$E(D)_{Pool,c_{Pool}} - E(D)_{RM,c_L} = \omega(\delta_H - \delta_L)\frac{1-s}{s}E(r) > 0.$$

Bei einem Ausstieg der Banken mit hoher Bonität entsteht immer ein Wohlfahrtsverlust. Der Wohlfahrtsverlust ist größer, je höher die Differenz zwischen den Einlagenabzügen $\delta_H - \delta_L$ ist, und kleiner, je höher die Liquidationserlöse s sind.

Im Fall von multiplen Gleichgewichten ist immer eines der beiden Gleichgewichte Pooling.[110] Da die höchste Wohlfahrt im Pooling-Gleichgewicht vorliegt, ist es das dominante Gleichgewicht. Man könnte also davon ausgehen, dass bei multiplen Gleichgewichten immer Pooling entsteht. Dem kann ich zustimmen in normalen Marktphasen. Im Fall von turbulenten Zeiten kann aber auch argumentiert werden, dass diese ein Signal darstellen und den Wechsel zu schlechten Erwartungen verursachen. Daher möchte ich keine eindeutige Aussage machen, welches der beiden möglichen Gleichgewichte entsteht.

Proposition 5.16: *Falls die Kreditnehmerbanken mit niedriger Bonität (Banktyp H/X) ebenfalls aus dem Interbankenmarkt austeigen und ein Zusammenbruch vorliegt, wird durch seinen Ausstieg die Wohlfahrt erhöht.*

Beweis. Die Relation des erwarteten Konsums aller Einleger und damit der Wohlfahrt zwischen Adverser Selektion und Zusammenbruch ist

$$E(D)_{AS} - E(D)_{RM} = \omega\xi(1-p_X)\mathscr{b}_{X,AS}\left(i_{max,AS} - i_{min,AS}\right),$$

$$E(D)_{AS} - E(D)_{RM} < 0 \; f\text{ü}r \; i_{max,AS} < i_{min,AS}.$$

Herleitung, siehe Anhang 9.8.

Die Kreditnehmerbanken mit niedriger Bonität steigen also dann aus dem Interbankenmarkt aus, wenn es besser ist.

Die Differenz zwischen dem erwarteten Konsum aller Einleger bei konstanter Kassenhöhe im Adverser Selektion-Szenario und im Referenzmodell, also bei einem Zusammenbruch, kann positiv oder negativ sein. Es sind zwei Fälle zu unterscheiden: $i_{max,AS} \geq i_{min,AS}$ und $i_{max,AS} < i_{min,AS}$.

[110] Vgl. Proposition 5.7.

Bei $i_{max,AS} \geq i_{min,AS}$ steigt der Kreditnehmertyp mit riskanter Investition nicht aus dem Interbankenmarkt aus.[111] In diesem Fall ist der erwartete Konsum bei gleicher Kassenhöhe im Szenario Adverse Selektion höher als im Referenzszenario.

Bei $i_{max,AS} < i_{min,AS}$ dagegen steigt der Kreditnehmertyp mit riskanter Investition aus dem Interbankenmarkt aus. In diesem Fall ist aber auch bei identischer Kassenhöhe das Referenzszenario mit einem höheren erwarteten Konsum verbunden als dies bei Adverser Selektion der Fall wäre. Wenn nicht die mittlere Kassenhöhe, sondern die im Referenzszenario optimale Kassenhöhe gewählt wird, steigt die Wohlfahrt zusätzlich an. Ein Wohlfahrtsverlust entsteht also durch den Ausstieg der Banken mit riskanter Investition nicht. Sind die Banken mit sicherer Investition aus dem Interbankenmarkt bereits ausgeschieden, dann entsteht die zweitbeste Lösung.

Im Folgenden wird die komparative Statik für die Teilnahmebedingung (Entscheidungsstufe 3) vorgestellt. Die komparative Statik für die Kassenentscheidung im Adverse Selektion-Szenario wurde bereits mit Proposition 5.13 gezeigt. Diese Entscheidung kann ebenfalls den Interbankenmarkt verhindern. Beide Entscheidungen sind für die Entstehung des Interbankenmarkts wichtig und werden zusammengefasst in der numerischen Auswertung gezeigt. Dort ist zu sehen, dass es nicht immer einen eindeutigen Einfluss eines Parameters gibt und viele Fallunterscheidungen zu betrachten sind. Z. B. zeigt Abbildung 5.16 den Einfluss der Liquidationserlöse s. Geht man von einer konstanten Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug $\omega = 0{,}5$ aus, dann entsteht bei niedrigen Liquidationserlösen zunächst das Pooling-Gleichgewicht. Bei einer Erhöhung der Liquidationserlöse und schlechten Erwartungen ist dann die hohe Kassenhaltung optimal. Eine weitere Erhöhung führt zunächst zum Adverse Selektion-Gleichgewicht und schließlich zur niedrigen Kassenhaltung. Da jedoch gezeigt wurde, dass nur der Ausstieg der Banken mit hoher Bonität zu einem Wohlfahrtsverlust führt, sind die folgenden Propositionen von zentraler Bedeutung.

Proposition 5.17: *Die notwendige Teilnahmebedingung der Banken mit hoher Bonität wird eher eingehalten bei*

- einer geringen Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ,
- niedrigen Liquidationserlösen s,
- einer hohen Rendite der sicheren Investition r_Y und
- niedrigen Ausfallrisiken beider Investitionstypen p_X und p_Y.

[111] Vgl. Proposition 5.6.

- Keinen Einfluss haben die Rendite der riskanten Investition r_X, die Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω und die Anteile der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L.

Die notwendige Teilnahmebedingung $\frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p}$ wird eingehalten bei einer hohen Rendite der sicheren Investition r_Y, bei niedrigen Liquidationserlösen s und bei einem niedrigen Ausfallrisiko der Interbankenkredite, das dem durchschnittlichen Ausfallrisiko entspricht. Dieses setzt sich positiv zusammen aus den beiden Ausfallwahrscheinlichkeiten p_X und p_Y und der Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ.

Proposition 5.18: *Je höher die Differenz zwischen den Risiken $\Delta p = p_X - p_Y$ und den Renditen $\Delta r = r_X - r_Y$ ist, desto eher wird die notwendige Teilnahmebedingung verletzt.*

Beweis. Die notwendige Teilnahmebedingung aus Lemma 5.8 umgeformt lautet

$$\xi(p_X - p_Y)r_Y \leq (1 - p_Y)r_Y - s$$

bzw.

$$\xi(1 - p_x)\left(r_x - r_y\right) \leq NPV + (1 - s)$$

$$\text{mit } NPV = \xi(1 - p_X)r_X + (1 - \xi)(1 - p_Y)r_Y - 1.$$

Eine hohe Differenz der Risiken oder der Renditen bedeutet eine hohe Unsicherheit. Wenn gleichzeitig noch der Kapitalwert hoch oder die Liquidationserlöse niedrig sind, kann das dazu führen, dass die notwendige Bedingung nicht eingehalten wird und die Banken mit hoher Bonität selbst bei guten Erwartungen aus dem Interbankenmarkt aussteigen.

Proposition 5.19: *Die hinreichende Teilnahmebedingung der Banken mit hoher Bonität wird eher eingehalten bei*

- niedrigen Liquidationserlösen s,
- einer hohen Rendite der sicheren Investition r_Y und
- einem geringen Ausfallrisiko der riskanten Investition p_X.
- Keinen Einfluss haben die Wahrscheinlichkeiten für den hohen frühen Einlagenabzug ω sowie für die riskante Investition ξ, die Rendite der riskanten Investition r_X, das Ausfallrisiko der sicheren Investition p_Y und die Anteile der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L.

Bei Einhaltung der hinreichenden Teilnahmebedingung entsteht ein eindeutiges Pooling-Gleichgewicht. Dies bedeutet, dass selbst bei einer schlechten Marktstimmung das Pooling-Gleichgewicht zustande kommt. Die Banken mit hoher Bonität nehmen sicher am Interbankenmarkt teil, wenn sich die Teilnahme selbst bei den Konditionen der Adversen Selektion für sie noch lohnen würde. Im Gegensatz zur notwendigen Teilnahmebedingung ist dafür nur das Ausfallrisiko der riskanten Investition p_X relevant, nicht aber das der sicheren p_Y oder die Zusammensetzung der Investitionstypen ξ.

Proposition 5.20: *Je höher die Differenz zwischen den Risiken $\Delta p = p_X - p_Y$ und den Renditen $\Delta r = r_X - r_Y$ ist, desto eher wird die hinreichende Teilnahmebedingung verletzt.*

Beweis. Die hinreichende Teilnahmebedingung aus Lemma 5.8 umgeformt lautet

$$\xi(1 - p_x)\left(r_x - r_y\right) + (1 - \xi)(p_X - p_Y)r_Y \leq NPV + (1 - s).$$

Auch auf die hinreichende Teilnahmebedingung haben hohe Differenzen der Ausfallrisiken oder Renditen einen negativen Effekt.

Proposition 5.21: *Die Teilnahmebedingung der Banken mit riskanter Investition wird eher eingehalten bei*

- einer hohen Rendite der riskanten Investition r_X,
- niedrigen Liquidationserlösen s und
- einem niedrigen Ausfallrisiko der riskanten Investition p_X.
- Kein Einfluss besteht vom Ausfallrisiko der sicheren Investition p_Y, dem Anteil der riskanten Investitionen ξ, der Rendite der sicheren Investition r_y, vom Anteil des hohen frühen Einlagenabzugs ω und von den Anteilen der kurzfristigen Einleger δ_H und δ_L.

Zwar hat der Ausstieg der Banken mit riskanter Investition keinen nachteiligen Effekt auf die Wohlfahrt, dennoch ist diese Entscheidung interessant. Die Teilnahmebedingung aus Lemma 5.13 zeigt, ob ein Adverse Selektion-Gleichgewicht oder ein Zusammenbruch entsteht. Im Vergleich zur Teilnahmebedingung der Banken mit hoher Bonität ist dafür nicht ihre Rendite r_Y relevant, sondern die der riskanten Investition r_X. Je höher die Rendite ist, desto eher entsteht ein Adverse Selektion-Gleichgewicht.

Die folgende Abbildung fasst die komparative Statik zu den fünf möglichen Gleichgewichtskombinationen zusammen.

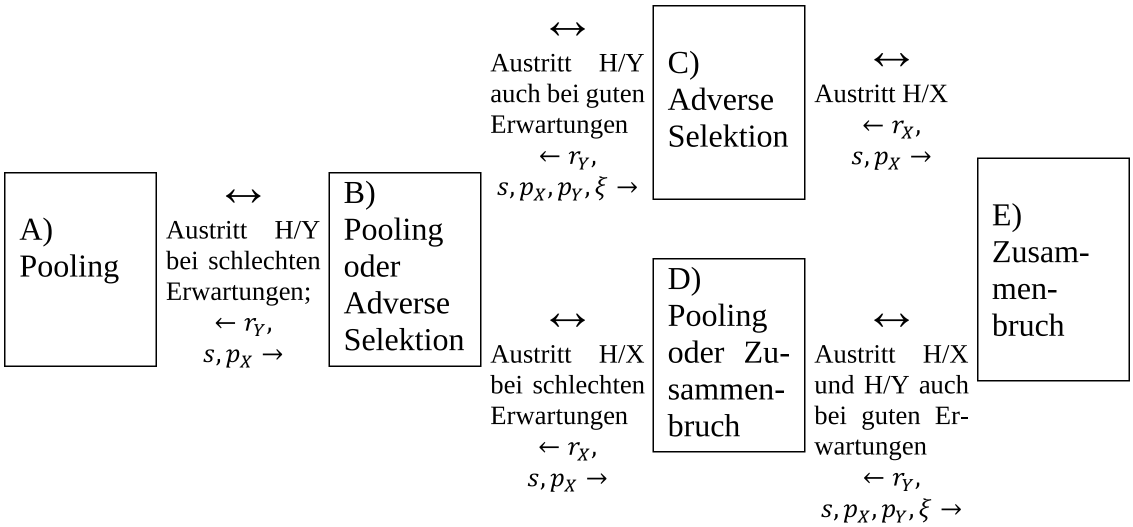


Abbildung 5.6: Übergang zwischen den Lösungen von Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell II.

Eine Erhöhung der jeweiligen Parameter kann dazu führen, dass eine Änderung des Gleichgewichts in Richtung des Pfeiles erfolgt. Liegt z. B. ein eindeutiges Pooling-Gleichgewicht (A) vor, dann kann sich dies durch die Erhöhung der Liquidationserlöse s in multiple Gleichgewichte (B) ändern. Die verbale Beschreibung zwischen den Gleichgewichten bezieht sich auf den Übergang nach rechts. Die möglichen Gleichgewichte sind

A) Eindeutiges Gleichgewicht Pooling bei

$$\frac{r_X}{s} \geq \frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p_X} > \frac{1}{1-p};$$

B) Multiple Gleichgewichte Pooling und Adverse Selektion bei

$$\frac{r_X}{s} \geq \frac{1}{1-p_X} > \frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p};$$

C) Eindeutiges Gleichgewicht Adverse Selektion bei

$$\frac{r_X}{s} \geq \frac{1}{1-p_X} > \frac{1}{1-p} > \frac{r_Y}{s};$$

D) Multiple Gleichgewichte Pooling und Zusammenbruch bei

$$\frac{1}{1-p_X} > \frac{r_X}{s} \geq \frac{r_Y}{s} \geq \frac{1}{1-p};$$

E) Eindeutiges Gleichgewicht Zusammenbruch bei

$$\frac{1}{1-p_X} > \frac{r_X}{s} > \frac{1}{1-p} > \frac{r_Y}{s}.$$ [112]

5.5 Numerische Auswertung

5.5.1 Darstellung verschiedener Gleichgewichte

In diesem Abschnitt werden Beispiele für die verschiedenen möglichen Gleichgewichte dargestellt. Die Beispiele sollen das Modell veranschaulichen und zeigen, dass es tatsächlich zu jedem Gleichgewicht auch eine Lösung innerhalb des Definitionsbereichs gibt.

In Entscheidungsstufe 1 werden stets möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen gewählt, weshalb auf diese Entscheidungsstufe hier nicht näher eingegangen wird. Für alle Beispiele gilt $d_1^* = 1$. Da die Anteile der von den kurzfristigen Einlegern abgezogenen Einlagen keinen Einfluss auf die Entscheidungen haben, wurde für alle Beispiele $\delta_H = 0{,}3$ und $\delta_L = 0{,}1$ einheitlich festgelegt.

Die linke Seite der Tabellen stellt Entscheidungsstufe 2 dar. Das jeweilige Schaubild zeigt den erwarteten Konsum in Abhängigkeit von der Kassenhöhe mit $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$[113] für die drei Gleichgewichte Pooling („Pool“, schwarze Linie), Adverse Selektion („AS“, gestrichelte Linie) und Zusammenbruch (Referenzmodell, „RM“, graue Linie). Auf der rechten Seite der Tabelle sind jeweils die Zinsgrenzen aufgeführt. Für Entscheidungsstufe 3 ist die Relation der Zinsgrenzen maßgeblich.[114] Das jeweilige Gleichgewicht steht in der unteren Zeile. Eine kurze Beschreibung der wichtigen Punkte aus dem Beispiel befindet sich im anschließenden Text.

[112] $\frac{1}{1-p_X} > \frac{1}{1-p} > \frac{r_X}{s} > \frac{r_Y}{s}$ ist ebenfalls möglich, jedoch als weniger strenge Grenze nicht relevant.
[113] Auf die Abschnitte $c < \delta_L d_1$ und $c > \delta_H d_1$ wurde hier verzichtet, da diese nie optimal sind. Sie wurden bereits in Partialmodell I abgebildet.
[114] Vgl. dazu die Proposition 5.6 und Lemma 5.7.

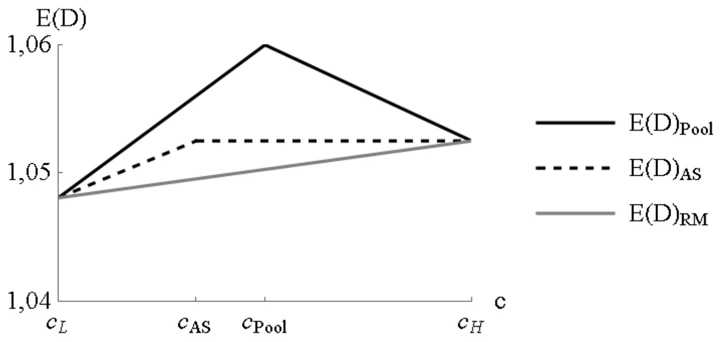
<table>
<tr><td colspan="2">1.) Eindeutiges Pooling-Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}5; \xi = 0{,}5; s = 0{,}9; r_X = 1{,}4; r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}3; p_Y = 0{,}1; NPV = 0{,}075$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.7: Eindeutiges Pooling-Gleichgewicht in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}25$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}44$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 1{,}43$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 1{,}56$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} > i_{min,AS}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_{Pool}$.</td><td>Pooling.</td></tr>
</table>

Die Zinsobergrenze von Pooling liegt im ersten Beispiel sogar über der Zinsuntergrenze der Adversen Selektion, $i_{max,Pool} > i_{min,AS}$. Die hinreichende Teilnahmebedingung der Kreditnehmerbanken mit sicherer Investition ist somit erfüllt. In Entscheidungsstufe 3 entsteht eine eindeutiges Pooling-Gleichgewicht. Im Schaubild ist zu sehen, dass der höchste erwartete Konsum im Punkt $c = c_{Pool}$ vorliegt, was daher die optimale Kassenhöhe ist. Der erwartete Konsum ist bei $c^* = c_{Pool}$ nicht nur höher als bei einer anderen Kassenhöhe innerhalb des Pooling-Szenarios (schwarze Linie), sondern auch höher als bei den beiden anderen Möglichkeiten Adverse Selektion (gestrichelte Linie) und Referenzmodell (graue Linie). Pooling ist mit der höchsten Wohlfahrt verbunden.

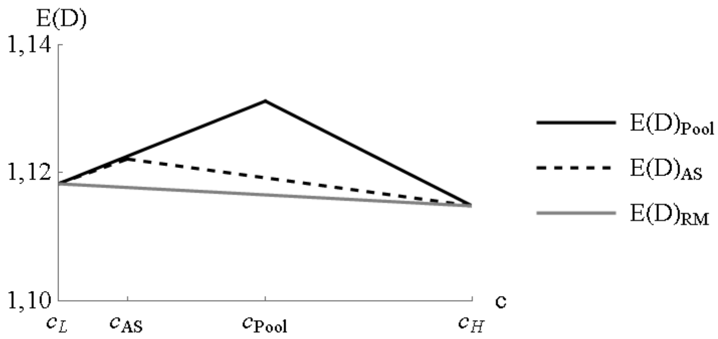
<table>
<tr><td colspan="2">2.) Multiple Gleichgewichte: Pooling oder Adverse Selektion</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}5; \xi = 0{,}2; s = 0{,}9; r_X = 1{,}9; r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}4; p_Y = 0{,}1; NPV = 0{,}164$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.8: Multiple Gleichgewichte Pooling und Adverse Selektion in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}19$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}44$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 1{,}67$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 2{,}11$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} > i_{min,AS}$
$> i_{max,Pool} > i_{min,Pool}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_{Pool}$ oder $c^* = c_{AS}$.</td><td>Pooling oder
Adverse Selektion.</td></tr>
</table>

Im zweiten Beispiel entstehen in Entscheidungsstufe 3 multiple Gleichgewichte. Es ist die notwendige Teilnahmebedingung der Banken mit sicherer Investition erfüllt, nicht aber die hinreichende. Das Ergebnis hängt von den Erwartungen der Marktteilnehmer ab. In guten Zeiten entsteht das Pooling-Gleichgewicht. Es ist mit einem höheren erwarteten Konsum verbunden und daher das dominante Gleichgewicht. Die Kassenhöhe $c^* = c_{Pool}$ ist dann optimal. Falls die Banken aber erwarten, dass die guten Kreditnehmer aus dem Interbankenmarkt austreten, lohnt sich eine geringere Kassenhaltung $c^* = c_{AS}$ und das Adverse Selektion-Gleichgewicht entsteht.

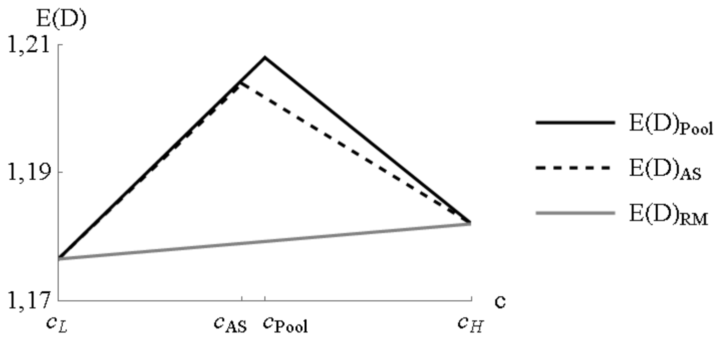
<table>
<tr><td colspan="2">3.) Eindeutiges Adverse Selektion-Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}5; \xi = 0{,}8; s = 0{,}8; r_X = 2{,}5; r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}5; p_Y = 0{,}0; NPV = 0{,}260$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.9: Eindeutiges Adverse Selektion-Gleichgewicht in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}67$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}63$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 2{,}00$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 3{,}13$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,Pool} > i_{max,Pool},$
$i_{min,AS} < i_{max,AS}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_{AS}.$</td><td>Adverse Selektion.</td></tr>
</table>

Obwohl Pooling mit einem höheren Nutzen verbunden ist, entsteht hier das Adverse Selektion-Gleichgewicht. Für die Banken mit sicherer Investition lohnt es sich selbst bei Pooling-Konditionen nicht, am Interbankenmarkt teilzunehmen. Die notwendige Teilnahmebedingung ist nicht erfüllt.

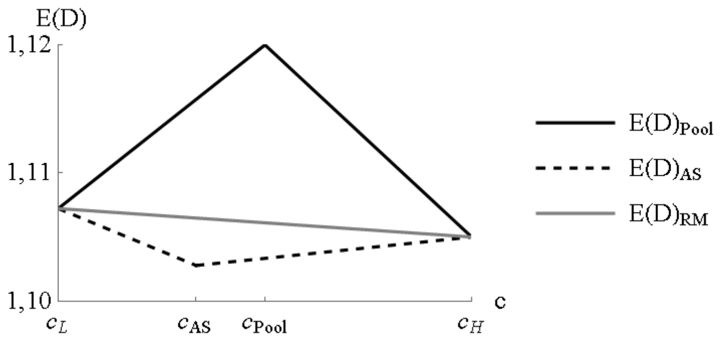
<table>
<tr><td colspan="2">4.) Multiple Gleichgewichte: Pooling oder Zusammenbruch</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}5; \xi = 0{,}5; s = 0{,}9; r_X = 1{,}6; r_Y = 1{,}5; p_X = 0{,}5; p_Y = 0{,}0; NPV = 0{,}150$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.10: Multiple Gleichgewichte Pooling und Zusammenbruch in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}33$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}67$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 2{,}00$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 1{,}78$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} > i_{max,AS}$
$> i_{max,Pool} > i_{min,Pool}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_{Pool}$ oder $c^* = c_L.$</td><td>Pooling oder
Zusammenbruch.</td></tr>
</table>

Pooling ist in diesem Beispiel mit Abstand mit dem höchsten Nutzen verbunden. Bei Pooling-Konditionen nehmen alle Banken am Interbankenmarkt teil. Wenn es jedoch Signale für einen Marktzusammenbruch gibt, dann lohnt sich die Teilnahme weder für den sicheren Kreditnehmertyp noch für den mit riskanter Investition. Die Adverse Selektion würde sogar zu einem noch niedrigeren erwarteten Konsum als das Referenzszenario führen. Bei schlechten Erwartungen würden sich die Banken für die niedrige Kassenhaltung entscheiden.

Das Beispiel verdeutlicht Propositionen 5.8 und 5.18, dass ein Ausstieg der Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität einen Wohlfahrtsverlust zur Folge hat, bei einem Zusammenbruch aber der zusätzliche Ausstieg der Banken mit riskanter Investition die Wohlfahrt erhöht.

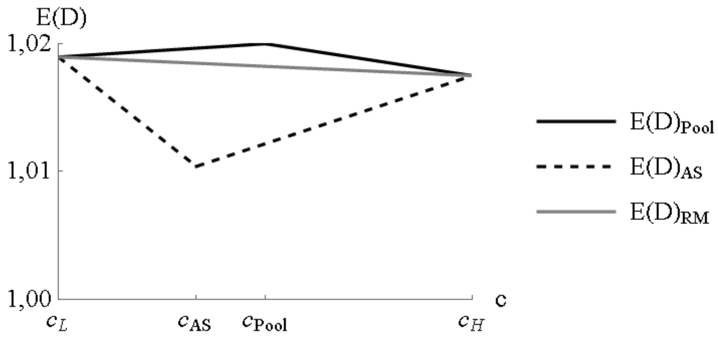
<table>
<tr><td colspan="2">5.) Eindeutiges Zusammenbruch-Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}5; \xi = 0{,}5; s = 0{,}99; r_X = 1{,}5; r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}5; p_Y = 0{,}0; NPV = 0{,}025$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.11: Zusammenbruch in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}33$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}31$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 2{,}00$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 1{,}52$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} > i_{max,AS}$
$> i_{min,Pool} > i_{max,Pool}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_L.$</td><td>Zusammenbruch.</td></tr>
</table>

Mit dem Beispiel soll gezeigt werden, dass auch ein eindeutiges Zusammenbruch-Gleichgewicht aufgrund von Entscheidungsstufe 3 möglich ist.

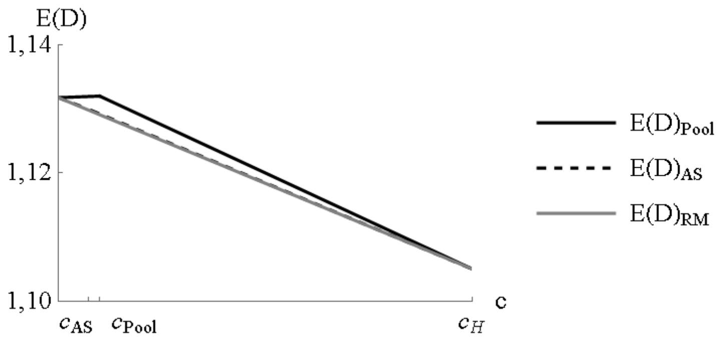
<table>
<tr><td colspan="2">6.) Niedrige Kassenhaltung</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}1; \xi = 0{,}7; s = 0{,}99; r_X = 2{,}0; r_Y = 1{,}5; p_X = 0{,}5; p_Y = 0{,}0; NPV = 0{,}150$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.12: Niedrige Kassenhaltung in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}54$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}52$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 2{,}00$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 2{,}02$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,Pool} > i_{max,Pool}$,
$i_{min,AS} < i_{max,AS}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_L$.</td><td>Adverse Selektion.</td></tr>
</table>

In Entscheidungsstufe 3 entscheiden sich die Banken mit sicherer Investition gegen den Beitritt zum Interbankenmarkt. Der anteilige Verkauf der Investition ist selbst bei Pooling-Konditionen günstiger als die Kreditaufnahme. Die Banken mit riskanter Investition würden zwar dem Interbankenmarkt beitreten und somit in Entscheidungsstufe 3 das Adverse Selektion-Gleichgewicht resultieren, in Entscheidungsstufe 2 lohnt sich aber unter diesen Bedingungen die niedrige Kassenhaltung. Eine niedrige Kassenhaltung bedeutet, dass es keine Banken mit Liquiditätsüberschuss gibt und keine Interbankenkredite angeboten werden.

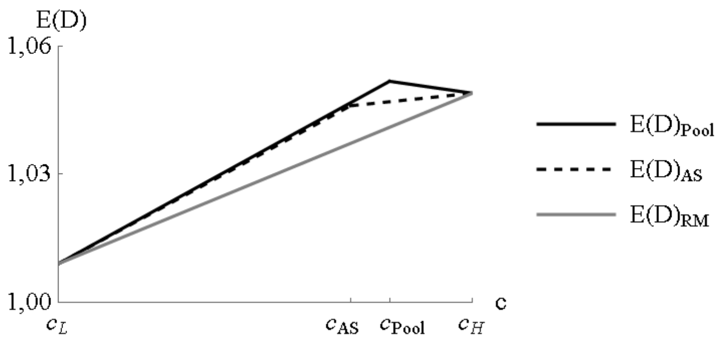
<table>
<tr><td colspan="2">7.) Hohe Kassenhaltung</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}8; \xi = 0{,}6; s = 0{,}8; r_X = 2{,}0; r_Y = 1{,}1; p_X = 0{,}5; p_Y = 0{,}0; NPV = 0{,}070$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:</td><td>Entscheidungsstufe 3:</td></tr>
<tr><td rowspan="5">

Abbildung 5.13: Hohe Kassenhaltung in Partialmodell II.</td><td>$i_{min,Pool} = 1{,}43$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,Pool} = 1{,}38$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,AS} = 2{,}00$</td></tr>
<tr><td>$i_{max,AS} = 2{,}63$</td></tr>
<tr><td>$i_{min,Pool} > i_{max,Pool}$,
$i_{min,AS} < i_{max,AS}$</td></tr>
<tr><td>$c^* = c_H$.</td><td>Adverse Selektion.</td></tr>
</table>

In diesem letzten Beispiel liegt in Entscheidungsstufe 3 ein Adverse Selektion-Gleichgewicht vor. In Entscheidungsstufe 2 ist die hohe Kassenhaltung optimal.

5.5.2 Einfluss der Parameter

Im Folgenden wird numerisch dargestellt, wie sich die Parameter auf die Gleichgewichte auswirken. Die Schaubilder verdeutlichen den Einfluss der Parameter und zeigen das Zusammenspiel zwischen den Gleichgewichten. Sie bestätigen die Ergebnisse der analytischen Untersuchung.

Die Schaubilder bilden auf der Ordinate verschiedene Parameter ab. Auf der Abszisse befindet sich immer der Anteil des hohen frühen Einlagenabzugs ω. Das erleichtert die Vergleichbarkeit und die Interpretation. Aus dem gleichen Grund werden für die Schaubilder einheitliche Parameter verwendet. Diese sind

$$\xi = 0{,}5;\, s = 0{,}9;\; r_X = 2{,}0;\; r_Y = 1{,}3;\, p_X = 0{,}5;\; p_Y = 0{,}0;\; \delta_L = 0{,}1;\; \delta_H = 0{,}3.$$

Nur bei der Darstellung des Einflusses des Ausfallrisikos der riskanten Investition gibt es ein zweites Schaubild mit $r_Y = 1{,}5$ und ansonsten gleichen Parametern. Es gilt zudem für alle Schaubilder $d_1^* = 1$.

In den Schaubildern sind jeweils verschiedene Flächen und Linien zu sehen. Die Flächen zeigen die möglichen Gleichgewichte, die entstehen können. Die Kennzeichnung mit c_{Pool} bedeutet, dass innerhalb dieser Fläche ein Pooling-Gleichgewicht vorliegt. Bei c_{AS} ist es ein Adverse Selektion-Gleichgewicht, bei c_H wird die hohe Kassenhaltung gewählt und bei c_L die niedrige. Z. B. liegen bei einer Kennzeichnung mit c_{Pool} / c_{AS} multiple Gleichgewichte vor, je nach Erwartungen entsteht innerhalb dieser Fläche Pooling oder Adverse Selektion.

Die Linien kennzeichnen, wann Marktteilnehmer aus dem Interbankenmarkt aus- oder eintreten. Bei Überschreiten der gestrichelten Linie treten die Kreditnehmerbanken mit sicherer Investition bei guten Erwartungen aus dem Interbankenmarkt aus bzw. ein. Bei einer Überquerung der Strichpunktlinie treten sie bei schlechten Erwartungen aus dem Interbankenmarkt aus bzw. ein. Bei der durchgehenden blauen Linie sind es die Kreditnehmerbanken mit riskanter Investition. Die dunkelgraue Linie zeigt die Entscheidung im Referenzszenario für den Fall, dass kein Interbankenmarkt entsteht. Die hellgraue Linie grenzt den Definitionsbereich ab. Nach dem Schaubild ist jeweils eine kurze Beschreibung und Interpretation zu lesen.

Zunächst wird der Einfluss der Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ dargestellt.

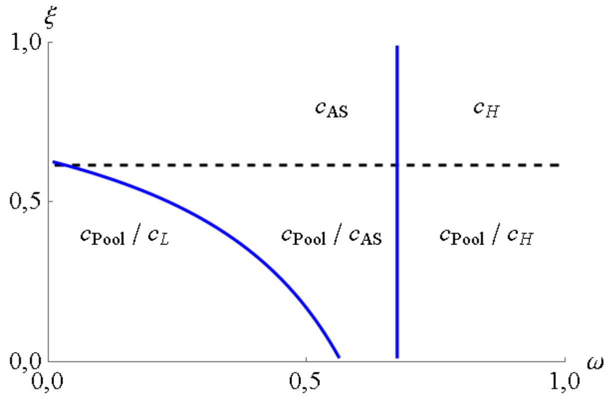


Abbildung 5.14: Einfluss des Anteils der riskanten Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Bei einem niedrigen Anteil der riskanten Investition ξ wird die notwendige Teilnahmebedingung der Banken mit hoher Bonität eher eingehalten. Es entstehen multiple Gleichgewichte. Ob die Banken mit hoher Bonität am Interbankenmarkt teilnehmen oder nicht hängt von den Erwartungen ab. Bei einem hohen Wert für ξ steigen sie unabhängig von den Erwartungen aus dem Interbankenmarkt aus.

Die blauen Linien zeigen, ob im Fall eines Ausstiegs von Banktyp H/Y ein Adverse Selektion-Gleichgewicht entsteht oder nicht. Bei einer niedrigen Wahrscheinlichkeit für den hohen Einlagenabzug wird die niedrige Kassenhaltung c_L gewählt, bei einer mittleren Wahrscheinlichkeit die mittlere Kassenhaltung mit Interbankenmarkt c_{AS} und bei einer hohen Wahrscheinlichkeit die hohe Kassenhaltung c_H. Der Einfluss der Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ auf die Kassenhaltung im Adverse Selektion-Szenario ist abhängig von der höhe der erwarteten Rendite der riskanten Investition. In diesem Beispiel gilt $(1 - p_X)r_X = 1$. Eine Erhöhung von ξ führt dazu, dass eher die mittlere Kassenhaltung gewählt wird. Auf die Entscheidung zwischen der mittleren und der hohen Kassenhaltung liegt in diesem Fall kein Einfluss vor. Weitere Einflussmöglichkeiten werden in Anhang 9.9 dargestellt.

Der Einfluss der Liquidationserlöse s ist wie folgt.

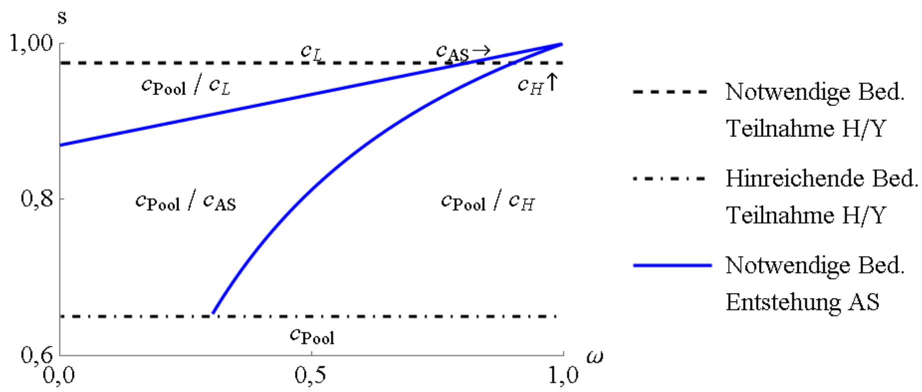


Abbildung 5.15: Einfluss der Liquidationserlöse und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Niedrige Liquidationserlöse führen zur First-Best-Lösung Pooling. Bei einer Erhöhung der Liquidationserlöse steigen die Kreditnehmerbanken mit sicherer Investition zunächst nur bei schlechten Erwartungen aus, bei einer weiteren Erhöhung dann aber auch bei guten. Für das Entstehen des Adverse Selektion-Gleichgewicht sind mittelhohe Liquidationserlöse notwendig.

Das nächste Schaubild zeigt den Einfluss der Rendite der riskanten Investition r_X.

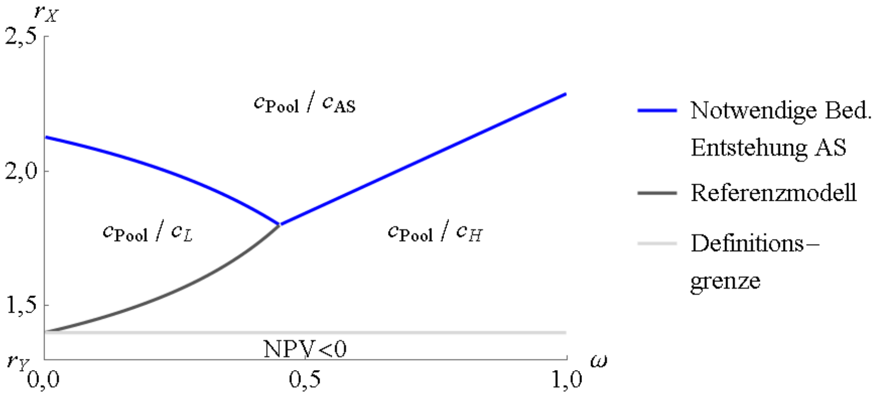


Abbildung 5.16: Einfluss der Rendite der riskanten Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Die Rendite der riskanten Investition wirkt sich nicht auf die Teilnahme von Banktyp H/Y am Interbankenmarkt aus. Für das Entstehen des Adverse Selektion-Gleichgewicht ist eine hohe Rendite notwendig.

Der Einfluss der Rendite der sicheren Investition r_Y wird mit folgendem Schaubild abgebildet.

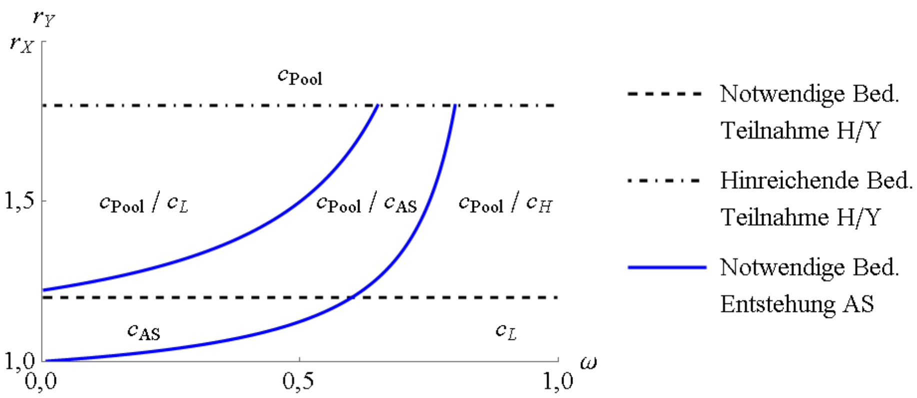


Abbildung 5.17: Einfluss der Rendite der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Eine hohe Rendite der sicheren Investition r_Y führt eher zur Teilnahme des sicheren Kreditnehmertyps, also zum Pooling. Im Adverse Selektion-Szenario kann ein unterschiedlicher Einfluss von r_Y vorliegen. In diesem Beispiel sind alle Grenzen im Bereich $\omega < s$. Der Interbankenmarkt mit Adverser Selektion entsteht bei einem mittelhohen Wert der sicheren Rendite r_Y. Weitere Einflussmöglichkeiten sind in Anhang 9.10 dargestellt.

Das Ausfallrisiko der riskanten Investition p_X wird in den folgenden beiden Schaubildern dargestellt. Für diese werden zwei unterschiedliche Höhen für die Rendite der sicheren Investition verwendet, $r_Y = \{1{,}3; 1{,}5\}$.

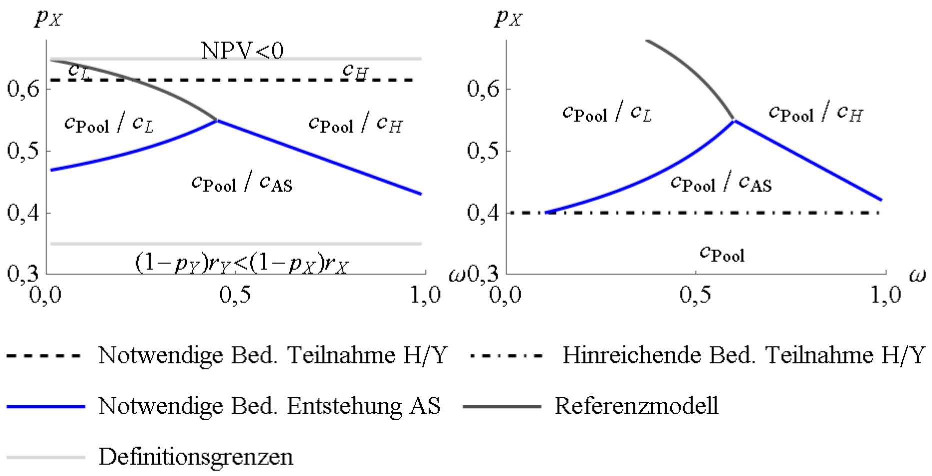


Abbildung 5.18: Einfluss des Risikos der riskanten Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Die beiden verschiedenen Schaubilder werden verwendet, um sowohl die notwendige als auch die hinreichende Teilnahmebedingung darzustellen. Das Ausfallrisiko der riskanten Investition wirkt sich negativ auf die Teilnahme der Banken mit hoher Bonität aus. Bei einem niedrigen Ausfallrisiko entsteht ein eindeutiges Pooling-Gleichgewicht. Bei einem mittleren Wert ist die notwendige, nicht aber die hinreichende Teilnahmebedingung eingehalten. Ein noch höherer Wert führt zum eindeutigen Ausstieg der Banken mit hoher Bonität. Bei sehr hohem Ausfallrisiko entsteht auch das Adverse Selektion-Gleichgewicht nicht.

Das letzte Schaubild dieses Abschnitts zeigt den Einfluss des Ausfallrisikos der sicheren Investition p_Y.

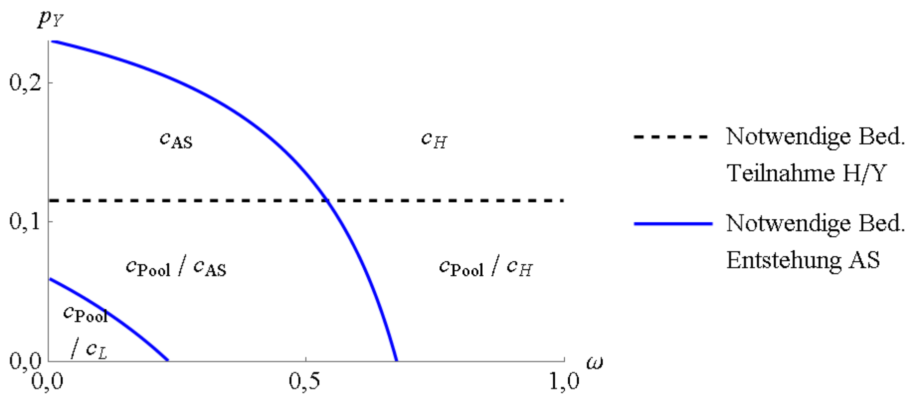


Abbildung 5.19: Einfluss des Risikos der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Ein hohes Ausfallrisiko der sicheren Investition kann dazu führen, dass die notwendige Teilnahmebedingung der Banken mit hoher Bonität nicht eingehalten wird. Wie beim Einfluss der sicheren

Rendite r_Y gilt auch für das entsprechende Ausfallrisiko p_Y, dass der Einfluss im Adverse Selektion-Szenario unterschiedlich sein kann und hier $\omega < s$ dargestellt ist. Weitere Einflussmöglichkeiten sind in Anhang 9.10 zu sehen.

5.6 Zusammenfassung

Partialmodell II zeigt, dass unvollständige Informationen die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern können. Es gibt vier mögliche Gleichgewichte: Pooling, Adverse Selektion sowie niedrige und hohe Kassenhaltung ohne Interbankenmarkt. Im Gegensatz zu Partialmodell I kann hier tatsächlich auch ein Zusammenbruch in Entscheidungsstufe 3 entstehen. Bei dem Zusammenbruch gibt es keinen Zinssatz, bei dem sowohl Kreditnehmerbanken als auch Kreditgeberbanken dem Interbankenmarkt beitreten würden. Es folgt die Lösung des Referenzmodells. Bei unvollständigen Informationen über die Investitionseigenschaften können zudem multiple Gleichgewichte entstehen. Aus guten Erwartungen der Marktteilnehmer folgt dann das Pooling-Gleichgewicht. Schlechte Erwartungen führen zur Adversen Selektion oder sogar zum Zusammenbruch.

Im Pooling-Gleichgewicht liegt die höchste Wohlfahrt vor. Individuelle Liquiditätsabweichungen können über den Interbankenmarkt ausgeglichen werden. So können Liquidationskosten und Kosten der entgangenen Rendite vermieden werden. Durch einen potenziellen Ausstieg der Banken mit hoher Bonität entsteht aber ein Wohlfahrtsverlust.

Für die Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität ist eine Teilnahme am Interbankenmarkt unter gewissen Umständen zu teuer und damit nicht immer sinnvoll. Der Austritt aus dem Interbankenmarkt lohnt sich für sie bei hohen Liquidationserlösen oder einer niedrigen Rendite der sicheren Investition im Erfolgsfall. Beides führt dazu, dass die nachträgliche Liquidation der Investition nur mit geringen Kosten verbunden ist. Außerdem steigen sie bei einem hohen Ausfallrisiko der Interbankenkredite aus, da dadurch die Zinsuntergrenze steigt. Das Ausfallrisiko der Interbankenkredite entspricht bei guten Erwartungen dem durchschnittlichen Ausfallrisiko und bei schlechten Erwartungen dem Ausfallrisiko der riskanten Investition. Auch eine hohe Differenz der Ausfallrisiken oder der Renditen sowie ein niedriger Kapitalwert der Investition führen eher zum Ausstieg der Banken mit sicherer Investition.

Die Anteile der kurzfristigen Einleger haben auf die Entscheidung der Banken keinen Einfluss. Wenn aber Banken mit hoher Bonität aus dem Interbankenmarkt aussteigen, dann bedeutet eine hohe Differenz der kurzfristigen Einlagenabzüge $\delta_H - \delta_L$ eine besonders starke Wohlfahrtsminderung. Hohe Liquidationserlöse führen zwar eher zum Ausstieg des sicheren Kreditnehmers, führen aber auch zu einem geringen Wohlfahrtsverlust im Falle eines Ausstiegs.

Nehmen Banken mit hoher Bonität nicht am Interbankenmarkt teil, entsteht zunächst ein Adverse Selektion-Gleichgewicht. Steigen zusätzlich noch die Banken mit riskanter Investition aus dem Interbankenmarkt aus, dann liegt ein Zusammenbruch vor. Der Ausstieg der Banken mit riskanter Investition hat aber dann keinen nachteiligen Effekt. Im Gegenteil führt ihr Ausstieg sogar zu einer Erhöhung der Wohlfahrt. Falls die Banken mit hoher Bonität bereits aus dem Interbankenmarkt ausgeschieden sind, dann entsteht die zweitbeste Lösung.

Ein Zusammenbruch entsteht bei hohen Liquidationserlösen sowie bei einer niedrigen Rendite und einem hohen Risiko der riskanten Investition. Die Parameter beeinflussen zudem auch die optimale Kassenhaltung, falls die Banken mit hoher Bonität aus dem Interbankenmarkt ausgestiegen sind. So führt z. B. eine sehr niedrige Wahrscheinlichkeit für den hohen kurzfristigen Einlagenabzug eher zur niedrigen Kassenhaltung, eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit eher zum hohen Kassenstand. Niedrige Liquidationserlöse führen in diesem Fall dazu, dass eher die hohe Kassenhaltung optimal ist.

Wären anders als angenommen die Investitionseigenschaften einer Bank öffentlich bekannt, dann entstände für jeden Banktyp separat die Lösung des Partialmodells I. In Entscheidungsstufe 3 würde es immer zum Abschluss eines Kreditvertrags kommen. In Entscheidungsstufe 2 wäre die mittlere Kassenhaltung optimal. Die Randbedingung des Kapitalwerts stellt einen potenziellen Unterschied zu Partialmodell I dar. In Partialmodell I ist der Kapitalwert stets positiv. Man könnte für Partialmodell II argumentieren, dass die Investitionseigenschaften weiterhin erst nach dem Kauf bekannt werden und somit der Kapitalwert nur im Erwartungswert positiv sein muss. Da die Käufer auf dem Sekundärmarkt aber nicht mehr als die erwartete Rendite bezahlen würden, wäre die Bedingung[115] $(1 - p_j)r_j \geq s_j$ weiterhin erfüllt und der Interbankenmarkt würde entstehen.

Die Ergebnisse entsprechen grundsätzlich den Ergebnissen von Heider et al.[116] Auch bei ihnen können die drei Gleichgewichte Pooling, Adverse Selektion und Zusammenbruch entstehen, entweder als eindeutige oder als multiple Gleichgewichte. Ein Zusammenbruch kann bedeuten, dass Barmittel gehortet werden. Auch bei Heider et al. sind die Zinsen im Adverse Selektion-Fall höher als bei Pooling. Ein höheres Ausfallrisiko der riskanten Investition führt eher zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts.

[115] Vgl. Proposition 4.6.
[116] Für einen einfacheren Vergleich siehe die Übersicht über die Variablen und Parameter in Anhang 9.11.

Bei Heider et al. gibt es einen solch eindeutigen Zusammenhang auch für den Anteil der riskanten Investition. Ein höherer Anteil führt bei Heider et al. eher zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts. Den Einfluss leiten sie von einem numerischen Beispiel ab.[117] Ich konnte jedoch mit der analytischen komparativen Statik zeigen, dass zumindest in meinem Modell der Einfluss des Anteils keineswegs eindeutig ist. Zwar steigen bei einer Erhöhung des Anteils die Banken mit hoher Bonität eher aus dem Interbankenmarkt aus. Wenn sie aber ausgestiegen sind, können verschiedene Einflussmöglichkeiten vorliegen. Im Fall eines positiven Kapitalwerts der riskanten Investition führt eine Erhöhung des Anteils sogar eher zum Entstehen des Interbankenmarkts mit Adverser Selektion.[118] Dies ist insofern plausibel, da bei einer Erhöhung der riskanten Investitionen mehr Banken vom Interbankenmarkt mit Adverser Selektion profitieren.

Der Einfluss der Liquidationserlöse entspricht sich prinzipiell zwischen beiden Modellen. Sehr niedrige Liquidationserlöse führen zum Pooling. Nach dem Ausstieg der Banken mit hoher Bonität können sie aber auch den Interbankenmarkt mit Adverser Selektion verhindern. Zusätzlich zu diesem Ergebnis von Heider et al. können in meinem Modell auch hohe Liquidationserlöse dazu führen, dass kein Interbankenmarkt entsteht. Bei hohen Liquidationserlösen ist der Verkauf der langfristigen Investition nur mit geringen Kosten verbunden. Daher lohnt es sich dann, zu Beginn viel zu investieren und die Investition bei Bedarf wieder aufzulösen.

Der Einfluss der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug, der Rendite oder des Ausfallrisikos der sicheren Investition wird bei Heider et al. nicht untersucht.

6 Partialmodell III mit nicht-kontrahierbaren Risikoanreizen

6.1 Einführung

Das dritte Partialmodell beinhaltet unvollkommene Informationen über das Verhalten von Banken. Für Banken besteht die Möglichkeit, unterschiedlich hohe Risiken einzugehen und damit die Rendite zu beeinflussen. Die Risiken können teilweise an die Gläubiger der Bank überwälzt werden. Das Verhalten der Banken ist für andere Marktteilnehmer nicht beobachtbar oder beeinflussbar. Die eingegangenen Risiken können zum Ausfall von Interbankenkrediten führen. Es entsteht ein Moral Hazard-Problem auf dem Interbankenmarkt.

---

[117] Vgl. Heider et al., 2015, S. 345, Abbildung 3.
[118] Vgl. Proposition 5.13 und Abbildung 10.3 in Anhang 9.9.

Wie in Partialmodell II sind auch hier höhere Renditen mit höheren Risiken verbunden. Die Risikobeeinflussung findet nicht nur während der Durchführung der Investition, sondern permanent statt. Zur Risikobeeinflussung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Banken können die Kosten für das Risikomanagement und die Überwachung von Krediten erhöhen oder senken. Sie können zuvor gekaufte Hedgingprodukte verkaufen. Weiterhin können sie hoch spekulative derivate Geschäfte wie z. B. Termingeschäfte abschließen. Auch die Erhöhung von Fristentransformationsleistungen[119] bewirkt beispielsweise eine Erhöhung von Rendite und Risiko.[120] Die nachträgliche Risikoumschichtung kann auch bedeuten, dass sichere Wertpapiere am Sekundärmarkt oder Kredite an eine Factoring-Gesellschaft verkauft werden, um mit dem Erlös riskantere Investitionen zu tätigen. Durch den Verkauf entstehen zwar Transaktionskosten, denen stehen aber höhere Renditen der neuen Investition gegenüber. Die Transaktionskosten sind geringer als bei einem Notverkauf, da für das Risikomanagement mehr Zeit zur Verfügung steht als dies z. B. bei einem kurzfristigen Einlagenabzug der Fall ist.

Im dritten Partialmodell gibt es im Vergleich zu den beiden vorherigen eine weitere Entscheidungsstufe. Die Banken können eine Kombination aus Rendite und Risiko wählen. Für das Moral Hazard-Problem ist die Entscheidung nach der Kreditaufnahme und vor der Rückzahlung relevant.[121] Zu diesem Zeitpunkt wissen die Banken, welchem Banktyp sie angehören. Die Rendite/Risiko-Entscheidung wird also an vierter und somit letzter Stelle getroffen. Für die kurzfristigen Einleger besteht kein Ausfallrisiko.

Es wird angenommen, dass für jede zusätzliche Risikoeinheit p_j eine zusätzliche Nettorenditeeinheit[122] r^+ im Erfolgsfall generiert werden kann. Insgesamt erhält die Bank im Erfolgsfall die Rendite $r_j = r_0 + r^+ \, p_j$.[123] Investiert die Bank ausschließlich risikolos, dann erwirtschaftet die Investition eine sichere Rendite von $r_0 > 1$.

Die Rendite einer Bank nach Risikobeeinflussung ist

$$\begin{cases} r_j = r_0 + r^+ \, p_j, & zu\; 1 - p_j \\ 0, & zu\; p_j. \end{cases}$$

[119] Eine normale Zinskurve bedeutet höhere Zinsen für eine längere Fristigkeit. Zur Ausnutzung einer normalen Zinskurve werden langfristige Aktiva mit kurzfristigen Passiva finanziert, um zusätzliche Gewinne zu erwirtschaften. Je stärker die Fristentransformation, desto höhere Gewinne sind möglich, desto höher ist aber auch das Risiko durch eine Zinsänderung.
[120] Eine solche Erhöhung wird nicht explizit modelliert. Dafür wären mehr als zwei Perioden notwendig.
[121] Zwar können die Banken die Risiken schon zu Beginn beeinflussen, dies ändert aber am Ergebnis nichts.
[122] Rendite nach Berücksichtigung aller Transaktionskosten.
[123] Die lineare Zusammensetzung ist ein Grenzfall von Allen und Gale (2000b). In ihrer Notation gilt dann $p''(y_i) = 0$ mit p = Erfolgswahrscheinlichkeit und y_i = Rendite im Erfolgsfall. Auch Nicolo (2005) verwendet eine solche Modellierung.

Die erwartete Rendite der Investition von Banktyp j beträgt

$$E(r_j) = (1 - p_j)(r_0 + r^+ p_j).$$

Zusammengefasst ist die Handlungsreihenfolge

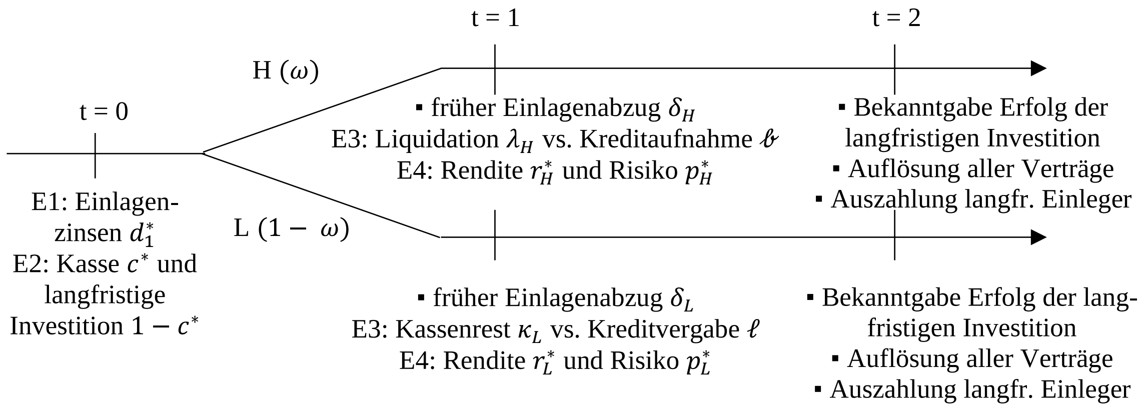


Abbildung 6.1: Handlungsreihenfolge in Partialmodell III.

Zusätzlich zu den **Randbedingungen** aus dem Kapitel „Modellwelt“ gibt es in Partialmodell III weitere Randbedingungen. Es können keine negativen Risiken eingegangen werden oder das Ausfallrisiko über 100% hinaus erhöht werden.[124] Bei einem Ausfallrisiko von eins würde die Investition stets ausfallen, daher ist es ebenfalls ausgeschlossen. Zudem ist es per Annahme nicht möglich, dass sich die Rendite im Erfolgsfall aufgrund der Risiken mehr als verdoppelt. Andernfalls wären positive Risiken wohlfahrtsoptimal.[125] Es gilt $r^+ \leq r_0$. Zusammengefasst bedeutet dies

$$0 \leq p_j < 1, \qquad r^+ \leq r_0.$$

Eine weitere Randbedingung ist, dass der Kapitalwert in t = 0 positiv ist. Hieraus folgt $r_0 > 1$. Erst in t = 1, nach der Entscheidung für die Investition, werden ggf. positive Risiken eingegangen. Ein negativer Kapitalwert in t = 1, nach Erhöhung der Risiken, ist nicht ausgeschlossen. Der positive Kapitalwert in t = 0 bezieht sich auf die sichere Rendite und folgt bereits aus der Randbedingung,

$$r_0 > 1.$$

Lemma 6.1: *Jede Risikoerhöhung ist mit einer Verringerung der erwarteten Rendite verbunden,*

$$\frac{dE(r_j)}{dp_j} = -(r_0 - r^+) - 2r^+ p_j < 0 \ \textit{für}\ 0 < p_j < 1.$$

[124] Vgl. hierzu auch Proposition 6.8.
[125] Vgl. dazu Lemma 6.1. Dieser Effekt würde sich mit dem Effekt der Risikoüberwälzung vermischen und ließe sich in den Ergebnissen nicht trennen.

Bei jeder Risikoerhöhung vermindert sich die erwartete Rendite. Auch wenn auf den ersten Blick möglichst niedrige Risiken optimal scheinen, muss dies nicht für die Entscheidung einzelner Banken gelten. Aufgrund von externen Effekten und der Möglichkeit der Risikoüberwälzung kann sich für sie ein positives Risiko lohnen.

Da nur Banktyp H als Kreditnehmer am Interbankenmarkt auftreten kann[126], entspricht das Ausfallrisiko des Interbankenkredits seinem Risiko, $p_{-j} = p_H$.

Die Konsumfunktionen für das Interbankenmodell lauten in Partialmodell III

$$E(D_H)_{IB} = \delta_H d_1 + (1 - p_H)\big((1 - c)(1 - \lambda_H)(r_0 + r^+ p_H) - \mathscr{b} i\big),$$

$$E(D_L)_{IB} = \delta_L d_1 + (1 - p_L)(1 - c)(r_0 + r^+ p_L) + c\kappa_L + \big(1 - p_{-j}\big)\ell i,$$

$$E(D)_{IB} = \omega E(D_H)_{IB} + (1 - \omega)E(D_L)_{IB}.$$

Die dazugehörenden Budgetrestriktionen lautet für Banktyp H mit Liquiditätsdefizit

$$c + \mathscr{b} + (1 - c)\lambda_H s = \delta_H d_1$$

und für Banktyp L mit Liquiditätsüberschuss

$$c = \delta_L d_1 + \ell + c\kappa_L.$$

Die Markträumungsbedingung ist

$$\omega \mathscr{b} = (1 - \omega)\ell.$$

Für eine Erklärung der Gleichungen siehe Kapitel 3 „Modellwelt“.

6.2 Referenzmodell ohne Interbankenmarkt

6.2.1 Optimale Kombination aus Rendite und Risiko

Das Referenzmodell ohne Interbankenmarkt wird für die Kassenhöhen $0 \leq c \leq 1$ untersucht. Es kann also für beide Banktypen ein Liquiditätsüberschuss oder ein Liquiditätsdefizit vorliegen. Die letzte Entscheidungsstufe über die Höhe von Risiko und Rendite ist neu im Vergleich zu den bisherigen Partialmodellen. Sie wird nach Bekanntgabe der Einlagenabzüge getroffen. Daher ist hier im

[126] Vgl. Lemma 3.2.

Gegensatz zu den vorherigen Partialmodellen die Konsumfunktion auch im Referenzmodell für jeden Banktyp einzeln für t = 1 zu analysieren.

Die Konsumfunktionen im Referenzmodell sind

$$E(D_j)_{RM} = \delta_j d_1 + (1 - p_j)(1 - c)(1 - \lambda_{j,RM})(r_0 + r^+ p_j) + c\kappa_{j,RM}$$

mit $j = \{H, L\}$,

$$E(D)_{RM} = \omega E(D_H)_{RM} + (1 - \omega)E(D_L)_{RM}.$$

Proposition 6.1: *Die optimale Risikohöhe $p^*_{j,RM}$ einer Bank j verbunden mit der optimalen Rendite im Erfolgsfall $r^*_{j,RM}$ beträgt im Referenzmodell*

$$p^*_{j,RM} = 0, \qquad r^*_{j,RM} = r_0$$

mit $j = \{H, L\}$.

Beweis. Der Einfluss des Ausfallrisikos auf den erwarteten Konsum je Banktyp ist im Referenzmodell negativ. Er beträgt

$$\frac{dE(D_j)_{RM}}{dp_j} = -(1 - c)(1 - \lambda_{j,RM})(r_0 - r^+ + 2r^+ p_j) < 0$$

mit $j = \{H, L\}$.

Im Referenzmodell ohne Interbankenmarkt besteht keine Möglichkeit der Risikoüberwälzung. Jedes eingegangene Risiko muss von den Einlegern der Bank selbst getragen werden. Da die Bank den Nutzen ihrer Einleger maximiert und jede Risikoerhöhung die erwartete Rendite vermindert[127], wählt sie die niedrigsten möglichen Risiken von null.

6.2.2 Entscheidung über die Kassenhöhe

Lemma 6.2: *Im Referenzmodell von Partialmodell III entstehen bei einem Liquiditätsdefizit eine Liquidationsquote von $\lambda_{j,RM}$ und bei einem Liquiditätsüberschuss eine Kassenrestwertquote von $\kappa_{j,RM}$,*

$$\lambda_{j,RM} = Max\left\{\frac{\delta_j d_1 - c}{(1 - c)s}, 0\right\}, \kappa_{j,RM} = Max\left\{\frac{c - \delta_j d_1}{c}, 0\right\}$$

---

[127] Vgl. Lemma 6.1.

mit $j = \{H, L\}$.

Die Quoten entsprechen denen von Partialmodell I und II. Sie sind abhängig davon, ob bei einer Bank ein Liquiditätsdefizit oder -überschuss vorliegt und folgen aus den Budgetrestriktionen.

Lemma 6.3: *Die Kassenhöhen $0 \leq c < \delta_L d_1$ und $\delta_H d_1 < c \leq 1$ sind in Partialmodell III nicht optimal. Der relevante Bereich beschränkt sich auf $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$.*

Beweis. Siehe Anhang 9.12.

Analog zu Partialmodell I[128] und II[129] lohnt sich aufgrund der damit verbundenen Kosten keine Kassenhöhe, die entweder mit Sicherheit zu einer Liquidation oder mit Sicherheit zu nicht verwendeten Barmitteln führt.

Nach Einsetzen der Liquidationsquote und der Kassenrestwertquote für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ folgt die Konsumfunktion

$$E(D)_{RM} = \delta d_1 + \omega \left(1 - c - \frac{\delta_H d_1 - c}{s}\right) r_0 + (1 - \omega)\big((1 - c) r_0 + c - \delta_L d_1\big).$$

Lemma 6.4: *Eine Änderung der Kassenhöhe wirkt sich auf den erwarteten Konsum wie folgt aus,*

$$\frac{dE(D)_{RM}}{dc} = \omega \frac{1 - s}{s} r_0 - (1 - \omega)(r_0 - 1) = \frac{\omega - s}{s} r_0 + (1 - \omega).$$

Die Auswirkung entspricht Partialmodell I. Bei einer Erhöhung der Barmittel sinken die Liquidationskosten von Banktyp H und steigen die Kosten der entgangenen Rendite von Banktyp L.

Proposition 6.2: *Im Referenzmodell von Partialmodell III entspricht die optimale Kassenhöhe entweder genau dem hohen Einlagenabzug $c^* = c_H = \delta_H d_1$ oder genau dem niedrigen $c^* = c_L = \delta_L d_1$, abhängig von den Ausprägungen der Parameter. Bei $\omega \geq s$ ist stets die hohe Kassenhaltung optimal.*

Beweis. Siehe Lemma 6.4.

Aufgrund von $p^*_{j,RM} = 0$ ist wie in den anderen Partialmodellen die Konsumfunktion für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ linear. Das Gleichgewicht ist eine Randlösung.

Für die beiden möglichen Lösungen folgen die Konsumgleichungen

---

128 Vgl. Lemma 4.2.
129 Vgl. Lemma 5.3.

$$E(D)_{RM,c_H} = \delta d_1 + (1-\delta)r_0 - (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1(r_0 - 1),$$

$$E(D)_{RM,c_L} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)r_0 - \omega(\delta_H - \delta_L)d_1 \frac{1-s}{s} r_0.$$

Proposition 6.3: *Der Einfluss der Parameter auf die Kassenentscheidung im Referenzmodell ist wie folgt.*

- Je höher die Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω, desto eher wird die hohe Kassenhaltung gewählt.
- Je höher die Liquidationserlöse s sind, desto eher wird die niedrige Kassenhaltung gewählt.
- Eine Erhöhung der sicheren Rendite r_0 führt im Fall von $s > \omega$ dazu, dass eher die niedrige Kassenhaltung gewählt wird und hat sonst keinen Einfluss.
- Keinen Einfluss haben die Parameter Risikozuschlag r^+ sowie die Einlagenabzüge δ_H und δ_L.

Beweis. Siehe Anhang 9.13.

Der Einfluss der Parameter ist analog zu Partialmodell I.[130] Aufgrund der risikolosen Strategie entspricht Einfluss der sicheren Rendite r_0 dem Einfluss der Rendite r in Partialmodell I. Der Risikozuschlag r^+ hat aus dem gleichen Grund keinen Einfluss.

6.2.3 Entscheidung über die Einlagenzinsen

Dieser Abschnitt zeigt, welche kurzfristigen Einlagenzinsen optimal sind bei den beiden möglichen Lösungen aus Entscheidungsstufe 2.

Lemma 6.5: *In Partialmodell II haben die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 sowohl bei hoher Kassenhaltung c_H als auch bei niedriger c_L einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0 $E(D)_{RM}$.*

Beweis. Der Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 auf den erwarteten Konsum bei den beiden möglichen Kassenhöhen c_L und c_H ist

$$\frac{dE(D)_{RM,c_H}}{dd_1} = -\delta_H(r_0 - 1) < 0,$$

$$\frac{dE(D)_{RM,c_L}}{dd_1} = -\delta(r_0 - 1) - \omega(\delta_H - \delta_L)\frac{1-s}{s} r_0 < 0.$$

[130] Für eine Erklärung des Einflusses der Parameter vgl. Proposition 4.2.

Proposition 6.4: *Im Referenzmodell von Partialmodell III sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

Das Ergebnis entspricht den anderen Partialmodellen.

6.2.4 Gleichgewichte

Die optimalen Einlagenzinsen betragen $d_1^* = 1$. In Entscheidungsstufe 2 entscheiden sich die Banken dann entweder für die hohe Kassenhaltung $c_H = \delta_H$ oder die niedrige $c_L = \delta_L$. Die risikolose Strategie $p_{j,RM}^* = 0$ ist optimal. Der erwartete Konsum für die Einleger beträgt im Referenzmodell je nach Kassenhöhe entweder

$$E(D)_{RM,c_L} = 1 + (1 - \delta_L)(r_0 - 1) - \omega(\delta_H - \delta_L)\left(\frac{r_0}{s} - 1\right)$$

oder

$$E(D)_{RM,c_H} = 1 + (1 - \delta_H)(r_0 - 1).$$

Die Ergebnisse sind analog zu Partialmodell I und II.

6.3 Modell mit Interbankenmarkt

6.3.1 Optimale Kombination aus Rendite und Risiko

Im Folgenden wird das Modell mit Interbankenmarkt untersucht, beginnend mit der letzten Entscheidungsstufe, der Kombination aus Rendite und Risiko. Es erfolgt eine separate Untersuchung für Banktyp H und Banktyp L, da die Entscheidung in t = 1 getroffen wird.

Proposition 6.5: *Der Einfluss der Risikohöhe beider Banktypen auf die Wohlfahrt ist negativ.*

Beweis. Der erwartete Konsum aller Einleger entspricht der Wohlfahrt. Die Konsumfunktion $E(D)_{IB}$ nach Einsetzen der Markträumungsbedingung sowie der Einfluss der beiden Risikohöhen p_H und p_L darauf sind

$$\begin{aligned} E(D)_{IB} = {} & \delta d_1 + \omega(1 - p_H)(1 - c)(1 - \lambda_H)(r_0 + r^+ p_H) + (1 - \omega)(1 - p_L)(1 - c)(r_0 + r^+ p_L) \\ & + (1 - \omega)c\kappa_L, \end{aligned}$$

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dp_H} = -\omega(1 - c)(1 - \lambda_H)(r_0 - r^+ + 2r^+ p_H) < 0,$$

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dp_L} = -(1-\omega)(1-c)(r_0 - r^+ + 2r^+p_H) < 0.$$

Die höchste Wohlfahrt liegt vor, wenn alle Banken die risikolose Strategie wählen. Dies bestätigt den negativen Einfluss auf die erwartete Rendite aus Lemma 6.1. Es bedeutet aber nicht automatisch, dass die Banken sich tatsächlich auch für die risikolose Strategie entscheiden.

Proposition 6.6: *Für Banktyp L erweist sich stets die risikolose Strategie als optimal,*

$$p_L^* = 0, \qquad r_L^* = r_0.$$

Beweis. Der Einfluss der Risikohöhe auf den Nutzen seiner Einleger ist negativ und beträgt

$$E(D_L)_{IB} = \delta_L d_1 + (1-p_L)(1-c)(r_0 + r^+p_L) + c\kappa_L + \left(1-p_{-j}\right)\ell i,$$

$$\frac{dE(D_L)_{IB}}{dp_L} = -(1-c)(r_0 - r^+ + 2r^+p_L) < 0.$$

Banktyp L ist Gläubigerbank am Interbankenmarkt. Für ihn besteht keine Möglichkeit der Risikoüberwälzung. Da positive Risiken zu einer Verminderung der erwarteten Rendite führen[131], sind sie für Banktyp L auch immer mit einer Nutzenminderung verbunden.

Proposition 6.7: *Bei $(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+) \geq \ell i$ wählt auch Banktyp H die risikolose Strategie. Bei risikoloser Strategie entsteht der Interbankenmarkt immer. Die endogenen Variablen betragen im Gleichgewicht $i_{min,p_0} = 1$, $i_{max,p_0} = \frac{r_0}{s}$, $i_{min,p_0} \leq i^* \leq i_{max,p_0}$, $c_{p_0}^* = c_M$, $d_{1,p_0}^* = 1$.*

Beweis. Siehe Anhang 9.14. Vgl. auch für den ersten Satz die nächste Proposition 6.8 und für den zweiten und dritten Satz das Partialmodell I.

Die risikolose Strategie wird gewählt bei einem kleinen Kreditvolumen ℓ, bei niedrigen Zinsen i, einer hohen sicheren Rendite r_0 und einem niedrigen Risikozuschlag r^+. Kreditnehmerbanken profitieren dann kaum von der Risikoüberwälzung. Sie müssen aber die Kosten tragen, die durch die höheren Risiken entstehen.

Bei $p_H^* = 0$ entspricht die Konsumfunktion der aus Partialmodell I mit $p = 0$. Bei der risikolosen Strategie liegt kein Moral Hazard-Problem vor. Es werden keine Risiken überwälzt. Im Gleichgewicht entsteht die First-Best-Lösung, die bereits in Partialmodell I gezeigt wurde.

---

[131] Vgl. Lemma 6.1.

Im Folgenden wird die riskante Strategie untersucht.

Proposition 6.8: *Die optimale Kombination aus Risiko p_H^* und Rendite r_H^* bei riskanter Strategie $p_H^* > 0$ von Banktyp H ist*

$$p_H^* = \frac{-(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+) + \mathscr{b}i}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)},$$

$$r_H^* = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) + \mathscr{b}i}{2(1-c)(1-\lambda_H)}.$$

Beweis:

$$E(D_H)_{IB} = \delta_H d_1 + (1-p_H)\big((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+ p_H) - \mathscr{b}i\big),$$

$$\frac{dE(D_H)_{IB}}{dp_H} = -\big((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+ + 2r^+ p_H) - \mathscr{b}i\big) = 0.$$

Bei der Wahl der Risikohöhe orientiert sich die Kreditnehmerbanken am erwarteten Konsum ihrer Einleger $E(D_H)_{IB}$. Im Maximum beträgt das Risiko p_H^*.

Auf die Einleger der Kreditgeberbanken besteht ein negativer externer Effekt. Bei einer Risikoerhöhung steigt auch das Ausfallrisiko der Interbankenkredite. Die Kreditnehmerbanken tragen mögliche Verluste aufgrund der beschränkten Haftung nicht in vollem Umfang selbst. Die Nutzenminderung bei den Kreditgeberbanken beziehen die Kreditnehmerbanken in ihre Entscheidung nicht ein. Obwohl positive Risiken zu einer Wohlfahrtsminderung führen[132], können sich diese für die Kreditnehmerbanken aufgrund der Möglichkeit der Risikoüberwälzung lohnen.

Aufgrund der Randbedingung kann der Risikowert nicht negativ werden. Es gilt $0 \leq p_H^* < 1$. Nur bei einem positiven Wert für p_H^* entsteht ein Gleichgewicht mit einer riskanten Strategie. Ergibt die Gleichung von p_H^* einen negativen Wert oder null, dann ist die risikolose Strategie optimal und es entsteht das Gleichgewicht der Proposition 6.7.

Aus p_H^* und r_H^* folgen die Erfolgswahrscheinlichkeit und die erwartete Rendite von

$$1 - p_H^* = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - \mathscr{b}i}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)},$$

[132] Vgl. Lemma 6.1 und Proposition 6.5.

$$(1-p_H^*)r_H^* = \frac{\left((1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+)\right)^2-(\mathscr{b}i)^2}{4r^+\left((1-c)(1-\lambda_H)\right)^2}.$$

Lemma 6.6: *Auf höhere Zinsen reagieren Kreditnehmerbanken mit höheren Risiken.*

$$\frac{dp_H^*}{di} = \frac{\mathscr{b}}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)} > 0.$$

Bei einer Zinserhöhung lohnt sich die Risikoüberwälzung mehr und die Kreditnehmerbanken entscheiden sich für höhere Risiken.

Lemma 6.7: *Im dritten Partialmodell entstehen bei positiven Risiken Moral-Hazard-Kosten K_m. Sie betragen*

$$K_m = \omega p_H(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r^+).$$

Beweis. Aus $p_L^* = 0$[133] und nach Einsetzen der Markträumungsbedingung sowie $p_{-j} = p_H$ entsteht die Konsumfunktion

$$\begin{aligned} E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1-c)r_0 - \omega(1-c)\lambda_H r_0 + (1-\omega)c\kappa_L \\ - \omega p_H(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r^+). \end{aligned}$$

Ohne Risiken – im First-Best-Fall – wäre der erwartete Konsum der gesamten Einleger $E(D)_{IB,p_0} = \delta d_1 + (1-c)r_0 - \omega(1-c)\lambda_H r_0 + (1-\omega)c\kappa_L$. Bei positiven Risiken vermindert sich c. p. der erwartete Konsum und damit die Wohlfahrt um K_m. Je höher die Risiken sind, desto höher sind die Moral-Hazard-Kosten,

$$\frac{dK_m}{dp_H} = \omega(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+ + 2r^+p_H) > 0.$$

6.3.2 Entstehung des Interbankenmarkts

In diesem Abschnitt werden die Zinsgrenzen der Banken gezeigt, bis zu denen sich die Teilnahme am Interbankenmarkt lohnt.

Proposition 6.9: *Bei riskanter Strategie von Banktyp H ist seine Zinsobergrenze*

---

[133] Vgl. Proposition 6.6.

$$i_{max} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+) - 2\sqrt{\Phi}}{\mathscr{b}}$$

$$\text{mit } \Phi = r_0 r^+ (1-c)(1-\lambda_H)\left((1-c)(1-\lambda_H) - \frac{\mathscr{b}}{s}\right) > 0.$$ [134]

Beweis. Siehe Anhang 9.15.

Banken mit Liquiditätsdefizit (Banktyp H) nehmen nur einen Interbankenkredit auf, wenn sie sich dadurch nicht schlechter stellen als im Referenzszenario. Dafür muss gelten $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$. Bei $i < i_{max}$ bedeutet die Teilnahme am Interbankenmarkt für Banktyp H eine Verbesserung im Vergleich zum Referenzszenario. Bei $i > i_{max}$ ist es dagegen eine Verschlechterung. In diesem Fall verkauft Banktyp H lieber einen Anteil seiner langfristigen Investition.

Im Gegensatz zu den vorherigen Partialmodellen kann in Partialmodell III auf eine Zinsanpassung mit einer Risikoanpassung reagiert werden. Die Schuldnerbanken sind dadurch bereit, höhere Zinsen zu bezahlen. Aus diesem Grund weicht die Form der Zinsobergrenze von den anderen beiden Partialmodellen ab.

Proposition 6.10: *Banken mit Liquiditätsüberschuss (Typ L) vergeben im Fall von* $p_H^* > 0$ *nur Interbankenkredite, wenn die Zinsen mindestens* i_{min} *betragen,*

$$i_{min} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+) - \sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}},$$

$$\text{mit } \Upsilon = \big((1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+)\big)^2 - 8r^+\mathscr{b}(1-c)(1-\lambda_H).$$

Beweis. Siehe Anhang 9.16.

Für eine Kreditvergabe muss die erwartete Verzinsung des Interbankenkredits mindestens der Rendite der Barmittel von eins entsprechen, $(1-p_H^*)i \geq 1$. Sofern aus der Optimalitätsbedingung positive Risiken für Banktyp H folgen ($p_H^* > 0$), verlangen Kreditgeberbanken mindestens Zinsen von i_{min}. Liegen die Zinsen unter der Grenze, bevorzugen sie die Kassenhaltung und steigen aus dem Interbankenmarkt aus.

[134] $(1-c)(1-\lambda_H) - \frac{\mathscr{b}}{s} = (1-c)\big(1-\lambda_{H,RM}\big)$. $\Phi > 0$ aufgrund der Randbedingung $\lambda_{H,RM} < 1$. Ansonsten hätten langfristige Einleger Anreize, ihre Barmittel abzuziehen und zu horten.

Voraussetzung für die Kreditvergabe ist $\Upsilon \geq 0$. Andernfalls gibt es keinen Zinssatz, der die Bedingung $(1 - p_H^*)i \geq 1$ erfüllt. Die Banken mit Liquiditätsüberschuss würden zu keinem Zinssatz Interbankenkredite vergeben, egal wie hoch die Zahlungsbereitschaft der Kreditnehmerbanken ist.

Proposition 6.11: *Eine Erhöhung der Zinsen vermindert die Wohlfahrt. Die wohlfahrtsoptimalen Zinsen entsprechen der Zinsuntergrenze,*

$$i^* = i_{min}.$$

Beweis. Eine Zinserhöhung führt zu einer Risikoerhöhung.[135] Diese führt wiederum zu einer Wohlfahrtsminderung.[136] Neben diesem mittelbaren Effekt besteht kein unmittelbarer Effekt der Zinsen auf den erwarteten Konsum der gesamten Einleger.[137]

Im Folgenden wird der Interbankenmarkt mit Zinsen in Höhe der Zinsuntergrenze untersucht. In diesem Punkt liegt ein Unterschied zu den beiden vorherigen Partialmodellen vor. Bei diesen hatte die Zinshöhe keinen Einfluss auf die Wohlfahrt. Eine Änderung der Zinshöhe hatte in Partialmodell I und II nur eine Umverteilung der Mittel zwischen den Banken zur Folge. In Partialmodell III liegt aber ein Einfluss auf die Risikohöhe und damit auch auf die weiteren Entscheidungen vor.

Es gelten folgende Werte für Risiko $p_{H,i_{min}}^*$, Rendite $r_{H,i_{min}}^*$ und Erfolgswahrscheinlichkeit $1 - p_{H,i_{min}}^*$

$$p_{H,i_{min}}^* = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(3r^+ - r_0) - \sqrt{\Upsilon}}{4r^+(1-c)(1-\lambda_H)},$$

$$r_{H,i_{min}}^* = \frac{3(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - \sqrt{\Upsilon}}{4(1-c)(1-\lambda_H)},$$

$$1 - p_{H,i_{min}}^* = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}}{4r^+(1-c)(1-\lambda_H)}.$$

Proposition 6.12: *Falls aufgrund von $i_{min} > i_{max}$ in Entscheidungsstufe 3 kein Interbankenmarkt entsteht, führt der Zusammenbruch selbst zu keiner Wohlfahrtsminderung.*

Beweis. Für jede Kassenhöhe gilt

---

[135] Vgl. Lemma 6.6.
[136] Vgl. Proposition 6.5.
[137] Vgl. dazu die Konsumfunktion bei Proposition 6.5.

$$E(D)_{IB} - E(D)_{RM} = \omega\mathscr{b}\left(\left(1 - p_{H,i_{max}}\right)i_{max} - 1\right).$$

Herleitung, siehe Anhang 9.17.

Die Gleichung zeigt, dass eine positive Differenz $E(D)_{IB} - E(D)_{RM}$ und damit eine höhere Wohlfahrt im Interbankenszenario als im Referenzszenario eine positive erwartete Verzinsung bei Zinsen in Höhe der Zinsobergrenze voraussetzt, $\left(1 - p_{H,i_{max}}\right)i_{max} > 1$. Das bedeutet wiederum, dass sich die Kreditvergabe bei Zinsen in Höhe der Zinsobergrenze lohnt. Das ist aber nicht möglich, falls $i_{min} > i_{max}$ gilt. Wenn die Zinsuntergrenze über der -obergrenze liegt, gibt es nämlich keinen Zinssatz, der sich für beide Seiten lohnt. Zusammengefasst ist $i_{min} > i_{max}$ eine hinreichende Bedingung für
$\left(1 - p_{H,i_{max}}\right)i_{max} < 1$.[138] Wenn in Entscheidungsstufe 3 aufgrund von $i_{min} > i_{max}$ kein Interbankenmarkt entsteht, dann lohnt sich dieser auch nicht. Die Wohlfahrt ist dann im Referenzszenario höher.

Im Folgenden werden zwei weitere Zinsgrenzen gezeigt, die für Banktyp L eine Rolle spielen. Beide Zinsgrenzen liegen über der Zinsuntergrenze und damit über den Zinsen am Interbankenmarkt i^*. Auch wenn sie auf den ersten Blick dadurch unwichtig erscheinen, so sind sie dennoch für die Erklärung eines Zusammenbruchgrund relevant.

Lemma 6.8: *Aus Sicht der Kreditgeberbanken ist bei $p_H^* > 0$ folgende Zinshöhe optimal,*

$$i_{opt} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+)}{2\mathscr{b}} = i_{min} + \frac{\sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}}.$$

Beweis.

$$E(i) = (1 - p_H^*)i = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+)i - \mathscr{b}i^2}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)}.$$

$$\frac{dE(i)}{di} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - 2\mathscr{b}i}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)} = 0.$$

Bei i_{opt} liegt die höchste erwartete Verzinsung vor. Die für Kreditgeberbanken optimalen Zinsen i_{opt} sind immer höher als die Zinsuntergrenze i_{min}.

---

[138] Aber keine notwendige Bedingung. Die erwartete Verzinsung bei der Zinsobergrenze ist auch dann negativ, wenn die Zinsobergrenze der Kreditnehmerbanken i_{max} über der Zinsobergrenze für Kreditgeberbanken $i_{max,L}$ aus Lemma 6.10 liegt.

Lemma 6.9 *Wenn selbst bei für Kreditgeberbanken optimalen Zinsen i_{opt} die erwartete Verzinsung negativ ist, $\left(1-p^*_{H,i_{opt}}\right)i_{opt} < 1$, dann lohnt sich die Kreditvergabe aufgrund zu hoher Risikoanreize unabhängig von der Zahlungsbereitschaft der Kreditnehmerbanken nicht. Dies ist gleichbedeutend mit $\Upsilon < 0$.*[139]

Beweis. Die erwartete Verzinsung bei optimalen Zinsen beträgt

$$\left(1-p^*_{H,i_{opt}}\right)i_{opt} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+)^2}{8\mathscr{b}r^+}.$$

Durch Umformung ist der Zusammenhang zwischen $\left(1-p^*_{H,i_{opt}}\right)i_{opt} < 1$ und $\Upsilon < 0$ mit $\Upsilon = (1-c)(1-\lambda_H)\left((1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+)^2 - 8\mathscr{b}r^+\right)$ erkennbar.

Bei optimalen Zinsen liegt die höchste erwartete Verzinsung für die Kreditgeberbanken vor. Ist selbst diese negativ, dann kann die erwartete Verzinsung für keinen anderen Zinssatz positiv sein. Jede Zinserhöhung führt zu einer Risikoerhöhung und lohnt sich dann nicht. Es gibt dann keinen Zinssatz, der die Bedingung $(1-p_{-j})i \geq 1$ erfüllt. Bei $\Upsilon < 0$ wird aufgrund zu hoher Risikoanreize stets die Kassenhaltung gegenüber der Kreditvergabe vorgezogen. Unabhängig von der Zahlungsbereitschaft der Kreditnehmerbanken werden keine Kredite vergeben.

Lemma 6.10: *Falls die Zinsen die Grenze $i_{max,L}$ überschreiten, dann lohnt sich für Kreditgeberbanken die Kreditvergabe nicht. Bei $i_{max,L} < 1$ liegen zu hohe Risikoanreize vor und die Kreditvergabe lohnt sich unabhängig von der Zahlungsbereitschaft der Kreditnehmerbanken nicht. Es gilt*

$$i_{max,L} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0+r^+)+\sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}} = i_{min} + \frac{\sqrt{\Upsilon}}{\mathscr{b}}.$$

Beweis. Siehe Anhang 9.16.

Bei $i = i_{max,L}$ sind die Zinsen und Risiken so hoch, dass bei einer weiteren Zinserhöhung die erwartete Verzinsung negativ wird, $(1-p^*_H)i < 1$. In diesem Fall würde Banktyp L aufgrund der Risikoanreize trotz oder gerade wegen sehr hoher Zinsen die Kassenhaltung gegenüber der Kreditvergabe vorziehen.

Die Zinsobergrenze für Kreditgeberbanken ist aufgrund der Definitionsgrenze von $i \geq 1$ von Bedeutung. Im Fall von $i_{max,L} < 1$ gibt es analog zu Lemma 6.9 keinen Zinssatz, der die Bedingung

[139] Aus Proposition 6.11.

$(1 - p_H^*)i \geq 1$ erfüllt. Beides führt dazu, dass zu hohe Risikoanreize der Kreditnehmerbanken vorliegen. Die Banken gehen also in diesem Fall sehr hohe Risiken ein. Da eine Zinserhöhung zu einer zusätzlichen Risikoerhöhung führt, verringert sich dann sogar die erwartete Verzinsung.

6.3.3 Entscheidung über die Kassenhöhe

In diesem Abschnitt wird gezeigt, welche Kassenhöhe in Partialmodell III optimal ist. Die Kassenentscheidung wird in t = 0 getroffen. Zu diesem Zeitpunkt wissen die Banken noch nicht, welchem Banktyp sie angehören. Daher maximieren sie den erwarteten Konsum der gesamten Einleger und damit prinzipiell die Wohlfahrt, soweit es in ihrer Möglichkeit steht. Sie antizipieren das Verhalten der nächsten Entscheidungsstufen von t = 1. Sie können mit ihrer Kassenhöhe aufgrund des Wettbewerbs aber nicht die Interbankenzinsen oder die Ausfallrisiken der Gegenparteien beeinflussen. In Summe ist daher ein Gleichgewicht möglich, das nicht dem Wohlfahrtsoptimum entspricht.

Lemma 6.11: *Aufgrund des Wettbewerbs können die Banken durch die Entscheidungen in t = 0, also der Wahl der Kassenhöhe und der kurzfristigen Einlagenzinsen, zwar ihre eigene Risikohöhe aus Entscheidungsstufe 4 beeinflussen, nicht aber die der anderen Banken oder die Zinshöhe. Es gelten für Entscheidungsstufe 2 und 1*

konstante Zinsen $i = \bar{\imath}_{min}$,

konstante Ausfallrisiken der Interbankenkredite $p_{-j} = \bar{p}_H$,

beeinflussbare eigene Risiken $p_H = p_H^*$,

risikolose Strategie der Banken mit Liquiditätsüberschuss $p_L = 0$.

Aufgrund des Wettbewerbs können einzelne Banken die Interbankenzinsen nicht beeinflussen. Bei der Wahl der Kassenhöhe gehen sie von einem festen Zinssatz $\bar{\imath}_{min}$ aus. Eine individuell abweichende Kassenhöhe hätte keinen Einfluss auf die Kreditvergabe im Gesamtmarkt. Ein Einfluss auf die Zinshöhe könnten die Banken nur durch Koordination erreichen, indem alle Banken gemeinsam eine Kassenhöhe wählen und damit die Interbankenkreditvergabe einschränken. Diese Kassenhöhe wäre dann ggf. für eine einzelne Bank nicht optimal.

Mit der Wahrscheinlichkeit von ω liegt bei einer Bank ein hoher Einlagenabzug vor, mit der Gegenwahrscheinlichkeit ein niedriger. Die eigene Risikohöhe im Fall eines hohen Einlagenabzugs wird durch die Kassenentscheidung beeinflusst. Die spätere Risikohöhe von p_H^* wird also bei der Kassenentscheidung antizipiert. Bei einem niedrigen Einlagenabzug wird immer die risikolose Strategie $p_L^* = 0$ gewählt, unabhängig von der Kassenhöhe. Die Risiken der anderen Banken können zudem nicht beeinflusst werden. Banken mit Liquiditätsüberschuss kalkulieren daher mit konstanten Ausfallrisiken der Interbankenkredite $\bar{p}_H$.

Daraus folgt die Konsumfunktion

$$\begin{aligned} E(D)_{IB} = {} & \delta d_1 + (1-c)r_0 - \omega(1-c)\lambda_H r_0 + (1-\omega)c\kappa_L \\ & - \omega p_H^*(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - (1-p_H^*)r^+) + \omega p_H^* \mathscr{b} \bar{\iota}_{min} - (1-\omega)\bar{p}_H \ell \bar{\iota}_{min}. \end{aligned}$$

Lemma 6.12: *Eine Markträumung in Partialmodell III bedeutet für die Kassenhöhe und die Interbankenkreditvolumina*

$$c = c_M = \delta d_1,$$

$$\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1,$$

$$\ell = \omega(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

Das entspricht Partialmodell I und Pooling in Partialmodell II, genauso wie folgendes Lemma.

Lemma 6.13: *Bei Zustandekommen des Interbankenmarkts betragen die Werte für die jeweiligen Interbankenkredite $\mathscr{b}$ und ℓ, für die Liquidationsquote λ_H sowie für die Kassenrestwertquote κ_L*

$$\mathscr{b} = \begin{cases} \dfrac{1-\omega}{\omega}\ell, & c < c_M \\ \delta_H d_1 - c, & c \geq c_M, \end{cases} \qquad \ell = \begin{cases} c - \delta_L d_1, & c \leq c_M \\ \dfrac{\omega}{1-\omega}\mathscr{b}, & c > c_M, \end{cases}$$

$$\kappa_L = \begin{cases} 0, & c \leq c_M \\ \dfrac{c - \delta d_1}{(1-\omega)c}, & c > c_M, \end{cases} \qquad \lambda_H = \begin{cases} \dfrac{\delta d_1 - c}{(1-c)\omega s}, & c < c_M \\ 0, & c \geq c_M. \end{cases}$$

Es folgt die Konsumfunktion für die beiden Abschnitte

$$\begin{aligned} E(D)_{IB} = {} & \delta d_1 + (1-c)r_0 - (\delta d_1 - c)\frac{r_0}{s} - \omega p_H^* \left(1 - c - \frac{\delta d_1 - c}{\omega s}\right)(r_0 - (1-p_H^*)r^+) \\ & + (1-\omega)(p_H^* - \bar{p}_H)(c - \delta_L d_1)\bar{\iota}_{min} \end{aligned}$$

$$\text{für } c \leq c_M,$$

$$\begin{aligned} E(D)_{IB} = {} & \delta d_1 + (1-c)r_0 + (c - \delta d_1) - \omega p_H^*(1-c)(r_0 - (1-p_H^*)r^+) \\ & + \omega(p_H^* - \bar{p}_H)(\delta_H d_1 - c)\bar{\iota}_{min} \end{aligned}$$

$$für\ c > c_M.$$ [140]

Lemma 6.14: *Der Einfluss der Kassenhöhe auf den erwarteten Konsum in Partialmodell III beträgt*

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dc} = \begin{cases} \frac{1-s}{s} r_0 - \frac{1-\omega s}{s} p_H^*(r_0 - (1-p_H^*)r^+) + (1-\omega)(p_H^* - \bar{p}_H)\bar{\iota}_{min}, & c < c_M \\ -(r_0 - 1) + \omega p_H^*(r_0 - (1-p_H^*)r^+) - \omega(p_H^* - \bar{p}_H)\bar{\iota}_{min}, & c > c_M. \end{cases}$$

Einsetzen von $p_H^* = \bar{p}_H$ und Umformung ergibt

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dc} = \begin{cases} \frac{1-s}{s} r_0 - \frac{1-\omega s}{s} p_H^*(r_0 - (1-p_H^*)r^+), & c < c_M \\ -(r_0 - 1) + \omega p_H^*(r_0 - (1-p_H^*)r^+), & c > c_M. \end{cases}$$ [141]

Der Einfluss der Kassenhöhe auf den erwarteten Konsum ist nicht eindeutig, er kann positiv oder negativ sein.[142] Bei positiven Risiken entstehen Moral-Hazard-Kosten. Hierin liegt der Unterschied zum eindeutigen Einfluss der Kassenhöhe in Partialmodell I[143] oder Pooling[144] in Partialmodell II. Die Moral-Hazard-Kosten können den Einfluss der Kassenhöhe umkehren, sodass sich auch die hohe oder die niedrige Kassenhaltung lohnen kann.

Lemma 6.15: *Die hohe Kassenhaltung kann nur bei einem negativen Kapitalwert der Gläubigerbanken $NPV_H = (1-p_H^*)r_H^* - 1$ optimal sein.*

Beweis. Der Einfluss der Kassenhöhe auf den erwarteten Konsum beträgt umgeformt

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dc} = \begin{cases} -(1-\omega)r_0 + \frac{1-\omega s}{s}(1-p_H^*)r_H^*, & c < c_M \\ -(1-\omega)(r_0 - 1) - \omega\big((1-p_H^*)r_H^* - 1\big), & c > c_M. \end{cases}$$

Im Fall von $NPV_H \geq 0$ mit $NPV_H = (1-p_H^*)r_H^* - 1$ ist die mittlere Kassenhaltung immer gegenüber der hohen vorzuziehen. Es gilt dann $\frac{dE(D)_{t=0}}{dc} < 0$ für $c > c_M$. Ein negativer Kapitalwert wurde nur für den Investitionszeitpunkt (t = 0) ausgeschlossen, nicht aber für t = 1 nach der Risikoerhöhung. Hohe Risiken können zu einem negativen Kapitalwert NPV_H führen. Sie können sich dennoch lohnen, da Banktyp H einen Teil der Risiken an die Gläubiger überwälzen kann.

---

[140] Bei $c = c_M$ entsprechen sich die Konsumgleichungen beider Abschnitte.
[141] Aus der Optimalitätsbedingung der Entscheidungsstufe 4 folgt $\frac{dE(D)_{t=0}}{dp_H^*} = 0$. Aus diesem Grund besteht kein mittelbarer Einfluss der Kassenhöhe über die Risikohöhe auf den erwarteten Konsum.
[142] Vgl. dazu auch die numerische Auswertung in Abschnitt 6.4.1.
[143] Vgl. Proposition 4.8.
[144] Vgl. Proposition 5.9.

Proposition 6.13: *Die Konsumfunktion ist bei riskanter Strategie innerhalb der Abschnitte $c_L < c < c_M$ und $c_M < c < c_H$ konvex. Die optimale Kassenhöhe stellt eine Randlösung dar, $c^* = \{c_L, c_M, c_H\}$.*

$$\frac{d^2E(D)_{IB}}{dc^2} = \begin{cases} > 0, & c < c_M \\ > 0, & c > c_M. \end{cases}$$

Beweis. Siehe Anhang 9.18. Dass tatsächlich alle drei Kassenhöhen mögliche Gleichgewichte darstellen, zeigt die numerische Auswertung in Abschnitt 6.4.1. Hier ist auch die konvexe Konsumfunktion zu sehen.

Banktyp L wählt stets die risikolose Strategie.[145] Zudem kann er mit seiner Kassenhöhe weder die Ausfallrisiken der Schuldnerbanken noch die Zinsen beeinflussen. Beides ist für ihn exogen und konstant. Seine Konsumfunktion verhält sich bei Variation der Kassenhöhe linear.

Die Konsumfunktion von Banktyp H ist bei positiven Risiken konvex. Bei einer Änderung der Kassenhöhe kann er mit Anpassung seiner eigenen Risikohöhe darauf reagieren. Die Zinsen kann jedoch auch er nicht beeinflussen.

In Summe entsteht eine konvexe Konsumfunktion $E(D)_{IB}$. Aufgrund der Konvexität wählen die Banken immer eine Randlösung der Abschnitte. Diese sind $c^* = \{c_L, c_M, c_H\}$. Bei $c^* = c_L = \delta_L d_1$ oder $c^* = c_H = \delta_H d_1$ folgt die Lösung des Referenzmodells. Entsteht das Gleichgewicht der mittleren Kassenhaltung $c^* = c_M = \delta d_1$, dann bedeutet dies für die Konsumfunktion in t = 0

$$E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1 - \delta d_1)r_0 - \omega p_H^*(1 - \delta d_1)(r_0 - (1 - p_H^*)r^+).$$

Lemma 6.16: *Je höher die optimale Risikohöhe p_H^* ist, desto eher wird eine Kassenhaltung ohne Interbankenmarkt gewählt.*

Beweis. Der Einfluss der Risikohöhe auf die Kassenentscheidung ist

$$\frac{d^2E(D)_{IB}}{dc\, dp_H^*} = \begin{cases} -\dfrac{1 - \omega s}{s}(r_0 - r^+ + 2r^+p_H^*) < 0, & c < c_M \\ \omega(r_0 - r^+ + 2r^+p_H^*) > 0, & c > c_M.^{146} \end{cases}$$

Je höher das Ausfallrisiko ist, desto eher wird die Ableitung $\frac{dE(D)_{t=0}}{dc}$ im ersten Abschnitt negativ und die im zweiten Abschnitt positiv. Höhere Ausfallrisiken bedeuten höhere Moral-Hazard-Kosten K_m und ein größeres Ausmaß an Risikoüberwälzung. Sind die Ausfallrisiken zu hoch, dann lohnt sich

---

[145] Vgl. Proposition 6.6.
[146] Mit $r_H^* = r_0 + r^+p_H^*$ eingesetzt.

der Interbankenmarkt nicht. Je höher das Ausfallrisiko ist, desto eher wird eine Kassenhöhe gewählt, die nicht zum Interbankenmarkt führt. Das kann entweder die hohe Kassenhaltung c_H oder die niedrige c_L sein. Bei einem kleinen Ausfallrisiko p_H^* ist dagegen eher die mittlere Kassenhaltung c_M optimal und der Interbankenmarkt kann entstehen.[147]

Proposition 6.14: *Die optimale Kassenhöhe wird in Partialmodell III wie folgt beeinflusst.*

- Bei einer hohen Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω wird eher die mittlere Kassenhaltung gegenüber der niedrigen vorgezogen. Der Einfluss auf die Wahl zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung ist nicht eindeutig.
- Je höher die Liquidationserlöse s sind, desto eher wird die niedrige Kassenhöhe gegenüber der mittleren bevorzugt. Auf die Entscheidung zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung haben sie keinen Einfluss.
- Eine große sichere Rendite r_0 führt eher zur Wahl der mittleren Kassenhöhe.
- Ein hoher Risikozuschlag r^+ führt eher zur Wahl einer Kassenhaltung ohne Interbankenmarkt.
- Eine niedrige Differenz zwischen den frühen Einlagenabzügen $\delta_H - \delta_L$ führt eher zur Entstehung des Interbankenmarkts.

Beweis. Siehe Anhang 9.19. Vgl. dazu auch die numerische Auswertung in Abschnitt 6.4.2.

Je höher ω ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit dafür, selbst Typ H zu sein. Eine höhere Kassenhaltung ist dann besser. Im Unterschied zu den vorherigen Partialmodellen beeinflusst ω hier auch die Risikohöhe. Je höher ω ist, desto höher ist die mittlere Kassenhöhe c_M und desto kleiner ist das Kreditvolumen $\mathscr{b}$. Als Folge verringern sich die Risikoanreize von Banktyp H. Durch die niedrigeren Risiken sind die Moral-Hazard-Kosten geringer und die mittlere Kassenhaltung lohnt sich eher. Aus einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug folgt ein positiver Kapitalwert NPV_H, bei dem stets die mittlere Kassenhaltung gegenüber der hohen vorgezogen wird.[148] Bei einem sehr niedrigen Wert von ω ist es extrem unwahrscheinlich, selbst Banktyp H zu sein, weshalb auch dann die mittlere Kassenhaltung gegenüber der hohen vorgezogen wird. Bei einem mittleren Wert von ω ist es dagegen möglich, dass die hohe Kassenhaltung besser als die mittlere ist.

Hohe Liquidationserlöse s führen zu niedrigen Liquidationskosten $K_l = v * \frac{1-s}{s} E(r)$, was die niedrige Kassenhaltung attraktiver macht.

---

[147] Vgl. dazu auch Lemma 6.14.
[148] Vgl. Lemma 6.15.

Je höher die sichere Rendite r_0 und je niedriger der Risikozuschlag r^+ ist, desto geringer sind die Risikoanreize. Bei einer hohen sicheren Rendite möchten die Banken diese lieber schützen, anstatt sie aufgrund von zu hohen Risiken zu verlieren. Bei einem kleinen Risikozuschlag lohnt sich das Risiko weniger. Geringere Risiken führen eher zum Interbankenmarkt.

Im Unterschied zu den vorherigen Partialmodellen beeinflussen in Partialmodell III die beiden Anteile des frühe Einlagenabzugs δ_H und δ_L die Entstehung des Interbankenmarkts. Es ist ein mittelbarer Einfluss über das optimale Risiko p_H^*. Die beiden Parameter beeinflussen das Kreditvolumen $\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1$. Je höher das Kreditvolumen ist, desto mehr lohnen sich Risiken aufgrund der Möglichkeit der Überwälzung. Ein höheres optimales Risiko p_H^* macht die Wahl der mittleren Kassenhaltung mit Interbankenmarkt unwahrscheinlicher.[149] Das bedeutet gleichzeitig auch, dass bei einer größeren Unsicherheit über den Einlagenabzug die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts eher beeinträchtigt ist. Gerade dann wäre aber der Interbankenmarkt besonders wichtig, um sich gegen individuelle Schocks abzusichern.

6.3.4 Entscheidung über die Einlagenzinsen

Im letzten Schritt wird geprüft, wie hoch die optimalen kurzfristigen Einlagenzinsen sind. Es gibt im Gleichgewicht drei mögliche Kassenhöhen, $c^* = \{c_L, c_M, c_H\}$. Die optimalen Einlagenzinsen für die hohe sowie die niedrige Kassenhaltung wurden bereits im Referenzmodell hergeleitet.[150] In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie hoch die optimalen kurzfristigen Einlagenzinsen bei der mittleren Kassenhöhe mit Interbankenmarkt sind.

Lemma 6.17: *In Partialmodell III haben die kurzfristigen Einlagenzinsen d_1 bei mittlerer Kassenhaltung c_M einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum aller Einleger in t = 0 $E(D)_{IB}$.*

Beweis. Der erwartete Konsum bei mittlerer Kassenhöhe und der Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen darauf sind wie folgt.

$$E(D)_{IB,c_M} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)r_0 - \omega p_H^*(1-\delta d_1)(r_0 - (1-p_H^*)r^+) + \omega p_H^* \mathscr{b}\bar{\iota}_{min} - (1-\omega)\bar{p}_H \ell \bar{\iota}_{min},^{151}$$

[149] Es besteht zwar auch ein Einfluss auf die Zinshöhe, jedoch überwiegt der Einfluss über die Risikohöhe.
[150] Vgl. Proposition 6.4.
[151] Vgl. Lemma 6.11 und den nachfolgenden Text.

$$\frac{dE(D)_{IB,c_M}}{dd_1} = -\delta\left[(1-\omega)(r_0-1)+\omega\left((1-p_H^*)r_H^*-1\right)\right] \leq 0.$$ [152]

Herleitung, siehe Anhang 9.20.

Eine Erhöhung der kurzfristigen Einlagenverzinsung führt zu einer Verminderung des Investitionsvolumens und zu einer Erhöhung der Risiken. Beides ist mit einer Nutzenminderung verbunden. Nur im Grenzfall haben die kurzfristigen Einlagenzinsen keinen Einfluss.

Proposition 6.15: *In Partialmodell III sind möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Aus der Randbedingung folgt*

$$d_1^* = 1.$$

Das Ergebnis entspricht den anderen Partialmodellen.

6.3.5 Gleichgewicht und Zusammenfassung der Wohlfahrtseffekte

Es werden immer möglichst niedrige Einlagenzinsen in Höhe von $d_1^* = 1$ gewählt. Entscheidungsstufe 2 kann zur hohen oder zur niedrigen Kassenhaltung führen, $c^* = c_H = \delta_H$ oder $c^* = c_L = \delta_L$. In diesem Fall ist die Lösung des Referenzmodells zu verwenden. Sie kann aber auch zur hier gezeigten mittleren Kassenhaltung führen, $c^* = c_M = \delta$.

Bei mittlerer Kassenhöhe ist

$$\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H-\delta_L);\ \ell = \omega(\delta_H-\delta_L).$$

Die Interbankenzinsen und die Zinsgrenzen betragen

$$i^* = i_{min} = \frac{(1-\delta d_1)(\,r_0+r^+)-\sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}}$$

$$\text{mit } \Upsilon = \left((1-\delta)(r_0+r^+)\right)^2 - 8r^+\mathscr{b}(1-\delta),$$ [153]

$$i_{max} = \frac{(1-\delta)(r_0+r^+)-2\sqrt{\Phi}}{\mathscr{b}}$$

---

[152] Im Interbankenmodell bei mittlerer Kassenhöhe $c^* = c_M$ gilt immer $(1-\omega)(r_0-1)+\omega\left((1-p_H^*)r_H^*-1\right) \geq 0$, da im Fall von $(1-\omega)(r_0-1)+\omega\left((1-p_H^*)r_H^*-1\right) < 0$ die hohe Kassenhaltung ohne Interbankenmarkt gewählt wird, vgl. Lemma 6.15.

[153] Vgl. Proposition 6.10.

$$\text{mit } \Phi = r_0 r^+(1-\delta)\left(1-\delta-\frac{\ell}{s}\right).$$ [154]

Die Risikohöhe und die Rendite bei i^* sind

$$p^*_{H,i_{min}} = \frac{(1-\delta)(3r^+ - r_0) - \sqrt{\Upsilon}}{4r^+(1-\delta)},$$ [155]

$$r^*_{H,i_{min}} = \frac{3(1-\delta)(r_0 + r^+) - \sqrt{\Upsilon}}{4(1-\delta)},$$

$$p^*_L = 0,$$

$$r^*_L = r_0.$$

Der erwartete Konsum ist

$$E(D)_{IB} = \delta + (1-\delta)r_0 - \omega p^*_H(1-\delta)(r_0 - (1-p^*_H)r^+).$$

Am Ergebnis ist zu sehen, dass das Risiko p^*_H und damit die Moral-Hazard-Kosten entscheidend für die Wohlfahrt sind. Höhere Risiken vermindern die Wohlfahrt.[156] Die Moral-Hazard-Kosten können höher oder niedriger als die Liquidationskosten und die Kosten der entgangenen Rendite des Referenzszenarios sein. Die Banken entscheiden sich nur für den Interbankenmarkt, wenn die Moral-Hazard-Kosten niedriger sind. Falls kein Interbankenmarkt entsteht, dann ist dieser unter den gegebenen Bedingungen aufgrund zu hoher Fehlanreize auch nicht wohlfahrtsoptimal.[157]

6.3.6 Komparative Statik zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts

Die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts hängt von unterschiedlichen Punkten ab. Nur wenn in Entscheidungsstufe 2 die mittlere Kassenhaltung c_M gewählt wird, kann der Interbankenmarkt entstehen. Mit Proposition 6.14 wurde bereits gezeigt, welcher Einfluss der Parameter auf die Wahl der Kassenhaltung besteht. Aber auch Entscheidungsstufe 3 kann die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern. Dies tritt ein, wenn keine Interbankenkreditverträge aufgrund von $i_{max} < i_{min}$ abgeschlossen werden oder wenn die Risikoanreize so hoch sind, dass sich die Kreditvergabe nicht lohnt, bei $\Upsilon < 0$ oder bei $i_{max,L} < 1$. In diesem Abschnitt wird der Einfluss der Parameter auf Entscheidungsstufe 3 gezeigt für den Fall der mittleren Kassenhaltung $c = c_M$.

---

[154] Vgl. Proposition 6.9.
[155] Vgl. Proposition 6.8.
[156] Vgl. Proposition 6.5 und Lemma 6.7.
[157] Vgl. Proposition 6.12 und Proposition 6.14.

Nur bei $i_{max} \geq i_{min}$ kann ein Interbankenmarkt entstehen. Die nächste Proposition zeigt den Einfluss der Parameter darauf.

Proposition 6.16: *Die Parameter beeinflussen das Zustandekommen der Interbankenkreditverträge in Entscheidungsstufe 3 bei mittlerer Kassenhaltung wie folgt.*

- Eine hohe Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω führt dazu, dass Interbankenkreditverträge eher abgeschlossen werden.
- Hohe Liquidationserlöse s können dagegen den Abschluss verhindern.
- Eine hohe sichere Rendite r_0 und ein niedriger Risikozuschlag r^+ führen eher zum Abschluss von Interbankenkrediten.
- Bei einer niedrigen Differenz zwischen den Einlagenabzügen $\delta_H - \delta_L$ werden Interbankenkredite eher abgeschlossen.

Beweis. Siehe Anhang 9.21.

Die wohlfahrtsoptimalen Zinsen betragen $i^* = i_{min}$. Das ist der Zinssatz, den Kreditgeberbanken mindestens für die Kreditvergabe verlangen. Interbankenkredite werden aber nur dann abgeschlossen, wenn sich das auch für die Kreditnehmerbanken lohnt. Dazu muss $i_{min} \leq i_{max}$ gelten.

Für das Zustandekommen der Interbankenkreditverträge haben die aufgenommenen Interbankenkreditvolumina $\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)$ einen erheblichen Einfluss. Je höher sie sind, desto mehr Risiken können überwälzt werden und desto höhere Risiken lohnen sich. Die Zinsuntergrenze steigt bei einer Erhöhung der Risiken stärker an als die Zinsobergrenze, sodass irgendwann keine Interbankenkredite mehr abgeschlossen werden. Die Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω hat einen negativen Einfluss auf das Interbankenkreditvolumen $\mathscr{b}$. Der Anteil des hohen frühen Einlagenabzugs δ_H wirkt sich positiv, der des niedrigen δ_L negativ auf das Kreditvolumen aus.

Bei hohen Liquidationserlösen s ist es für Banktyp H günstig, die benötigte Liquidität über den Verkauf der Investition zu generieren. Im Ergebnis können hohe Liquidationserlöse das Zustandekommen von Interbankenkrediten verhindern.

Eine hohe sichere Rendite r_0 und ein niedriger Risikozuschlag r^+ vermindern die Risikoanreize, was für die Entstehung des Interbankenmarkts in Entscheidungsstufe 2 günstig ist.

Wann zu hohe Risikoanreize für die Entstehung des Interbankenmarkts vorliegen, wird mit den folgenden Lemmata gezeigt.

Proposition 6.17: *Auf die Möglichkeit, dass zu hohe Risikoanreize für einen Interbankenmarkt bestehen, liegt der folgende Einfluss der Parameter vor. Ein Zusammenbruch aufgrund von zu hohen Risikoanreizen wird wahrscheinlicher bei*

- einer niedrigen Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω,
- einer niedrigen sicheren Rendite r_0,
- einem hohen Risikozuschlag r^+ und
- einer hohen Differenz zwischen hohem und niedrigem frühen Einlagenabzug $\delta_H - \delta_L$.
- Die Liquidationserlöse s haben keinen Einfluss auf die Risikoanreize.

Beweis. Siehe Anhang 9.22.

Im Fall von $\Upsilon < 0$ oder bei $i_{max,L} < 1$ würde keine Bank mit Liquiditätsüberschuss Interbankenkredite vergeben. Es gibt dann kein Zinssatz innerhalb des Definitionsbereichs, der die Bedingung $(1 - p_H^*)i \geq 1$ erfüllt. In diesem Fall liegen zu hohe Risikoanreize vor.

Der Einfluss der Parameter auf Υ und $i_{max,L}$ entspricht Proposition 6.16. Die einzige Ausnahme sind die Liquidationserlöse s. Diese haben einen Einfluss auf die Zahlungsbereitschaft der Kreditnehmerbanken und damit auf die Zinsobergrenze i_{max}. Sie haben aber keinen Einfluss auf die Entscheidung der Kreditgeberbanken, insbesondere auch nicht auf Υ oder $i_{max,L}$.

6.3.7 Möglichkeiten zur Begrenzung der Risikoanreize

Eine zentrale Rolle im Interbankenmodell nimmt das Ausfallrisiko p_H^* ein. Ein hohes Ausfallrisiko kann den Interbankenmarkt verhindern und vermindert die Wohlfahrt.[158] Bei risikoloser Strategie dagegen entsteht immer die wohlfahrtsoptimale Lösung.[159] Daher werden in diesem Abschnitt Möglichkeiten zur Begrenzung von Risikoanreizen aufgezeigt. Diese gehen zum Teil über das bisherige Modell hinaus und sollen vor allem mögliche politische Reaktionen aufzeigen.

Der Einfluss der Parameter auf das Ausfallrisiko p_H^* ist relevant, da ggf. durch politische Beeinflussung die Risiken reduziert und damit die Wohlfahrt erhöht werden können. Er wird in folgender Proposition gezeigt.

Proposition 6.18: *Das Ausfallrisiko p_H^* von Banktyp H bei mittlerer Kassenhöhe c_M wird verringert durch eine höhere sichere Rendite r_0 und einen niedrigen Risikozuschlag r^+. Auch ein hoher Anteil*

[158] Vgl. Lemma 6.16 und Proposition 6.5.
[159] Vgl. Proposition 6.7.

des hohen Einlagenabzugs ω und eine niedrige Differenz der Einlagenabzüge $(\delta_H - \delta_L)$ führen zu einem niedrigeren Risiko p_H^*.

Beweis. Siehe Anhang 9.23.

Bei hoher sicherer Rendite r_0 und niedrigem Risikozuschlag r^+ vermindern sich die Risikoanreize und damit die Ausfallrisiken der Interbankenkredite.

Hohe Liquiditätsschwankungen $(\delta_H - \delta_L)$ können zu hohen Risikoanreizen führen, da dann ein hohes Volumen von Interbankenkrediten aufgenommen werden muss. Bei einem niedrigen ω gibt es nur wenige Banken, bei denen ein hoher Liquiditätsabzug vorliegt. Im Erwartungswert werden dadurch nur geringe Barmittel benötigt und die Kassenhöhe c_M sinkt. Bei den wenigen Banken, die einen hohen Liquiditätsabzug haben, besteht dann aber ein hohes Liquiditätsdefizit. Dies führt zu hohen Risikoanreizen.

Proposition 6.19: *Eine Begrenzung der Interbankenkreditvolumina $\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)$ bei konstanter mittlerer Kassenhöhe c_M bewirkt eine Risikobegrenzung.*

Der Einfluss des Kreditvolumens $\mathscr{b}$ auf das Risiko $p_{H,i_{min}}^*$ bei konstanter Kassenhöhe c_M ist

$$\frac{dp_{H,i_{min},c_M}^*}{d\mathscr{b}} = \frac{1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)}{s}}{\left(1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)-\mathscr{b}}{s}\right)\sqrt{\Upsilon}} > 0$$

$$\text{mit } \Upsilon = \left(1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)-\mathscr{b}}{s}\right)^2 (r_0+r^+)^2 - 8r^+\mathscr{b}\left(1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)-\mathscr{b}}{s}\right).$$

Herleitung, siehe Anhang 9.24.

Eine Begrenzung der Kreditvolumina durch einzelne Banken wurde in der Annahme ausgeschlossen. Aufgrund der hohen Anzahl an Banken bewirkt eine Limitierung der Kreditvergabe einer einzelnen Bank nichts. Um Risiken zu begrenzen, könnte aber der Staat das Volumen aufgenommener Interbankenkredite einschränken.

Bei gleicher Kassenhöhe würde eine Limitierung der Kreditvolumina bewirken, dass die Kreditnehmerbanken einen Anteil von $\lambda_H = \frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)-\mathscr{b}}{(1-\delta)s}$ der langfristigen Investition verkaufen müssten. Dies wäre zwar mit Kosten verbunden, würde sich aber unter Umständen dennoch aufgrund der geringeren Risikoanreize lohnen.

Eine Koordinationslösung der Banken mit Liquiditätsüberschuss wäre prinzipiell auch denkbar. Wenn alle Banken die Kreditvergabe gleichmäßig reduzieren, hätte es einen tatsächlichen Einfluss auf die Kreditnehmerbanken. Zumindest bei einem marginal positiven erwarteten Zinsen ($i > i_{min}$) wäre es jedoch kein stabiles Gleichgewicht. Eine Ausweitung der Kreditvergabe würde sich dann für die einzelne Bank lohnen.

Proposition 6.20: *Wenn die Banken eine gleiche Kassenhöhe $c \neq c_M$ wählen, vermindert sich dadurch die Risikoanreize.*

Beweis. Die Risikohöhe p_H^* bei $i = i_{min}$ sowie die Ableitung nach der Kassenhöhe sind

$$p_{H,i_{min}}^* = \begin{cases} -\dfrac{(r_0 - 3r^+)}{4r^+} - \dfrac{\sqrt{(r_0 + r^+)^2 - \dfrac{8\dfrac{1-\omega}{\omega}(c - \delta_L d_1)r^+}{\left(1 - c - \dfrac{\delta d_1 - c}{\omega s}\right)}}}{4r^+}, & c \leq c_M \\ -\dfrac{(r_0 - 3r^+)}{4r^+} - \dfrac{\sqrt{(r_0 + r^+)^2 - \dfrac{8(\delta_H d_1 - c)r^+}{(1-c)}}}{4r^+}, & c > c_M, \end{cases}$$

$$\frac{dp_{H,i_{min}}^*}{dc} = \begin{cases} \dfrac{1-\omega}{\omega} * \dfrac{1 - \delta_L d_1 - \dfrac{(\delta_H - \delta_L)d_1}{s}}{\left(1 - c - \dfrac{\delta d_1 - c}{\omega s}\right)\sqrt{\Upsilon}} > 0^{160}, & c < c_M \\ -\dfrac{(1 - \delta_H d_1)}{(1-c)\sqrt{\Upsilon}} < 0, & c > c_M. \end{cases}$$

Das Ausfallrisiko p_H^* ist bei der mittleren Kassenhöhe am höchsten. Durch eine Erhöhung oder Verringerung der Kassenhaltung können die Risiken beschränkt werden. Jedoch wäre auch dafür eine Regulierungslösung notwendig. Bei einer Kassenhöhe $c \neq c_M$ werden die Ausfallrisiken und damit die Moral-Hazard-Kosten reduziert, es entstehen aber Liquidationskosten oder Kosten der entgangenen Rendite. Aus diesem Grund muss sich eine Kassenhöhe $c \neq c_M$ nicht zwingend lohnen. Dies Auswirkungen davon sind in der numerischen Auswertung in Abschnitt 6.4.1 dargestellt.

[160] $1 - \delta_L d_1 - \frac{(\delta_H - \delta_L)d_1}{s} > 0$ aufgrund der Randbedingung $\lambda_{H,c_L} < 1$. Andernfalls hätten langfristige Einleger Anreize, ihre Barmittel kurzfristig abzuziehen und zu horten.

6.4 Numerische Auswertung

6.4.1 Darstellung verschiedener Gleichgewichte

In diesem Abschnitt werden numerische Beispiele für die verschiedenen möglichen Gleichgewichte gezeigt. Der Abschnitt belegt somit auch, dass die Gleichgewichte tatsächlich innerhalb der Definitionsgrenzen entstehen können. Die Abbildungen helfen zudem, die Gleichgewichte besser zu verstehen.

In Entscheidungsstufe 1 sind immer möglichst niedrige Einlagenzinsen optimal. Aus diesem Grund geht die numerische Darstellung auf Entscheidungsstufe 1 nicht weiter ein. Für alle Beispiele gilt $d_1^* = 1$.

Die Entscheidungsstufen 2 und 3 werden jeweils mit einem Schaubild dargestellt, auf deren Abszisse die Kassenhöhe für $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ abgebildet ist. Das linke Schaubild enthält die Kassenentscheidung, mit dem erwarteten Konsum auf der Ordinate. Im Punkt des höchsten erwarteten Konsums liegt die optimale Kassenhaltung. Neben dem Interbankenmodell (schwarze Linie) und dem Referenzmodell (graue Linie) werden zwei weitere Varianten dargestellt. Diese zeigen den erwarteten Konsum, wenn einzelne Entscheidungsstufen wohlfahrtsoptimal getroffen werden. Das zeigt die Höhe des Wohlfahrtsverlustes und verdeutlicht die Möglichkeiten und Grenzen von politischen Eingriffen.

Die gestrichelte Linie zeigt den erwarteten Konsum bei einem staatlichen Eingriff in die Kassenhöhe (Entscheidungsstufe 2), die wohlfahrtsoptimal getroffen wird..[161] Durch eine Kassenhöhe $c \neq c_M$ vermindern sich die Interbankenkreditvolumina und damit auch die Risikoanreize. Im Gegensatz zur individuellen Entscheidung liegt dann kein konvexer, sondern ein konkaver Verlauf vor. Es kann demnach zu einer inneren Lösung führen. Die gepunktete Linie stellt die wohlfahrtsoptimale Entscheidung über die Risikohöhe (Entscheidungsstufe 4) dar. Sie zeigt den erwarteten Konsum bei risikoloser Strategie.[162] Entscheidungsstufe 1 und 3 werden bereits wohlfahrtsoptimal getroffen.[163]

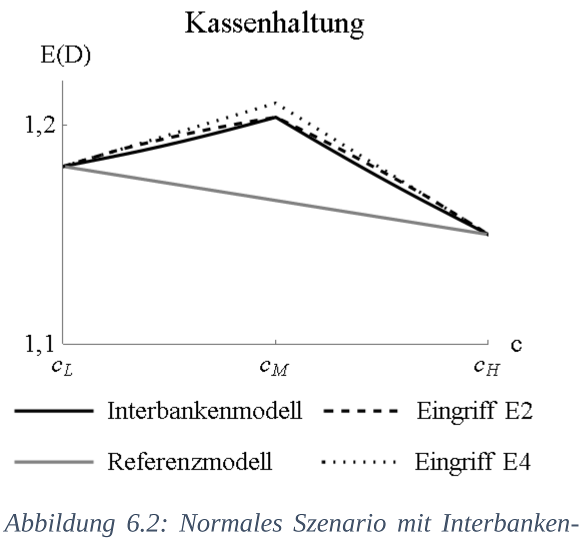
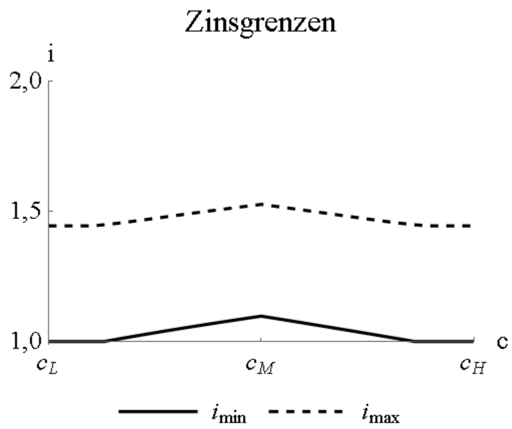
Im rechten Schaubild sind Zinsober- und -untergrenze abgebildet. Liegt im Punkt c_M die Zinsobergrenze über der Zinsuntergrenze, dann kann in Entscheidungsstufe 3 ein Interbankenmarkt entstehen. Es ist aber auch interessant, wie sich die Zinsgrenzen bei Kassenhöhen $c \neq c_M$ verhalten. Z. B. kann für den Fall eines staatlichen Eingriffs in die Kassenhaltung ein Gleichgewicht $c^* \neq c_M$ entstehen. Es

[161] Vgl. dazu auch Proposition 6.20.
[162] Die risikolose Strategie ist die wohlfahrtsoptimale Strategie in Entscheidungsstufe 4, vgl. Proposition 6.5.
[163] Die Banken maximieren bei der Entscheidung über die kurzfristigen Einlagenzinsen (Entscheidungsstufe 1) in t = 0 den erwarteten Konsum aller Einleger und damit die Wohlfahrt. Vgl. dazu auch Proposition 6.7. Falls in Entscheidungsstufe 3 der Interbankenmarkt nicht zustande kommt, führt das zu keinem Wohlfahrtsverlust, vgl. Proposition 6.12.

ist zu sehen, dass in allen Beispielen bei einer Annäherung an die mittlere Kassenhaltung c_M beide Zinsgrenzen höher werden und sich außerdem der Abstand zwischen den Grenzen verringert. Bei sehr hoher oder sehr niedriger Kassenhaltung nähert sich das Ergebnis dem Referenzmodell an. Die Interbankenkreditvolumina werden immer geringer. Ab einer gewissen Grenze wählt dann auch Banktyp H die risikolose Strategie, da sich dann positive Risiken nicht mehr lohnen. Die Zinsgrenzen betragen dann $i_{min,p_0} = 1$ und $i_{max,p_0} = \frac{r_0}{s}$.[164]

Im rechten Abschnitt der Tabelle wird auch der Wert für Υ bei $c = c_M$ gezeigt. Bei $\Upsilon < 0$ liegen zu hohe Risikoanreize vor, die die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern.[165]

Entscheidungsstufe 4 wird in der letzten Zeile der Tabelle dargestellt. Im Fall der mittleren Kassenhaltung ist es p^*_{H,c_M}. Bei der hohen oder niedrigen Kassenhaltung ist jeweils die risikolose Strategie optimal. Im Anschluss an die Tabelle folgen eine kurze Beschreibung und Interpretation des Beispiels.

1.) Normales Szenario mit Interbankenmarkt	
$\omega = 0{,}5; s = 0{,}9; r_0 = 1{,}3; r^+ = 1{,}2; \delta_H = 0{,}5; \delta_L = 0{,}1.$	
Entscheidungsstufe 2:  *Abbildung 6.2: Normales Szenario mit Interbankenmarkt, Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell III.* $c^* = c_M.$	Entscheidungsstufe 3:  *Abbildung 6.3: Normales Szenario mit Interbankenmarkt, Entscheidungsstufe 3 in Partialmodell III.* $i_{min} < i_{max}, \Upsilon_{c_M} = 1{,}72.$
Entscheidungsstufe 4: $p^*_{H,c_M} = 0{,}0890.$	

[164] Vgl. Proposition 6.7.
[165] Zwar ist $i_{max,L} = 1$ auch eine Grenze für zu hohe Risikoanreize, diese hat aber die gleiche Wirkung und ist nur in seltenen Fällen relevant. Vgl. dazu auch die numerische Auswertung in Abschnitt 6.4.2. Deshalb wurde auf die Darstellung verzichtet.

Das erste Beispiel zeigt ein normales Szenario mit Interbankenmarkt und mittlerer Kassenhaltung. Wie für alle andere Beispiele sind die optimalen Einlagenzinsen in der ersten Entscheidungsstufe $d_1^* = 1$. In Entscheidungsstufe 2 ist der erwartete Konsum bei der mittleren Kassenhaltung am höchsten. Eine kleine Wohlfahrtssteigerung kann nur dann entstehen, falls die risikolose Strategie gewählt wird. Für Entscheidungsstufe 3 zeigt das Schaubild, dass für alle Kassenhöhen die Zinsobergrenze über der Zinsuntergrenze liegt. In Entscheidungsstufe 4 wird ein positives Risiko gewählt, das im Vergleich zu den nachfolgenden Beispielen niedrig ist.

Durch einen staatlichen Eingriff in die Kassenhaltung könnte keine Wohlfahrtssteigerung erreicht werden. Hier würde auch die mittlere Kassenhaltung mit den gleichen Ausfallrisiken und Interbankenzinssätzen entstehen. Lediglich bei einer Kassenhöhe $c \neq c_M$ liegt die gestrichelte Linie leicht über der durchgehenden. Diese würde aber im Ergebnis eine geringere Wohlfahrt als bei der mittleren Kassenhöhe bedeuten.

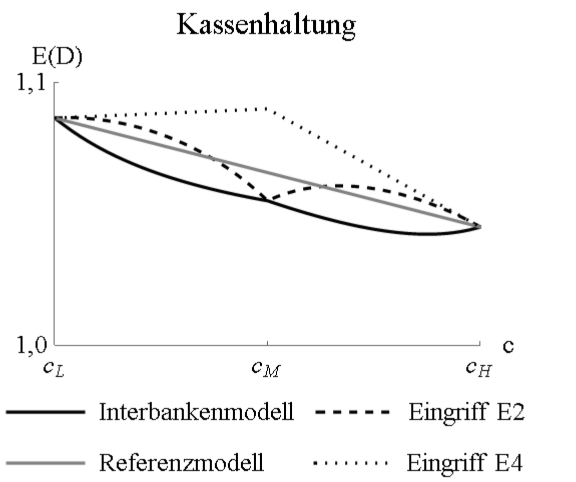
<table>
<tr><td colspan="2">2.) Kein Kreditabschluss</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}5; s = 0{,}99; r_0 = 1{,}15; r^+ = 1{,}1; \delta_H = 0{,}7; \delta_L = 0{,}1.$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:


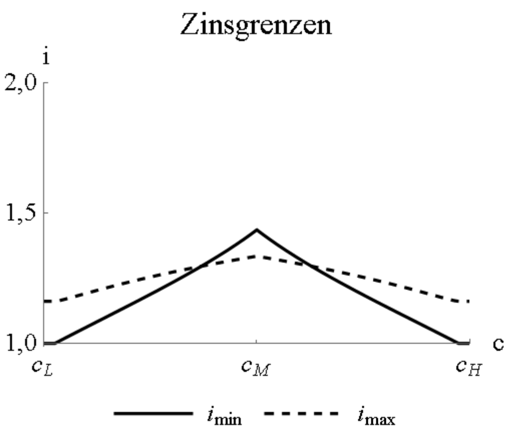
Abbildung 6.4: Kein Kreditabschluss, Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell III.
$c^* = c_L.$</td><td>Entscheidungsstufe 3:


Abbildung 6.5: Kein Kreditabschluss, Entscheidungsstufe 3 in Partialmodell III.
$i_{min,c_M} > i_{max,c_M}, \Upsilon_{c_M} = 0{,}24.$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Entscheidungsstufe 4: $p^*_{H,c_L} = 0, p^*_{H,c_M} = 0{,}3037.$</td></tr>
</table>

Im zweiten Beispiel ist der erwartete Konsum bei mittlerer Kassenhaltung c_M für das Interbankenmodell niedriger als im Referenzszenario. Ein Interbankenmarkt lohnt sich in diesem Beispiel nicht. Die individuelle Entscheidung führt zur niedrigen Kassenhaltung. Es ist zu sehen, dass bei mittlerer

Kassenhöhe auch in Entscheidungsstufe 3 kein Interbankenmarkt entstehen würde und die Zinsobergrenze unter der Zinsuntergrenze liegt. Ein Interbankenmarkt kann in Entscheidungsstufe 2 und 3 nur entstehen bei ausreichender Erhöhung oder Senkung der Barmittel und damit verbundener Verringerung der Interbankenkreditvolumina. Die wohlfahrtsoptimale Kassenentscheidung würde zu einer inneren Lösung $c_L < c^*_{Staat} < c_M$ führen. Durch die Vorgabe von Mindestbarreserven könnte in diesem Beispiel die Wohlfahrt erhöht werden. Eine noch höhere Wohlfahrt würde nur aus der risikolosen Strategie resultieren.

<table>
<tr><td colspan="2">3.) Zu hohe Risikoanreize</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}2; s = 0{,}9; r_0 = 1{,}3; r^+ = 1{,}25; \delta_H = 0{,}75; \delta_L = 0{,}1.$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:

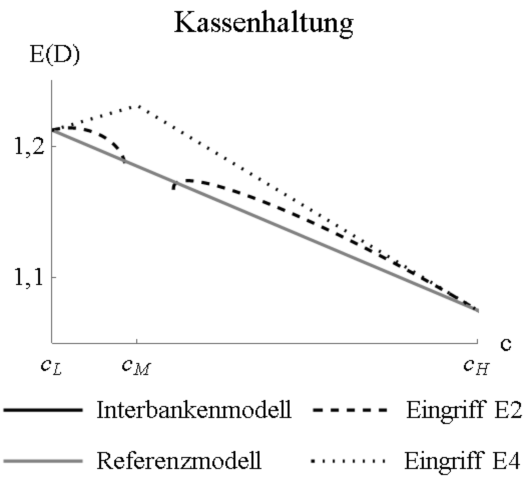


Abbildung 6.6: Zu hohe Risikoanreize, Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell III.

$c^* = c_L.$</td><td>Entscheidungsstufe 3:

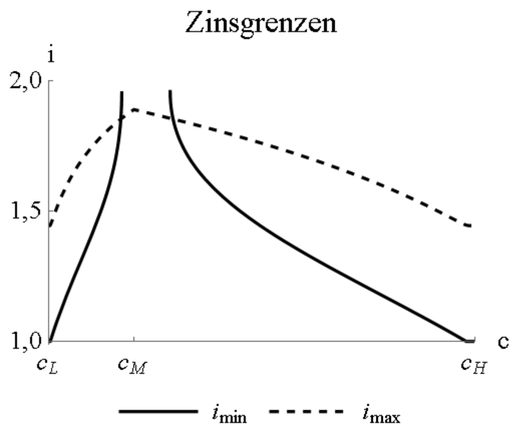


Abbildung 6.7: Zu hohe Risikoanreize, Entscheidungsstufe 3 in Partialmodell III.

i_{min,c_M} nicht definiert, $\Upsilon_{c_M} = -0{,}15.$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Entscheidungsstufe 4: $p^*_{H,c_L} = 0,\ p^*_{H,c_M}$ nicht definiert.</td></tr>
</table>

Im linken Schaubild ist keine durchgehende Linie für die individuelle Entscheidung zu sehen. Dies liegt daran, dass bei mittlerer Kassenhaltung der Wert für Υ negativ ist und somit die Zinsuntergrenze nicht definiert ist. Es liegen zu hohe Risikoanreize vor, sodass bei jeder Zinshöhe das Risiko p^*_H zu hoch ist und sich die Kreditvergabe nicht lohnt. Dies ändert sich bei einer Verringerung der Kreditvolumina durch Senkung oder Erhöhung der Barmittel. In Entscheidungsstufe 3 kommt bei mittlerer Kassenhöhe kein Interbankenmarkt zustande.

Dies wissen die Banken, weshalb per Rückwärtsinduktion dann die Lösung des Referenzszenarios eintritt, in diesem Beispiel ist es die niedrige Kassenhaltung. Bei wohlfahrtsoptimaler Kassenentscheidung entsteht eine innere Lösung $c_L < c^*_{Staat} < c_M$. Auch bei der risikolosen Strategie (gepunktete Linie) kann der Interbankenmarkt entstehen, dann mit $c^* = c_M$.

<table>
<tr><td colspan="2">4.) Noch höhere Risikoanreize</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}1; s = 0{,}99; r_0 = 1{,}3; r^+ = 1{,}25; \delta_H = 0{,}8; \delta_L = 0{,}1.$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:

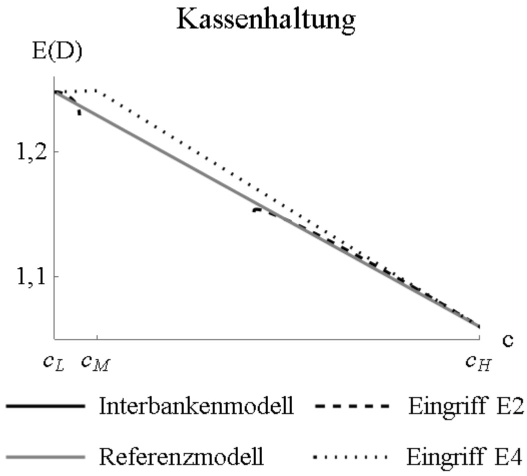


Abbildung 6.8: Noch höhere Risikoanreize, Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell III.

$c^* = c_L$.</td><td>Entscheidungsstufe 3:

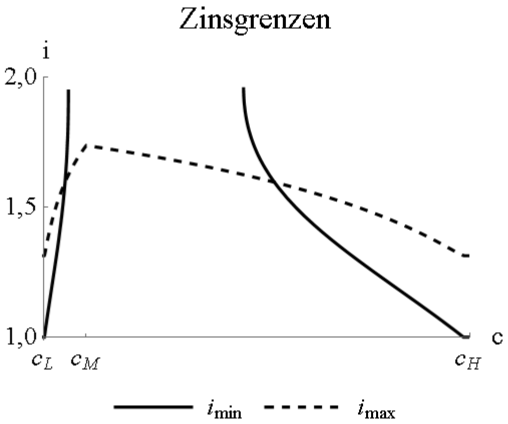


Abbildung 6.9: Noch höhere Risikoanreize, Entscheidungsstufe 3 in Partialmodell III.

i_{min,c_M} nicht definiert,$\Upsilon_{c_M} = -0{,}75$.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Entscheidungsstufe 4: $p^*_{H,c_L} = 0,\ p^*_{H,c_M}$ nicht definiert.</td></tr>
</table>

Im Prinzip entspricht das Beispiel dem vorherigen. Ich möchte damit aber zeigen, dass der Bereich an Kassenhöhen, bei denen zu hohe Risikoanreize vorliegen ($\Upsilon < 0$) klein oder groß sein kann. Eine politische Beeinflussung auf Entscheidungsstufe 2 könnte die Wohlfahrt minimal erhöhen. Falls aber z. B. ein zu hohes Maß an Mindestbarreserven verlangt wird, wäre es in diesem Beispiel schädlich.

<table>
<tr><td colspan="2">5.) Niedrige Kassenhaltung</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\omega = 0{,}4; s = 0{,}95; r_0 = 1{,}3; r^+ = 1{,}2; \delta_H = 0{,}7; \delta_L = 0{,}1.$</td></tr>
<tr><td>Entscheidungsstufe 2:

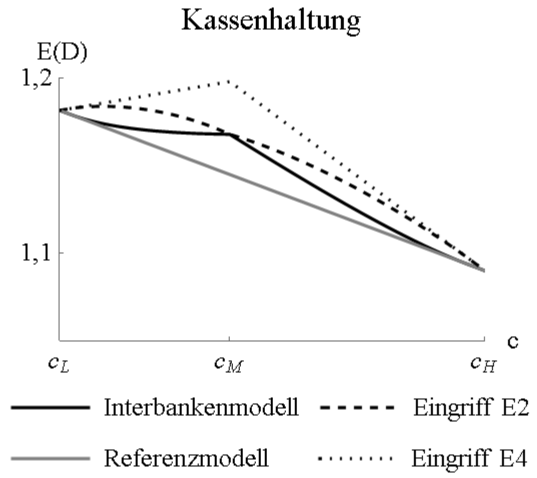



Abbildung 6.10: Niedrige Kassenhaltung, Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell III.
$c^* = c_L.$</td><td>Entscheidungsstufe 3:

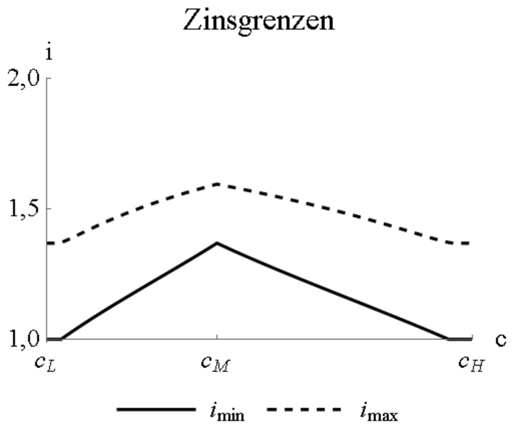



Abbildung 6.11: Niedrige Kassenhaltung, Entscheidungsstufe 3 in Partialmodell III.
$i_{min} < i_{max}, \Upsilon_{c_M} = 0{,}44.$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Entscheidungsstufe 4: $p^*_{H,c_L} = 0, p^*_{H,c_M} = 0{,}2694.$</td></tr>
</table>

In Entscheidungsstufe 2 wählen die Banken bei individueller Entscheidung die niedrige Kassenhaltung. Es entsteht die Lösung des Referenzmodells ohne Interbankenmarkt. Entscheidungsstufe 3 entfällt dann. Die niedrige Kassenhaltung ist optimal, obwohl die Zinsobergrenze über der Zinsuntergrenze liegt und so in Entscheidungsstufe 3 ein Interbankenmarkt entstehen könnte. Bei wohlfahrtsoptimaler Entscheidung über die Kassenhöhe entsteht in diesem Beispiel eine innere Lösung. Durch einen staatlichen Eingriff könnten alle Banken ihren Kassenbestand leicht erhöhen und die Wohlfahrt steigern. Noch höher ist der erwartete Konsum bei risikoloser Strategie und Entstehung des Interbankenmarkts.

6.) Hohe Kassenhaltung

$\omega = 0{,}8; s = 0{,}95; r_0 = 1{,}1; r^+ = 0{,}9; \delta_H = 0{,}8; \delta_L = 0{,}1.$

Entscheidungsstufe 2:

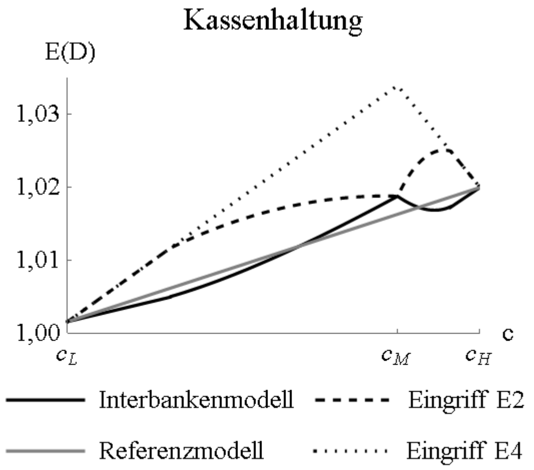


Abbildung 6.12: Hohe Kassenhaltung, Entscheidungsstufe 2 in Partialmodell III.

$c^* = c_H$

Entscheidungsstufe 3:

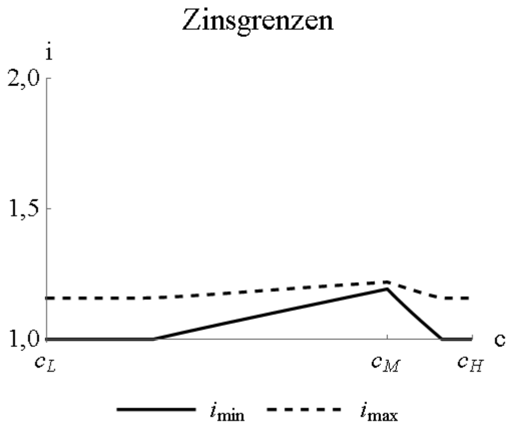


Abbildung 6.13: Hohe Kassenhaltung, Entscheidungsstufe 3 in Partialmodell III.

$i_{min} < i_{max}, \Upsilon_{c_M} = 0{,}12.$

Entscheidungsstufe 4: $p^*_{H,c_H} = 0; p^*_{H,c_M} = 0{,}1618.$

Auch die hohe Kassenhaltung ist ein mögliches Gleichgewicht, wie dieses letzte Beispiel zeigt. An diesem Beispiel ist zu sehen, dass die wohlfahrtsoptimale Entscheidung in Stufe 2 zu einem Gleichgewicht bei $c_M < c^*_{Staat} < c_H$ führen kann, was ein Unterschied zu den bisherigen Beispielen ist. Es lässt sich also für eine Regulierungslösung keine allgemeingültige Aussage zur optimalen Kassenhöhe ableiten. Um die Wohlfahrt zu steigern, müsste in diesem Beispiel eine Obergrenze eingeführt werden.

6.4.2 Einfluss der Parameter auf die Gleichgewichte

Dieser Abschnitt zeigt, wie sich durch eine Änderung der Parameter die Gleichgewichte ändern. Es dient zur Bestätigung und Verbildlichung der analytischen komparativen Statik.

Für eine bessere Vergleichbarkeit und einfachere Interpretation befindet sich bei allen Schaubildern der Anteil des hohen frühen Einlagenabzugs ω auf der Abszisse. Die fünf weiteren Parameter werden in den fünf Schaubildern auf der Ordinate abgebildet. Anschließend folgt ein Schaubild, das beweist, dass der Einfluss der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug ω nicht eindeutig ist.[166]

[166] Vgl. Proposition 6.14.

Die Schaubilder zeigen, wie sich die Gleichgewichte durch Variation der Parameter ändern. Wird eine Linie überquert, dann findet ein Wechsel zu einem anderen Gleichgewicht statt. Die Flächen zeigen die jeweiligen optimalen Kassenhöhen im Gleichgewicht.

In den Schaubildern stellt die blaue Linie die Grenze dar, bei der der erwartete Konsum im Interbankenmodell mit mittlerer Kassenhöhe dem Konsum im Referenzmodell entspricht. Ab dieser Grenze entsteht aufgrund von Entscheidungsstufe 2 kein Interbankenmarkt. Die orangene Linie zeigt die Grenze, bei der bei mittlerer Kassenhöhe die Zinsobergrenze der Zinsuntergrenze entspricht. Wird die Linie überschritten, dann entsteht in Entscheidungsstufe 3 kein Interbankenmarkt. Die rote durchgehende Linie stellt $\Upsilon = 0$ dar, die rote gestrichelte $i_{max,L} = 1$[167]. Wird eine dieser Grenzen überquert, dann sind die Risikoanreize so hoch, dass sich die Kreditvergabe bei keiner Zinshöhe lohnt. Die schwarze Linie stellt die Entscheidung des Referenzmodells dar für den Fall, dass kein Interbankenmarkt entsteht. Die graue Linie bildet die Definitionsgrenze ab.

Für die folgenden fünf Schaubilder gilt:

$$s = 0{,}9; r_0 = 1{,}1; r^+ = 1{,}0; \delta_H = 0{,}8; \delta_L = 0{,}1.$$

Im ersten Schaubild befinden sich auf der Ordinate die Liquidationserlöse s.

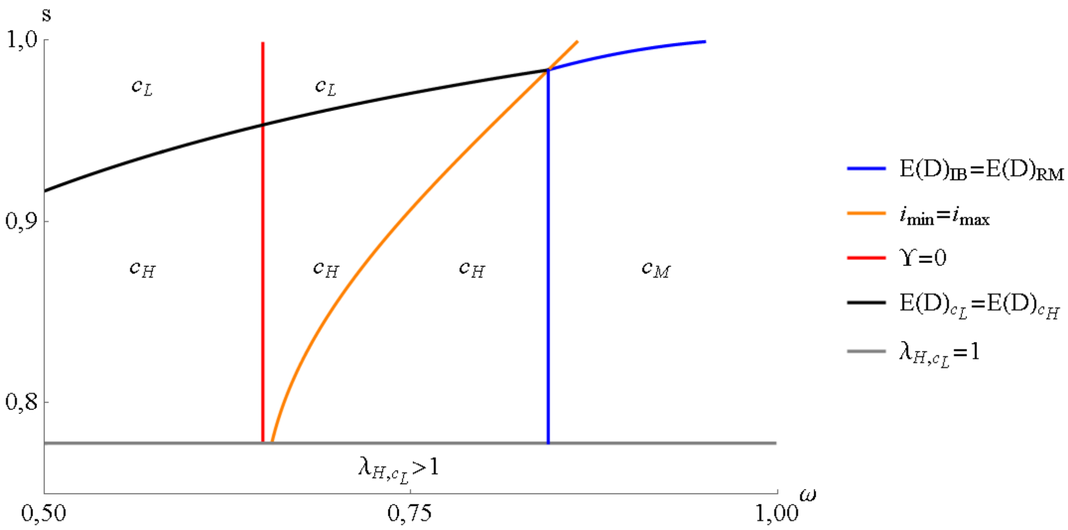


Abbildung 6.14: Einfluss der Liquidationserlöse und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell III.

Der Interbankenmarkt entsteht im rechten mittleren Feld, das durch die blaue und die graue Linie eingegrenzt ist. Links davon wird die hohe Kassenhaltung gewählt, oberhalb davon die niedrige. Die weiteren Grenzen sind ebenfalls abgebildet, auch wenn bereits bei Überschreitung der blauen Linie

[167] Nur im Schaubild zu r^+ enthalten, da der Fall relativ selten auftritt.

kein Interbankenmarkt entsteht. Durch Abbildung der weiteren Grenzen können die numerischen Auswertungen mit der analytischen Lösung verglichen werden.

In diesem Schaubild ist eine hohe Wahrscheinlichkeit für den hohen Einlagenabzug ω für die Entstehung des Interbankenmarkts vorteilhaft. In Abbildung 6.19, das letzte Schaubild des Abschnitts, ist zu sehen, dass dies nicht immer der Fall sein muss.

Bei hohen Liquidationserlösen s wird eher die niedrige Kassenhaltung c_L gegenüber der mittleren c_M vorgezogen. Zudem verringert sich bei hohen Liquidationserlösen die Zinsobergrenze i_{max}, weshalb es seltener zum Kreditabschluss kommt. Auf die Entscheidung zwischen der mittleren Kassenhaltung und der hohen c_H sowie auf die Risikoanreize Υ haben die Liquidationserlöse keinen Einfluss.

Der untere Bereich des Schaubilds ist aus dem Definitionsbereich ausgeschlossen. Hier würde im Referenzmodell bei $c = c_L$ stets eine Insolvenz vorliegen. Für die Auszahlung der kurzfristigen Einleger wäre eine Liquidationsquote von über 100% notwendig $\left(\lambda_{H,c_L} > 1\right)$.

Im nächsten Schaubild wird der Einfluss der sicheren Rendite r_0 dargestellt.

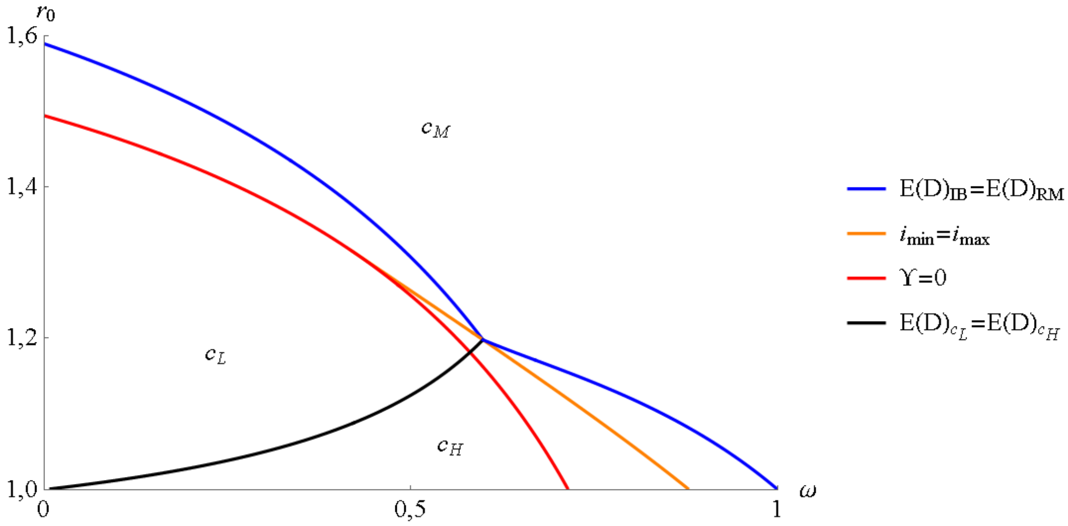


Abbildung 6.15: Einfluss der sicheren Rendite und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell III.

Der Interbankenmarkt entsteht bei einem hohen Wert der sicheren Rendite r_0 im rechten oberen Feld. Eine Verringerung von r_0 bedeutet, dass nach und nach die Grenzen überschritten werden. Bereits ab der blauen ersten Grenze entsteht die Lösung des Referenzmodells.

Das folgende Schaubild zeigt den Einfluss von des Risikozuschlags r^+.[168]

[168] Die fehlenden Grenzen für die Entscheidung zwischen c_M und c_L werden in Anhang 9.25 abgebildet.

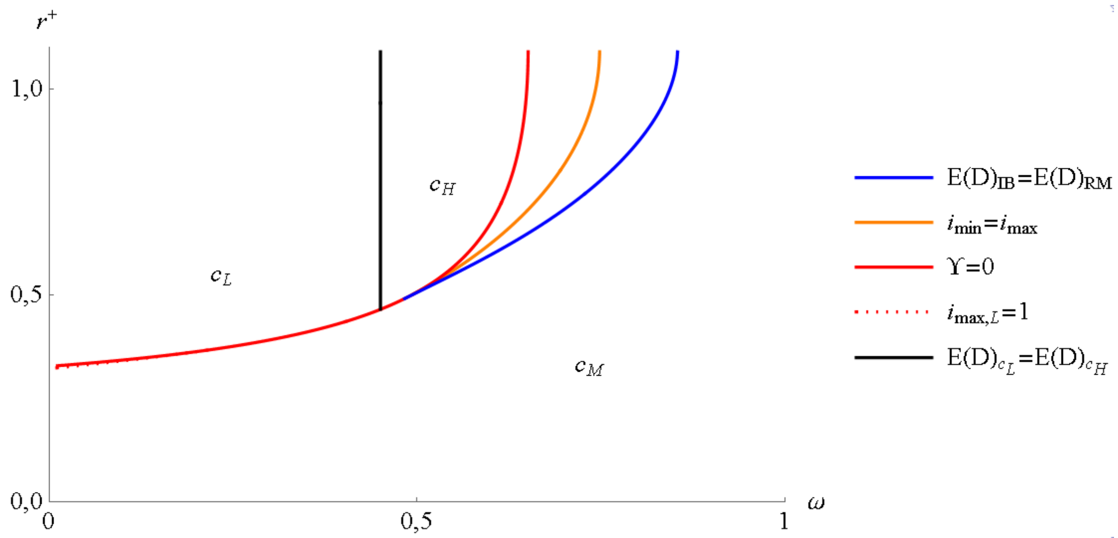


Abbildung 6.16: Einfluss des Risikozuschlags und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell III.

Eine Erhöhung von r^+ ist negativ für die Entstehung des Interbankenmarkts. Auf die Entscheidung des Referenzmodells hat es keinen Einfluss, da im Referenzmodell immer die risikolose Strategie gewählt wird. Die Grenze $i_{max,L} = 1$ links dicht an der Grenze $\Upsilon = 0$ ist neu im Vergleich zu den vorherigen Schaubildern. Es zeigt, dass die Grenze durchaus relevant ist, aber nur einen sehr kleinen Bereich einnimmt. Zudem ist in diesem Schaubild auch zu sehen, dass auch $\Upsilon = 0$ zum Zusammenbruch des Interbankenmarkts führen kann. In diesem Beispiel liegt die rote Grenze nicht hinter der blauen Linie. Die orangene ist aber weiterhin die weniger strenge Grenze. Wenn keine Kreditverträge abgeschlossen werden, dann lohnt sich der Interbankenmarkt auch nicht. Andersherum kann es aber sein, dass in Entscheidungsstufe 2 ein Kassenstand optimal ist, der zum Referenzszenario führt, in Entscheidungsstufe 3 bei diesen Parameterausprägungen aber Kredite abgeschlossen würden.

Der hohe frühe Einlagenabzug δ_H ist in Abbildung 6.17 auf der Ordinate zu sehen.

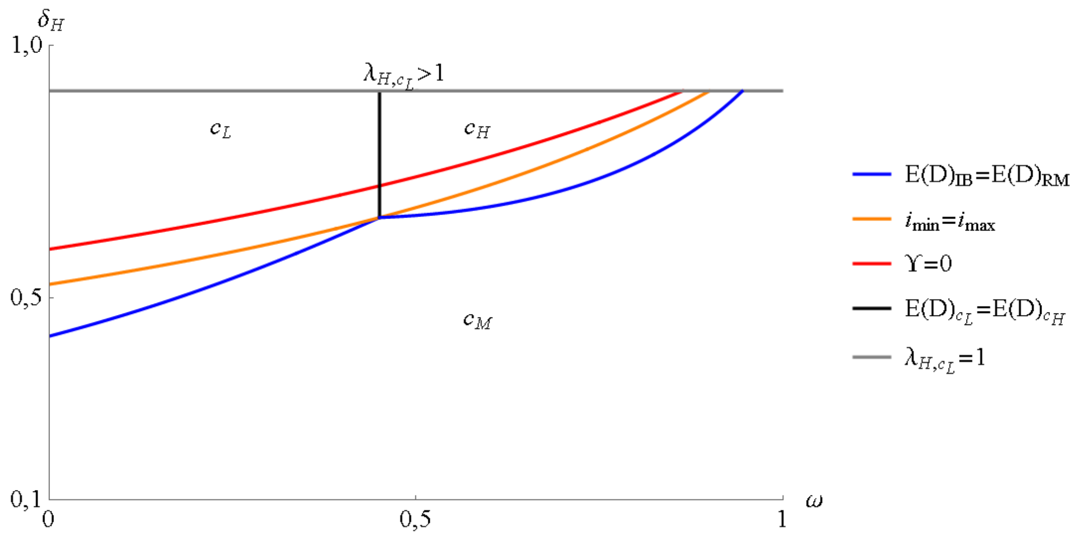


Abbildung 6.17: Einfluss des hohen Anteils des frühen Einlagenabzugs und der Wahrscheinlichkeit dafür in Partialmodell III.

Der Interbankenmarkt entsteht im unteren Feld. Eine Erhöhung von δ_H bedeutet eine Erhöhung der Liquiditätsunsicherheit und eine Erhöhung der Interbankenkreditvolumina. Ab der blauen Grenze entsteht dann die Lösung des Referenzmodells. Auf diese hat δ_H keinen Einfluss.

Im nächsten Schaubild wird der Einfluss vom niedrigen frühen Einlagenabzug δ_L gezeigt.

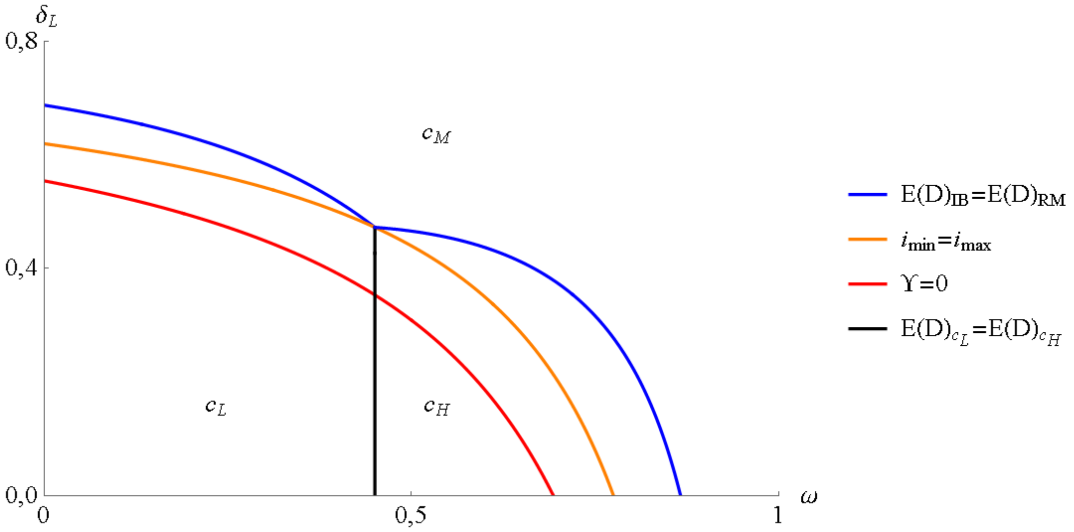


Abbildung 6.18: Einfluss des niedrigen Anteils des frühen Einlagenabzugs und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagen-abzug in Partialmodell III.

Der Interbankenmarkt entsteht im rechten oberen Feld. Eine Erhöhung des niedrigen frühen Einlagenabzugs führt zu einer Verringerung der Liquiditätsunsicherheit und der Interbankenkreditvolumina und damit eher zur Entstehung des Interbankenmarkts. Auf das Gleichgewicht im Referenzmodell hat δ_L keinen Einfluss.

Das letzte Schaubild mit $s = 0{,}85; r_0 = 1{,}05; r^+ = 1{,}03$ und $\delta_H = 0{,}8$ soll zeigen, dass der Einfluss von ω auf die Entscheidung zwischen c_M und c_H tatsächlich nicht eindeutig ist und positiv oder negativ sein kann.

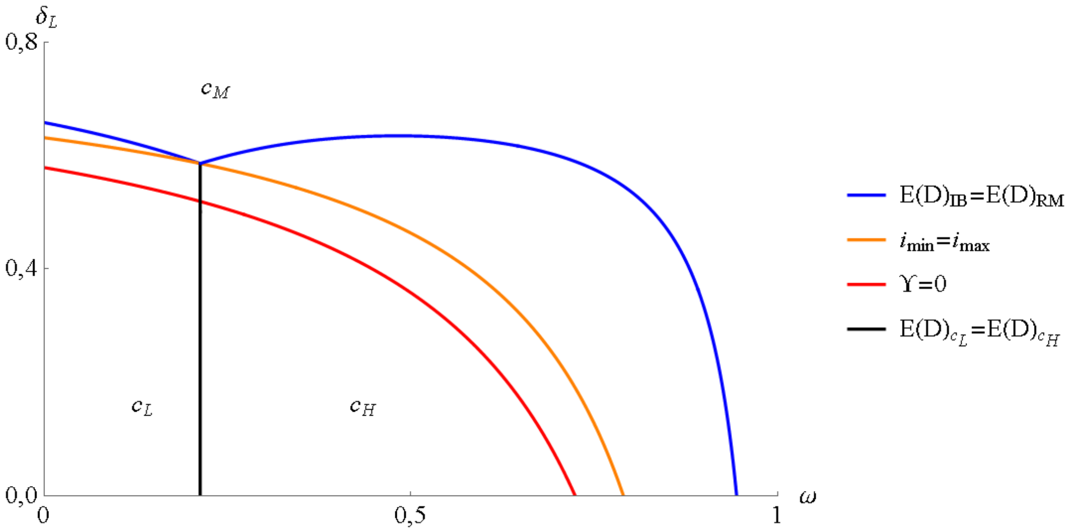


Abbildung 6.19: Nicht eindeutiger Einfluss der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell III.

6.5 Zusammenfassung

In Partialmodell III wird untersucht, wie unvollkommene Informationen über das Verhalten von Banken den Interbankenmarkt beeinflussen. Diese liegen vor, da noch nach Aufnahme eines Interbankenkredits Risiken durch die Banken beeinflusst werden können. Die Gläubiger können weder eine nachträgliche Risikoerhöhung verhindern noch den externen Effekt durch eine nachträgliche Zinsanpassung internalisieren. Problematisch ist, dass die Schuldnerbanken höhere Risiken eingehen als wohlfahrtsoptimal wäre. Die Schuldnerbanken können durch mehr Risiken höhere Renditen erwirtschaften. Die Kosten dafür müssen sie aber nicht alleine tragen, sondern können sie teilweise an die Gläubigerbanken überwälzen. Die Risiken der Aktiva der Schuldnerbanken schlagen sich direkt auf das Ausfallrisiko der Interbankenkredite nieder. Sie können die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern und stehen im Mittelpunkt des dritten Partialmodells.

Um die Wohlfahrt zu erhöhen, müssten die Risiken vermindert oder sogar ganz vermieden werden. Je niedriger die Risiken sind, desto niedriger sind auch die Zinsen und die Moral-Hazard-Kosten, die im Interbankenmarkt entstehen. Eine zentrale Frage ist daher, wie die Risiken eingeschränkt werden können. Niedrige Risiken entstehen bei hohen sicheren Renditen, niedrigen Risikozuschlägen, einem hohen Anteil an Banken mit vielen kurzfristigen Einlegern und einer niedrigen Differenz der kurzfristigen Einlagenabzüge. Die letzten beiden Punkte bedeuten geringe Interbankenkreditvolumina der Schuldnerbanken. Durch das geringe Fremdkapitalvolumen lohnt sich die Risikoüberwälzung weniger. Auch eine aktive Limitierung der Kreditvolumina entweder bei konstanter Kassenhöhe oder durch kollektive Änderung der Kassenhöhe vermindern die Risikoanreize. Dafür wäre jedoch ein politischer Eingriff notwendig.

Dass Interbankenkreditvolumina und dadurch auch Liquiditätsschwankungen einen Einfluss auf die Entstehung des Interbankenmarkts haben, ist neu im Vergleich zu den vorherigen Partialmodellen. Liegt eine hohe Differenz der kurzfristigen Einlagenabzüge unterschiedlicher Banken vor, dann muss viel Liquidität über den Interbankenmarkt ausgeglichen werden. Es wird also ein hohes Volumen an Interbankenkrediten aufgenommen. Dies führt zu hohen Risikoanreizen. Die hohen Risiken können dazu führen, dass kein Interbankenmarkt entsteht.

Im Gegensatz zu den vorherigen Partialmodellen ist die Höhe der Interbankenzinsen für die Höhe der Wohlfahrt und für die weiteren Entscheidungen relevant. Je höher die Zinsen sind, desto höher sind die Risikoanreize und desto niedriger die Wohlfahrt. Daher entsprechen die wohlfahrtsoptimalen Zinsen der Zinsuntergrenze. Das Interbankenmodell von Partialmodell III beinhaltet Gleichgewichte, bei denen in Entscheidungsstufe 3 keine Kreditverträge abgeschlossen werden und im Extremfall dafür zu hohe Risikoanreize vorliegen oder in Entscheidungsstufe 2 eine Kassenhaltung gewählt wird, die die Entstehung des Interbankenmarkts verhindert. In beiden Fällen kann der Interbankenmarkt nicht entstehen. Zwar ist der Zusammenbruch des Interbankenmarkts mit einer Wohlfahrtsminderung verbunden, der negative Wohlfahrtseffekt liegt aber nicht im Zusammenbruch selbst begründet, sondern in den zu hohen Risiken. Mit dem Zusammenbruch wird diesem Effekt sogar entgegengewirkt, sodass die Wohlfahrt wieder etwas steigt.

7 Vergleich, Interpretation und Bewertung

7.1 Zusammenfassung

Die letzte Finanzkrise hat gezeigt, dass es entgegen der vorherigen Meinung wichtig ist, dass Banken nicht nur ihre Bonität, sondern auch ihre Liquidität im Blick behalten. Ansonsten können Anspannungen am Interbankenmarkt zu einer schwerwiegenden Krise der Bank führen. Mein Modell zeigt aber auch, dass nicht zwingend eine Finanzkrise notwendig ist, um die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts zu stören. Auch eine schleichende Reduktion der Bankengewinne, wie sie z. B. im aktuellen Niedrigzinsumfeld beobachtet wird, kann ab einer gewissen Grenze zum plötzlichen Zusammenbruch des Interbankenmarkts führen.

Es sprechen verschiedene Punkte dafür, dass asymmetrische Informationen die Ursache für die verringerte Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts in der letzten Finanzkrise waren. Die Deutsche

Bundesbank z. B. sieht den Grund in der Unsicherheit über die Risiken im Bankensektor. Der Rückgang des Vertrauens zwischen den Marktteilnehmern habe die Interbankenmarktaktivitäten verringert und die Risikoprämien steigen lassen.[169] Nur wenn Kreditnehmerbanken als zweifelsfrei wahrgenommen wurden, haben sie einen Kredit erhalten.[170] Vertrauensbildende Maßnahmen wie mehr Eigenkapital und eine geringere Fristentransformation sowie das Verlangen von mehr Sicherheiten und die Einschränkung von Kreditlinien[171] sprechen für das Vorhandensein von asymmetrischen Informationen im Interbankenmarkt. Auch empirische Untersuchungen bestätigen die Existenz von asymmetrischen Informationen. Hierzu zählen Flannery, Kwan und Nimalendran (2013) sowie Bräunung und Fecht (2017).[172] Die in Abschnitt 2.1 beschriebenen Ereignisse der Finanzkrise passen zu den Ergebnissen meines Modells. Der Absturz der Aktienmärkte bedeutet, dass das Niveau der Renditen r_j sank, die Varianz Δr aber stieg. Die Herabstufungen durch die Ratingagenturen zeigt die hohen Ausfallrisiken p_j während der Finanzkrise. Auch die gestiegenen Interbankenmarktzinsen sind konsistent mit den Ergebnissen meines Modells.

Die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen gehen implizit oder sogar explizit davon aus, dass der Zusammenbruch des Interbankenmarkts zu einem Wohlfahrtsverlust führt. Diese Annahme hinterfrage ich mit meiner Untersuchung. Auch zum Modell von Heider et al. (2015) liegt hierin ein wesentlicher Unterschied. Bei Heider et al. ist eine zentrale Frage, wann das Gleichgewicht entsteht, in dem Banken Barmittel horten. Horten von Barmitteln ist auch in meinem Modell ein mögliches Gleichgewicht. Banken horten Barmittel, wenn sie überschüssige Liquidität nicht verleihen oder sich ex ante für sehr hohe Kassenstände entscheiden. Jedoch konnte ich zeigen, dass das Horten selbst nicht zu einem Wohlfahrtsverlust führen muss.

Für die Untersuchung des Einflusses von asymmetrischen Informationen auf den Interbankenmarkt wurden drei Partialmodelle entwickelt. Das erste beinhaltet vollständige Informationen über die Investitionen der Banken. Es zeigt also die Situation, in der der Öffentlichkeit alle Informationen über die Bankinvestitionen bekannt sind. Zudem besteht keine Möglichkeit von nachträglichen Manipulationen. In diesem Fall entsteht immer das Wohlfahrtsoptimum mit Interbankenmarkt. Im zweiten Modell liegen asymmetrische Informationen über die Investitionseigenschaften vor. Banken haben unterschiedlich riskante Aktiva, die von der Öffentlichkeit nicht genau eingeschätzt werden können. Ein potenzielles Gleichgewicht stellt die Adverse Selektion dar, bei der sich die Banken mit hoher Bonität vom Interbankenmarkt zurückziehen. In der Folge entsteht zwar ein Interbankenmarkt, aber

---

[169] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2011, S. 57.
[170] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2009, S. 97 f.
[171] Vgl. Deutsche Bundesbank, 2014a, S. 49.
[172] Vgl. Abschnitt 2.2.4.

es nehmen nicht alle Banken daran teil. Es liegen dann Anspannungen auf dem Interbankenmarkt vor. Der Rückzug der Banken mit hoher Bonität vom Interbankenmarkt führt zu einem Wohlfahrtsverlust. Nach dem Ausstieg dieser Banken entsteht die zweitbeste Lösung. Wenn sich auch die restlichen Kreditnehmerbanken vom Interbankenmarkt zurückziehen, bricht der Interbankenmarkt zusammen. Dies hat aber keinen zusätzlichen negativen Effekt auf die Wohlfahrt. Im dritten Partialmodell gibt es Risikoanreize aufgrund von unvollkommenen Informationen über das Verhalten der Banken. Risikoanreize entstehen, da Schuldnerbanken die Möglichkeit haben, Risiken an Gläubigerbanken zu überwälzen. Aufgrund des externen Effekts gehen Schuldnerbanken mehr Risiken ein als wohlfahrtsoptimal wäre. Der Zusammenbruch des Interbankenmarkts ist eine potenzielle Reaktion auf diese Moral-Hazard-Problematik, er führt aber selbst nicht zu einem Wohlfahrtsverlust.

Das Modell kann in seiner bestehenden Form auch anders als beschrieben interpretiert werden. Der Einlagenabzug kann z. B. genauso gut für jede andere Form eines Liquiditätsabzugs stehen. Das Modell kann also auch auf Investmentbanken oder offene Fonds angewendet werden, auch wenn diese kein Einlagengeschäft betreiben. Eine Welt mit nur einer einzigen Bank wird durch das Referenzmodell abgebildet. Wenn Gegenparteien für Interbankenkredite fehlen, dann ist die Entstehung des Interbankenmarkts ausgeschlossen.

In allen drei Partialmodellen sind in **Entscheidungsstufe 1** möglichst niedrige kurzfristige Einlagenzinsen optimal. Dadurch kann mehr langfristig investiert werden. Aufgrund des positiven Kapitalwerts der langfristigen Investition führt das hohe Investitionsvolumen insgesamt zu einem höheren Nutzen für die Einleger. Ein hohes Investitionsvolumen bedeutet, dass über die Kreditvergabe mehr Mittel an die Realwirtschaft bereitgestellt werden. Die Randlösung liegt in der Risikoneutralität der Einleger und der linearen Nutzenfunktion begründet.

In **Entscheidungsstufe 2** wählen die Banken die Höhe ihrer Barmittel. Den Rest investieren sie langfristig. Ohne die Probleme der Adversen Selektion oder von Moral Hazard ist die mittlere Kassenhaltung optimal. Sie entspricht dem erwarteten Einlagenabzug aller Konsumenten. Individuelle Liquiditätsschwankungen der Banken können dann über den Interbankenmarkt ausgeglichen werden. Der Ausstieg der Kreditnehmer mit hoher Bonität im zweiten Partialmodell oder die Risikoanreize im dritten Partialmodell können aber auch zu einem Gleichgewicht mit hoher oder niedriger Kassenhaltung führen. Ein Interbankenmarkt entsteht dann nicht. Die niedrige Kassenhaltung entspricht genau dem niedrigen kurzfristigen Einlagenabzug. Da es in dem Fall keine Banken mit Liquiditätsüberschuss gibt, werden keine Kredite auf dem Interbankenmarkt angeboten. Banken mit hohem kurzfristigen Einlagenabzug müssen dadurch einen Anteil der langfristigen Investition verkaufen, um die zusätzlich benötigten Barmittel zu erhalten. Ein solches Gleichgewicht kann z. B. bei hohen Liquidationserlösen entstehen. Die hohe Kassenhaltung ist ein weiteres mögliches Gleichgewicht. Sie entspricht dem hohen kurzfristigen Einlagenabzug. In dem Gleichgewicht gibt es keine Banken mit Liquiditätsdefizit und es werden keine Kredite auf dem Interbankenmarkt nachgefragt. Als Folge haben die Banken mit niedrigem Einlagenabzug Barmittel übrig, die sie dann bis zum Schluss ungenutzt in der Kasse behalten. Eine hohe Kassenhaltung bedeutet, dass Banken Barmittel horten.

Die Entscheidung über die Kassenhaltung kann die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern. Die Verhinderung führt dann aber nicht zur Verminderung der Wohlfahrt, sondern sogar zu einer Erhöhung. Zum Zeitpunkt der Entscheidung wissen die Banken noch nicht, ob bei ihnen ein hoher oder niedriger Einlagenabzug vorliegt und wie hoch das Risiko ihrer Investition ist. Sie treffen die Entscheidung anhand des erwarteten Konsums der gesamten Einleger. Somit entspricht die Entscheidung zu diesem Zeitpunkt grundsätzlich dem Wohlfahrtsoptimum. Im dritten Partialmodell mit Risikoanreizen muss dies aber nicht zwingend gelten, da die Banken aufgrund des Wettbewerbs und fehlender Marktmacht die Interbankenzinssätze und die Ausfallrisiken der vergebenen Interbankenkredite nicht beeinflussen können. Auch mögliche Modellerweiterungen mit weiteren externen Effekten können zu einer anderen Entscheidung führen. Diese werden in Abschnitt 7.3 diskutiert.

In **Entscheidungsstufe 3** beschließen Banken, ob sie dem Interbankenmarkt beitreten oder nicht. Je nach Zinshöhe lohnt sich stattdessen entweder bei einem Liquiditätsdefizit der anteilige Verkauf der langfristigen Investition oder bei einem Liquiditätsüberschuss, diesen in der Kasse zu behalten. Im ersten Partialmodell mit vollständigen Informationen über die Investitionseigenschaften werden immer Interbankenkreditverträge zwischen beiden Parteien abgeschlossen.

Im zweiten Partialmodell mit unvollständigen Informationen über die Eigenschaften der Investitionen können abhängig von den Teilnehmern des Interbankenmarkts drei Gleichgewichte entstehen: Pooling, Adverse Selektion und Zusammenbruch. Diese können als eindeutige oder als multiple Gleichgewichte vorliegen. Pooling ist das Gleichgewicht mit der höchsten Wohlfahrt. Die Ergebnisse des Pooling-Szenarios entsprechen denen aus dem ersten Partialmodell. Wenn die Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität aber dem Interbankenmarkt nicht beitreten, entsteht ein Wohlfahrtsverlust. Sind diese Banken bereits ausgestiegen, dann entsteht die zweitbeste Lösung. Diese ist entweder ein Adverse Selektion-Gleichgewicht oder ein Zusammenbruch. Der Wohlfahrtsverlust entsteht also nicht durch den Zusammenbruch selbst, sondern durch den Ausstieg der Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität.

Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität ziehen die anteilige Liquidation der Kreditaufnahme vor bei hohen Liquidationserlösen, einer niedrigen Rendite der sicheren Investition und/oder einem hohen

Ausfallrisiko der Interbankenkredite. Bei multiplen Gleichgewichten ist das Ausfallrisiko der Interbankenkredite von den Erwartungen der Banken abhängig. Bei guten Erwartungen entspricht es dem durchschnittlichen Ausfallrisiko aller Investitionen, bei schlechten Erwartungen dem Ausfallrisiko der riskanten Investitionen. Hohe Varianzen der Renditen oder Risiken können auch zum Ausstieg der Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität führen.

Im dritten Partialmodell mit unvollkommenen Informationen über das Verhalten von Banken ist ein mögliches Gleichgewicht, dass keine Kreditverträge abgeschlossen werden. Unter Umständen sind die Risikoanreize sogar so hoch, dass die Banken unabhängig von der Zinshöhe nicht zur Kreditvergabe bereit sind. Die Ausfallrisiken der Interbankenkredite sind in dem Fall so hoch, dass die erwartete Verzinsung bei jedem Zinssatz negativ ist. Wenn keine Kreditverträge abgeschlossen werden, bedeutet das, dass sich der Interbankenmarkt unter diesen Bedingungen nicht lohnt und die Wohlfahrt im Referenzmodell höher ist. Banken mit Liquiditätsüberschuss horten dann ihre Barmittel. Sie behalten sie ungenutzt in der Kasse anstatt sie zu verleihen.

Entscheidungsstufe 4 gibt es nur im dritten Partialmodell. Hier können die Banken entscheiden, welche Risiken sie eingehen, um eine höhere Rendite zu erwirtschaften. Ein mögliches Gleichgewicht trotz der Risikoanreize ist die risikolose Strategie. Weil bei risikoloser Strategie kein Moral-Hazard-Problem vorliegt, entsteht die First-Best-Lösung analog zum ersten Partialmodell. Aufgrund der Möglichkeit der Risikoüberwälzung an die Schuldnerbanken können sich für die Gläubigerbanken aber auch positive Risiken lohnen. Je höher die Risiken sind, desto höher ist der resultierende Wohlfahrtsverlust. Hohe Risiken können zudem die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern. Die Risikohöhe wird positiv beeinflusst durch aufgenommene Interbankenkreditvolumina und die Höhe der zusätzlich möglichen Nettorendite durch Risikonahme. Ein negativer Einfluss besteht von der sicheren Rendite.

7.2 Ansatzpunkte für eine Regulierung

In Abschnitt 2.1 wurde beschrieben, dass die Zentralbanken mit umfangreichen **Liquiditätsspritzen** auf die Anspannungen des Interbankenmarkts reagiert haben. Dies kann im akuten Fall durchaus sinnvoll sein, um Notverkäufe sowie Einleger-Runs zu verhindern. So können Bankpleiten vermieden und die Kreditvergabe an die Realwirtschaft am Leben gehalten werden. Notverkäufe und Einleger-Runs stellen eine Folgewirkung von Anspannungen auf dem Interbankenmarkt dar und sind nicht im Fokus meines Modells. Problematisch an Liquiditätsspritzen ist, dass sich Banken gerade dadurch ggf. ex ante für geringe Barmittel entscheiden, falls sie auf eine Liquiditätsspritze im Bedarfsfall spekulieren. Durch das höhere Investitionsvolumen erhalten sie eine höhere Rendite. Übersetzt in das Modell bedeutet es, dass Banken eine Rettung durch eine Liquiditätsspritze in $t = 1$ antizipieren. Sie entscheiden sich daher in t = 0 für eine geringe Kassenhaltung $c = c_L$. Dies verhindert die Entstehung des Interbankenmarkts.

Durch Bereitstellung zusätzlicher Liquidität werden die Probleme der asymmetrischen Informationen nicht umgangen. Risikoanreize können mit Liquiditätsspritzen nicht aufgehoben werden. Liquiditätsspritzen können aber auch bedeuten, dass die Zentralbank als zentrale Gegenpartei für beide Kreditseiten einspringt. Sie vergibt dann Kredite an Banken mit Liquiditätsdefizit, Banken mit Liquiditätsüberschuss können Barmittel bei ihr einlegen. Für Banken mit Liquiditätsüberschuss ist die Kreditvergabe dann risikolos. Die Probleme der asymmetrischen Informationen verlagern sich dadurch zunächst nur. Das Verhalten der Kreditnehmerbanken entspricht grundsätzlich dem Ergebnis des Interbankenmodells. Nur eine Zinshöhe unterhalb der Zinsuntergrenze kann eine Änderung bewirken. Im Fall von Verhaltensunsicherheit reduzieren niedrige Zinsen $i < i_{min}$ die Risikoanreize. Niedrigere Zinsen können außerdem dazu führen, dass auch Banken mit hoher Bonität und Liquiditätsdefizit Kredite aufnehmen. Durch das so entstandene Pooling-Gleichgewicht steigt die Wohlfahrt. Aus $i < i_{min}$ resultieren aber Verluste aus der Kreditvergabe. Die Zentralbank kann diese Kosten entweder selbst tragen oder auf die Banken umlegen. Bei einer gleichmäßigen Umlage ginge dies zu Lasten der Banken mit hoher Bonität.

Liquiditätsspritzen können auch dann wohlfahrtssteigernd wirken, wenn multiple Gleichgewichte und schlechte Erwartungen vorliegen. In diesem Fall stellen sie vertrauensbildende Maßnahmen dar und können das Pooling-Gleichgewicht bewirken. Bei einer Erweiterung des Modells um zusätzliche exogene Liquiditätsschocks auf Systemebene könnten Liquiditätsspritzen in Höhe dieses Schocks helfen, um damit Liquidationen zu vermeiden.

Da der Interbankenmarkt eng mit der Liquidität von Banken verbunden ist und die Kassenentscheidung der Banken die Liquidität am Interbankenmarkt beeinflusst, sind Vorgaben in Form von **Mindestbarreserven oder Liquiditätsquoten** zu überlegen. Banken müssten dann mehr Barmittel vorhalten, z. B. $c > c_L$. Im ersten und zweiten Partialmodell führt eine Manipulation der Kassenbestände stets zu einem Wohlfahrtsverlust. Im dritten Partialmodell mit Risikoanreizen kann sich aber ein Eingriff in die Barmittelvolumina positiv auswirken.[173] Im fünften Fall[174] der numerischen Auswertung z. B. führt die Vorgabe von Barmittel $c > c_L$ dazu, dass Interbankenkredite abgeschlossen werden und sich die Wohlfahrt erhöht. Neben Mindestquoten wären auch Obergrenzen $c < c_H$ zu diskutieren, da auch hohe Barmittelvolumen ein mögliches Gleichgewicht darstellen.[175] Je nach Konstellation

[173] Vgl. Proposition 6.20.
[174] Abbildungen 6.10 und 6.11.
[175] Vgl. Bsp. 6 in Abschnitt 6.4.1.

wirkt sich die Vorgabe der Barmittel sehr unterschiedlich aus. Im vierten Fall[176] der numerischen Auswertung gibt es z. B. einen sehr großen Bereich, bei dem zu hohe Risikoanreize vorliegen. Eine zu hohe Liquiditätsquote verhindert hier die Entstehung des Interbankenmarkts und wirkt sich negativ auf die Wohlfahrt aus. Eine große Herausforderung besteht in der Ermittlung der richtigen Höhe an Barmittelvorgaben, da sich keine allgemeingültige Aussage ableiten lässt. Eine falsche Höhe führt nicht nur ins Leere, sondern kann sogar zu einer Verringerung der Wohlfahrt führen. Auf Grundlage des Modells kann nicht pauschal zu Liquiditätsquoten geraten werden.

Da asymmetrische Informationen zu einer Wohlfahrtsminderung führen, ist eine Erhöhung der **Transparenz** zielführend. So kann auch das Misstrauen zwischen den Banken vermindert werden. Eine Veröffentlichung der privaten Informationen über die Investitionseigenschaften, insbesondere des jeweiligen Ausfallrisikos p_j, führt zum Gleichgewicht von Partialmodell I. Bei den beiden Investitionstypen aus dem zweiten Partialmodell würden dann zwei unterschiedliche Zinssätze i_X und i_Y entstehen. Die Veröffentlichung von Informationen war bereits vor der Finanzkrise durch die Säule 3 von Basel II ein wichtiger Bestandteil der Bankenregulierung. Aufgrund der Kritik, dass die Informationen nicht detailliert genug waren, wurden sie nach der Finanzkrise weiter ausgebaut.[177] Laut CRR muss ein umfassendes Bild des Risikoprofils jährlich veröffentlicht werden.[178] Mit Inkrafttreten der CRR II steigt grundsätzlich der Umfang der zu veröffentlichen Informationen noch weiter an. Für kleine und nicht komplexe Institute wurde er aber reduziert, da er für sie als unverhältnismäßig empfunden wurde.[179] Ob durch die Offenlegungspflichten tatsächlich alle versteckten Risiken aufgedeckt und Risikoanreize vermindert werden, sei infrage gestellt. Möglicherweise sollten Rahmenbedingungen hergestellt werden, sodass im Bedarfsfall ad hoc die Transparenz standardisiert hergestellt werden kann. Für die First-Best-Lösung im dritten Partialmodell wäre zudem nicht nur die Veröffentlichung der Risiken notwendig, sondern auch die Verhinderung einer nachträglichen Risikoanpassung p_H. Dies müsste auch vertraglich durchgesetzt werden können. Die nachträgliche Risikoanpassung ist vor allem bei langfristigen Interbankenkrediten relevant. Es verwundert nicht, dass sich der Interbankenmarkt in der Finanzkrise eher zu kurzfristigen und besicherten Krediten verlagert hat.[180]

Eine Erhöhung der Transparenz kann auch durch die Veröffentlichung der Kassenbestände c erreicht werden. Der Interbankenzinssatz kann im dritten Partialmodell dadurch auf die individuelle Kassenhöhe der Bank abgestimmt werden. Eine Beeinflussung ihres eigenen Interbankenzinssatzes ist somit

---

[176] Abbildungen 6.8 und 6.9.
[177] Vgl. Luz et al., 2015, S. 241 f.
[178] Vgl. Art. 431 Abs. 3 CRR.
[179] Vgl. Luz et al., 2020, S. 309 f.
[180] Vgl. Abschnitt 2.1.

für Kreditnehmerbanken möglich.[181] Dies kann zu einer Kassenhöhe $c \neq c_M$ führen, was die Risiken und damit auch die Interbankenzinsen vermindert.[182] Aufgrund der grundsätzlich noch vorhandenen Risikoanreize entsteht zwar weiterhin nicht zwingend das First-Best-Gleichgewicht, die Wohlfahrt kann dadurch aber erhöht werden.[183] Auf das Gleichgewicht vom zweiten Partialmodell hat die Veröffentlichung der Kassenhöhe dagegen keinen Einfluss.

Eine zentrale Rolle im dritten Partialmodell spielt die Höhe der Ausfallrisiken p_H^*. Sie wird unter anderem negativ beeinflusst durch die Höhe der sicheren Rendite und positiv durch die zusätzliche Nettorendite, die durch Erhöhung der Risiken generiert werden kann. Dies bedeutet z. B., dass eine weitere geldpolitische Zinsreduktion zu Erhöhung von Risikoanreizen aufgrund von gesunkenen sicheren Renditen r_0 führt. Auf der Grundlage des Modells ist daher von noch tieferen negativen Zinsen abzuraten. Die Politik könnte außerdem Rahmenbedingungen schaffen, die Risiken weniger lohnend machen. Dies wäre mit einer Reduktion von r^+ gleichzusetzen. Die **Verminderung von Risikoanreizen** ist eines der zentralen Ziele der Bankenregulierung. Hierzu zählen z. B. die Risikogewichte bei den Eigenmittelquoten. Problematisch ist, dass derzeit im Finanzumfeld positive Renditen ohne Risiken kaum noch möglich sind.

Eine wichtige Rolle bei der Frage nach Begrenzung von Risikoanreizen spielen die Interbankenkreditvolumina der Schuldnerbanken $\mathscr{b}$. Möglich wäre, dass die Politik die Aufnahme von Interbankenkrediten limitiert. Wenn man das Modell jedoch in die Realität überträgt, müssen dafür neben Interbankenkrediten auch andere Formen von Fremdkapital eingeschränkt werden, auf die Risiken überwälzt werden können. Im Umkehrschluss bedeutet die Reduktion von Fremdkapital eine Anhebung des **Eigenkapitals**. Mindestkapitalquoten reduzieren Moral-Hazard-Effekte. Risikoanreize und die Risikohöhe p_H^* würden dadurch sinken. Mehr Eigenkapital hätte auch bei unvollständigen Informationen über Investitionseigenschaften eine positive Wirkung. Mit dem Eigenkapital können Verluste aufgefangen werden. Die Verlustquote der Interbankenkredite würde sinken. Eine mögliche Übertragung in das zweite Partialmodell ist, dass sich durch die geringeren Verluste sowohl die Differenz zwischen beiden Ausfallrisiken Δp als auch die Ausfallrisiken p_j selbst verringern. Als Folge entsteht eher das Pooling-Gleichgewicht ohne Wohlfahrtsverlust. Auch im zweiten Partialmodell ist demnach Eigenkapital positiv zu bewerten. Eigenkapitalquoten sind ein wichtiges Instrument der Bankenregulierung. Eine Erhöhung des Eigenkapitals ist für Banken aber nicht unbedingt einfach umsetzbar. Es

---

[181] Im Gegensatz zu Lemma 6.11 gilt dann nur für Kreditgeberbanken $i = \bar{\iota}_{min}$, nicht aber für Kreditnehmerbanken.
[182] Vgl. dazu auch Proposition 6.20.
[183] Da $i^* = i_{min}$ ist (vgl. Proposition 6.11), gilt für Kreditgeberbanken $(1 - \bar{p}_H)\bar{\iota}_{min} = 1$. Den vollständigen Vorteil der Interbankenkredite erhalten die Kreditnehmerbanken. Die Wohlfahrtssteigerung und das Gleichgewicht sind z. B. in der gestrichelten Linie im zweiten Fall von Abschnitt 6.4.2 zu sehen.

wird oft als teuer bezeichnet. Da Gewinnrücklagen eine wichtige und für manche Banken sogar nahezu die einzige[184] Quelle für Eigenkapital darstellen, sind niedrige geldpolitische Zinsen und der konjunkturelle Abschwung in Folge der Coronakrise ein Hindernis bei der Erhöhung des Eigenkapitals. Um dennoch ausreichend Eigenkapital zu ermöglichen, sollten die Rahmenbedingungen zur Erhöhung des Eigenkapitals überprüft werden.

Den Partialmodellen ist gemeinsam, dass es bei einer Variation der Parameter immer zu einem **plötzlichen Umschwung** zwischen den Gleichgewichten kommt. Z. B. ist es möglich, dass der Interbankenmarkt funktionsfähig ist, aber durch eine minimale Verringerung der Rendite zusammenbricht. Dieser plötzliche Umschwung entsteht, obwohl im dritten Partialmodell eine stetige Modellierung des Zusammenhangs zwischen Rendite und Risiko vorgenommen wurde. Daher ist es für die Aufsicht sowie die Banken wichtig, die Umwelt zu beobachten und einen nahenden Zusammenbruch des Interbankenmarkts rechtzeitig zu erkennen. Banken erhalten so mehr Zeit für das Liquiditätsmanagement und können dadurch Kosten sparen. Sie können z. B. die Abhängigkeit vom Interbankenmarkt verringern und frühzeitig Notfallpläne bereitstellen. Aus den Ergebnissen des Modells können dafür **Frühwarnindikatoren** abgeleitet werden. Z. B. können eine Verringerung der Renditen, eine Erhöhung der Ausfallrisiken, eine Erhöhung der Liquiditätsschwankungen oder der Varianz der Renditen oder Risiken ein Anzeichen sein, dass der Interbankenmarkt bald zusammenbricht.

7.3 Mögliche Modellerweiterungen

Bei einigen Annahmen des Modells kann diskutiert werden, ob eine noch realistischere Ausgestaltung sinnvoll wäre. Hierzu zählt z. B. die Verlustquote von 100%. In der Realität fallen Kredite oft nicht zu 100% aus, da z. B. noch Sicherheiten verwertet werden können. Die Effekte würden sich durch eine niedrigere Verlustquote aber nur abschwächen, nicht jedoch in eine andere Richtung weisen. Somit ist der Mehrwert dieser möglichen Erweiterung begrenzt. Ein weiterer möglicher Diskussionspunkt ist der Zeitpunkt der Entscheidung über die Risikohöhe. Realistischer ist, dass Banken ihre Risikohöhe bereits in t = 0 beeinflussen können. Dies könnte aber nur einen Einfluss auf das Gleichgewicht haben, wenn als Folge die Investition bereits in t = 1 ausfallen könnte. Für die Beantwortung meiner Forschungsfrage würde eine solche Modellierung keine zusätzlichen Erkenntnisse bieten.

Eine möglicherweise sinnvolle Erweiterung des Modells ist die Zulassung von negativen Zinsen und damit die Aufhebung der Annahmen $i \geq 1, r_j > 1$ und $d_1 \geq 1$. Eine Erweiterung auf Negativzinsen würde aber auch bedeuten, dass Bargeld nicht kostenlos in die Kasse gelegt werden kann. Vielmehr

[184] Bspw. bestehen für nicht kapitalmarktorientierte Sparkassen die Generierung von Eigenkapital nur durch Gewinnrücklagen, stille Gesellschafter, Genussrechte und nachrangige Verbindlichkeiten.

müssten die Barmittel ebenfalls eine negative Rendite aufweisen. Meiner Vermutung nach würde aber auch hier sich am Ergebnis des Modells nichts ändern, es würden sich lediglich die Definitionsgrenzen verschieben.

Vielleicht wäre auch eine andere Zinshöhe der Interbankenkredite i realistischer als die wohlfahrtsoptimale. Z. B. könnte man die Zinsen so wählen, dass beide Vertragsseiten von den Interbankenkrediten profitieren. Die genaue Zinshöhe hat auf die Ergebnisse der ersten beiden Partialmodelle keinen Einfluss. Im dritten Partialmodell entsprechen die wohlfahrtsoptimalen Zinsen der Zinsuntergrenze. Wenn ein Interbankenmarkt bei dieser Zinshöhe nicht entsteht, dann auch bei keiner anderen. Höhere Interbankenzinsen führen dazu, dass die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts bereits früher beeinträchtigt ist.

Eine beeinträchtigte Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts kann weitere Wohlfahrtseffekte nach sich ziehen, die nicht explizit in meinem Modell untersucht werden. Die Spekulation auf Notverkäufe anderer Banken ist z. B. eine eher kurzfristige Reaktion auf Anspannungen des Interbankenmarkts. Notverkäufe bedeuten zunächst nur Umverteilungseffekte zwischen den Marktteilnehmern. Mittelbar können daraus aber auch negative Wohlfahrtseffekte entstehen, z. B. wenn gewinnbringende Investitionen aufgelöst werden. Zudem können Banken in Liquiditätsnot durch Notverkäufe in Bedrängnis kommen, mit zusätzlichen Risikoanreizen als Folge. Ein Zusammenbruch des Interbankenmarkts kann weiterhin die Insolvenz von Banken bedeuten. Dadurch können Einleger-Runs ausgelöst werden. Wenn diese nicht z. B. durch das Schließen der Schalter, durch eine Einlagensicherung oder durch staatliche Garantien verhindert werden, entstehen dadurch als Folgewirkung negative Wohlfahrtseffekte.[185] Weitere Folgen von Bankpleiten sind z. B. der Verlust von Arbeitsplätzen und ein verringerter Wettbewerb aufgrund der geringeren Anzahl an Banken. Anspannungen auf dem Interbankenmarkt können außerdem ganz allgemein auch Informations- und Transaktionskosten verursachen. Diese Punkte könnten in einer Erweiterung des Modells z. B. in Form von zusätzlichen Kosten aufgenommen werden. Abweichende Ergebnisse und neue Erkenntnisse sind möglich, wenn diese Kosten aufgrund von externen Effekten von den Banken nicht selbst getragen werden.

Es könnte am Modell kritisiert werden, dass Banken im Sinne der Einleger handeln. Eine mögliche Erweiterung wäre, positive Bankgewinne zuzulassen. Dafür spricht, dass Einlagenverträge bereits zu Beginn abgeschlossen werden. Die Entscheidungen über Investitionen, Interbankenkredite und Risiko folgen erst anschließend. Die Banken könnten sich also nach Abschluss der Einlagenverträge so verhalten, dass sie selbst positive Gewinne erzielen. Jedoch können die Parteien das nachfolgende

[185] Vgl. z. B. Diamond/Dybvig, 1983.

Verhalten zum Zeitpunkt der Einlagenverträge antizipieren. Aufgrund des Wettbewerbs zwischen den Banken ist eine solche Ausgestaltung der Einlagenverträge plausibel, bei der die Einleger alles abschöpfen und Bankgewinne gegen null streben.

Einen *grundsätzlich* anderen Effekt auf die Entscheidungen der Banken hätten positive Bankgewinne nicht. Der Hauptunterschied läge darin, dass dann die Banken Risiken nicht nur an Gläubigerbanken, sondern auch an Einleger überwälzen. Die Banken würden im dritten Partialmodell noch höhere Risiken eingehen. Aufgrund des externen Effekts auf die Einleger kann sich außerdem der Rückzug vom Interbankenmarkt in allen Partialmodellen früher lohnen. Ein Wohlfahrtsverlust könnte dann durch den Zusammenbruch selbst entstehen. Die verschiedenen Effekte könnte man in der Analyse nur schwer voneinander trennen. Die Einführung von positiven Bankgewinnen würden zu Verschiebungen der Gleichgewichte führen. Die grundsätzlichen Erkenntnisse würden aber m. E. bestehen bleiben. Auch bei positiven Bankgewinnen sollten die Risikoanreize und der Rückzug der Banken mit hoher Bonität Ansatzpunkte für politische Eingriffe sein, die Erzwingung des Interbankenmarkts ist dagegen nicht unbedingt sinnvoll.

Eine potenzielle Erweiterung des Modells wären risikoaverse Einleger mit einer konkaven Nutzenfunktion wie bspw. bei Diamond und Dybvig (1983). Im Ergebnis würde sich die Höhe der Einlagenzinsen etwas verschieben, sodass die kurzfristigen Einleger etwas mehr und die langfristigen etwas weniger erhalten würden. Dies hätte keinen Einfluss auf die zentrale Entscheidungsgröße im zweiten Partialmodell. Ob die Banken mit hoher Bonität am Interbankenmarkt teilnehmen oder nicht, ist unabhängig von der Höhe der Einlagenzinsen. Auf die Risikohöhe im dritten Partialmodell liegt ein positiver Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen vor. Durch höhere Einlagenzinsen würden sich die Ausfallrisiken der Interbankenkredite erhöhen und damit die Wohlfahrt wiederum sinken. Ggf. würde dann kein Interbankenmarkt entstehen. Die gesunkene Wohlfahrt hätte einen Rückkopplungseffekt auf die optimale Höhe der kurzfristigen Einlagenzinsen. Im Ergebnis wären sie dann etwas niedriger als ohne den Rückkopplungseffekt. Am Gesamtergebnis des Modells würde sich aber durch risikoaverse Konsumenten nichts ändern.

In meinem Modell treffen Einleger selbst keine Entscheidungen. Eine Erweiterung des Modells um Einleger-Runs wäre möglich. Bei einem Einleger-Run ziehen Einleger ihre Mittel bereits in $t = 1$ ab aus Angst, in $t = 2$ leer auszugehen. Gleichzeitige Einleger-Runs auf alle Banken würden den Interbankenmarkt verhindern. Es würden dann alle Banken mehr Liquidität als geplant benötigen, somit gäbe es kein Angebot an Interbankenkrediten. Bei einem Einleger-Run auf einzelne Banken müssten die betroffenen Banken zusätzliche Kredite auf dem Interbankenmarkt aufnehmen und könnten keine Barmittel an andere Banken verleihen. Wenn der Run nicht antizipiert wurde, gibt es als Folge zu wenig Liquidität auf dem Interbankenmarkt. Banken müssen dann Investitionen liquidieren, um die Einleger auszuzahlen. Die resultierenden Verluste könnten die Effekte der Adversen Selektion oder von Moral Hazard zusätzlich verstärken.

Mit einer Einlagensicherung können Einleger-Runs verhindert werden.[186] Bei einer Einlagensicherung, die innerhalb des Systems finanziert wird, ändert sich die Ergebnisse des Modells nicht. Wenn die Banken die Einlagensicherung mit Gebühren finanzieren, reduziert sich die Auszahlung an die langfristigen Einleger. Auf der anderen Seite ist diese jetzt sicher und nicht mehr durch Ausfälle bedroht. Aufgrund des Gesetzes der großen Zahlen, von unendlich vielen Banken und dem Nicht-Vorhandensein eines aggregierten Schocks auf Systemebene würden die Einleger als Auszahlung genau den Erwartungswert der Rückzahlung $E(D)$ erhalten. Eine extern finanzierte Einlagensicherung hätte zur Folge, dass die Konsumgleichungen nicht mit der Erfolgswahrscheinlichkeit gewichtet werden. Im Erfolgsfall erhalten dann die Einleger alles, im Misserfolgsfall springt die Einlagensicherung ein. Interbankenkredite werden durch die Einlagensicherung nicht abgesichert. Eine extern finanzierte Einlagensicherung würde im Partialmodell mit Moral Hazard unplausible Gleichgewichte verursachen. Da Risiken bzw. die Kosten dafür nicht selbst getragen werden müssen, würden sich für alle Banken extrem hohe Risiken lohnen. Ein Interbankenmarkt würde dadurch nie zustande kommen. Auf die Teilnahme der Kreditnehmerbanken am Interbankenmarkt würde sich im zweiten Partialmodell nichts ändern. Die zentralen Ergebnisse aus dem zweiten Partialmodell würden demnach bestehen bleiben.

Dass alle Kreditnehmerbanken mit allen Kreditgeberbanken Kreditverträge abschließen und sich somit vollständig diversifizieren, ist in der Praxis aufgrund von Transaktionskosten nicht unbedingt gegeben. Eine mögliche Erweiterung des Modells ist, diese Annahme aufzuheben. Z. B. könnte jede Bank mit einer einzigen oder einer geringen Anzahl an Banken eine Interbankbeziehung eingehen. Beim Ausfall einer Bank hätte dieses je nach Höhe des Interbankenkredits einen erheblichen Einfluss auf die Gläubigerbank(en). Durch diese Erweiterung könnten Ansteckungseffekte zwischen den Banken untersucht werden.

[186] Es gibt aber auch Literatur die zeigt, dass eine Einlagensicherung nicht zwingend vor einem Run schützt, z. B. Iyer/Puri, 2012; Martinez Peria/Schmukler, 2001; Cook/Spellman, 1994.

8 Schluss

In vier Entscheidungsstufen untersuche ich die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts bei Vorliegen von asymmetrischen Informationen und die Auswirkungen auf die Wohlfahrt. In der ersten Entscheidungsstufe werden die kurzfristigen Einlagenzinsen festgelegt. Im Ergebnis ist der Nutzen der Einleger am höchsten bei möglichst niedrigen kurzfristigen Einlagenzinsen. So kann mehr langfristig investiert werden. Die zweite und die dritte Entscheidungsstufe können die Entstehung des Interbankenmarkts verhindern. In der zweiten Entscheidungsstufe wählen die Banken ihr Barmittelvolumen. Die Entscheidung beeinflusst die Liquidität am Gesamtmarkt. In der dritten Stufe entscheiden Banken, ob sie bei gegebenen Zinsen dem Interbankenmarkt beitreten oder nicht. Auch die vierte Entscheidungsstufe hat einen mittelbaren Einfluss auf die Entstehung des Interbankenmarkts. Je höhere Risiken die Banken wählen, desto eher bricht der Interbankenmarkt zusammen.

Über den Interbankenmarkt werden Barmittel umverteilt und individuelle Liquiditätsschwankungen ausgeglichen. Dadurch reicht es, wenn Banken Barmittel in Höhe des erwarteten Einlagenabzugs sicherstellen. Den Rest können sie gewinnbringend anlegen. Durch die Umverteilung der Liquidität müssen keine Investitionen unterbrochen werden und bleiben keine Barmittel ungenutzt in der Kasse. Asymmetrische Informationen können aber die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts beeinträchtigen und zu Wohlfahrtsverlusten führen. Negative Wohlfahrtseffekte liegen vor, wenn bei Eigenschaftenunsicherheit die Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität aus dem Interbankenmarkt aussteigen oder bei Verhaltensunsicherheit hohe Risiken eingegangen werden. Der Zusammenbruch stellt eine potenzielle Gegenreaktion zu diesen Wohlfahrtseffekten dar. Entgegen den Erwartungen führt der Zusammenbruch selbst nicht zu einer Wohlfahrtsminderung.

Das Problem der Adversen Selektion entsteht vor allem bei niedrigen Renditen sowie einer hohen Varianz der Investitionsrisiken und der Renditen. Auch hohe Liquidationserlöse können zum Ausstieg der Kreditnehmerbanken mit hoher Bonität führen. In diesem Fall entstehen den Banken durch den vorzeitigen Verkauf der Investition aber kaum Verluste. Die negativen Wohlfahrtseffekte wären dann nur gering. Das Moral Hazard-Problem entsteht ebenfalls bei niedrigen Renditen, aber auch bei großen Liquiditätsschwankungen, viel Fremdkapital und hohen Gewinnpotenzialen durch mehr Risiko. Die Liquiditätsschwankungen haben außerdem in beiden Fällen einen wesentlichen positiven Einfluss auf die Höhe der Wohlfahrtsverluste.

Für Banken ist die wichtigste Erkenntnis, dass sie nicht blind auf die Funktionsfähigkeit des Interbankenmarkts vertrauen dürfen und dass schon kleine Änderungen der Rahmenbedingungen große Auswirkungen auf den Interbankenmarkt haben können. Aus dem Modell können Frühwarnindikatoren abgeleitet werden. So können die Banken frühzeitig reagieren und weitere negative Effekte vermeiden. Kreditgeberbanken können zudem durch kurzfristige und besicherte Interbankenkredite die Risiken der Kreditvergabe reduzieren.

Für die Politik bestehen unterschiedliche mögliche Ansatzpunkte, um auf asymmetrische Informationen zu reagieren und die Probleme des Interbankenmarkts an der Wurzel zu packen. Es können Rahmenbedingungen geschaffen werden, unter denen sich Risiken weniger lohnen. Neben harten Eigenkapitalvorgaben können auch Anreize für mehr Eigenkapital helfen. Weitere geldpolitische Zinsreduktionen könnten einen Zusammenbruch des Interbankenmarkts begünstigen und sollten vermieden werden. Gegen das Problem von asymmetrischen Informationen hilft eine höhere Transparenz. Eine umfangreiche und tagesaktuelle Transparenz wäre aber mit hohen Kosten verbunden. Es ist eine Lösung anzustreben, die Kosten und Nutzen abwägt. Die Transparenz sollte nicht nur jährlich, sondern auch bei Bedarf hergestellt werden können. Der Effekt von Mindestliquiditätsquoten ist nicht eindeutig und kann auf der Grundlage des Modells nicht pauschal empfohlen werden. Liquiditätsspritzen können kurzfristig unvorhergesehene Liquiditätsschocks abfedern oder gegen Eigenschaftenunsicherheiten helfen. Wenn Banken mit hoher Bonität so im Markt gehalten werden, steigt die Wohlfahrt. Den Interbankenmarkt künstlich am Leben zu erhalten ist nicht ratsam. Ein Nicht-Entstehen des Interbankenmarkts ist zwar immer mit einem Wohlfahrtsverlust verbunden, dieser resultiert aber nicht aus dem Zusammenbruch des Interbankenmarkt selbst. Sofern man potenzielle Folgewirkungen außer Acht lässt, hat die pauschale Erzwingung des Interbankenmarkts sogar einen eindeutig negativen Effekt auf die Wohlfahrt.

9 Anhang

9.1 Herleitung zu Lemma 4.2

Um zu zeigen, dass weder $0 \leq c < \delta_L d_1$ noch $\delta_H d_1 < c \leq 1$ optimal sind, wird die Konsumfunktion in drei Abschnitte eingeteilt und anschließend die Liquidations- und Kassenrestwertquote eingesetzt.

- Bei Abschnitt I ($0 \leq c \leq \delta_L d_1$) reichen die Barmittel maximal für den niedrigen Einlagenabzug. Daraus folgt $\lambda_H > 0, \lambda_L \geq 0, \kappa_H = 0, \kappa_L = 0$.
- Bei Abschnitt II ($\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$) reichen sie immer für den niedrigen und maximal für den hohen Einlagenabzug. Daraus folgt $\lambda_H \geq 0, \lambda_L = 0, \kappa_H = 0, \kappa_L \geq 0$.
- Bei Abschnitt III ($\delta_H d_1 \leq c < 1$) reichen sie auf jeden Fall auch für den hohen Einlagenabzug. Daraus folgt $\lambda_H = 0, \lambda_L = 0, \kappa_H \geq 0, \kappa_L > 0$.

Die Funktion $E(D)_{RM}$ ist stetig, aber an den Punkten $c = \delta_L d_1$ und $c = \delta_H d_1$ nicht differenzierbar.

$$E(D)_{RM-I} = \delta d_1 + \omega(1-p)\left((1-c)\left(1 - \frac{\delta_H d_1 - c}{(1-c)s}\right)r\right)$$
$$+ (1-\omega)(1-p)\left((1-c)\left(1 - \frac{\delta_L d_1 - c}{(1-c)s}\right)r\right),$$

$$E(D)_{RM-I} = \delta d_1 + (1-p)\left((1-c)r - (\delta d_1 - c)\frac{r}{s}\right),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-I}}{dc} = (1-p)\frac{1-s}{s}r > 0.$$

➔ Eine Erhöhung der Kasse lohnt sich in Abschnitt I ($0 \leq c \leq \delta_L d_1$) immer. Die Randlösung $c = \delta_L d_1$ ist innerhalb des Abschnitts optimal.

$$E(D)_{RM-II} = \delta d_1 + \omega(1-p)(1-c)\left(1 - \frac{\delta_H d_1 - c}{(1-c)s}\right)r$$
$$+ (1-\omega)\left((1-p)(1-c)r + c\ \frac{c - \delta_L d_1}{c}\right),$$

$$E(D)_{RM-II} = \delta d_1 + \omega(1-p)\left((1-c)r - (\delta_H d_1 - c)\frac{r}{s}\right)$$
$$+ (1-\omega)\big((1-p)(1-c)r + (c - \delta_L d_1)\big),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-II}}{dc} = \omega(1-p)\frac{1-s}{s}\ r - (1-\omega)\big((1-p)r - 1\big).$$

➔ Es ist noch keine genaue Aussage für Abschnitt II ($\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$) möglich, weitere Untersuchungen folgen.

$$E(D)_{RM-III} = \delta d_1 + \omega\left((1-p)(1-c)r + c\ \frac{c-\delta_H d_1}{c}\right)$$

$$+ (1-\omega)\left((1-p)(1-c)r + c\frac{c-\delta_L d_1}{c}\right),$$

$$E(D)_{RM-III} = \delta d_1 + (1-p)(1-c)r + (c-\delta d_1),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-III}}{dc} = -\big((1-p)r-1\big) < 0.$$ [187]

➔ Eine Verringerung der Kasse in Abschnitt III ($\delta_H d_1 \leq c < 1$) lohnt sich immer. Die Randlösung $c = \delta_H d_1$ ist innerhalb des Abschnitts optimal.

Insgesamt liegt die optimale Kassenhöhe im Bereich $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$.

9.2 Beweis für Proposition 4.4

Für die Teilnahme der Banken mit Liquiditätsdefizit (Banktyp H) am Interbankenmarkt muss ihr erwarteter Konsum mindestens dem Referenzszenario entsprechen,

$$E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}.$$

Die beiden Konsumfunktionen lauten.

$$E(D_H)_{RM} = \delta_H d_1 + (1-p)(1-c)\big(1-\lambda_{H,RM}\big)r,$$

$$E(D_H)_{IB} = \delta_H d_1 + (1-p)\big((1-c)(1-\lambda_H)r - \mathscr{b}i\big).$$

Aus der Budgetrestriktion folgt:

$$\lambda_H = \frac{\delta_H d_1 - c - \mathscr{b}}{(1-c)s}$$

Da im Referenzmodell $\mathscr{b} = 0$ ist, bedeutet das

$$\lambda_{H,RM} = \lambda_{H,IB} + \frac{\mathscr{b}}{(1-c)s}.$$ [188]

In die Konsumgleichung eingesetzt entsteht

$$E(D_H)_{RM} = \delta_H d_1 + (1-p)(1-c)\left(1-\lambda_{H,IB} - \frac{\mathscr{b}}{(1-c)s}\right)r,$$

Aus $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$ folgt dann

$$i \leq \frac{r}{s}.$$

---

[187] Die Ableitung ist negativ aufgrund der Nebenbedingung, dass ein positiver Kapitalwert vorliegen muss.

[188] $\mathscr{b}$ ist das Interbankenkreditvolumen im Interbankenmodell.

Dies bedeutet

$$i_{max} = \frac{r}{s}.$$

9.3 Beweis für Lemma 4.6

Bei Markträumung entsprechen sich Nachfrage und Angebot der Interbankenkredite. Dies bedeutet, dass weder ein Anteil von Barmitteln in der Kasse bleibt, noch ein Anteil liquidiert werden muss, $\lambda_H = 0$ und $\kappa_L = 0$. Daraus folgen die umgeformten Budgetrestriktionen

$$\mathscr{b} = \delta_H d_1 - c,$$

$$\ell = c - \delta_L d_1.$$

Die Budgetrestriktionen in die Markträumungsbedingung $\omega\mathscr{b} = (1-\omega)\ell$ eingesetzt ergibt

$$\omega(\delta_H d_1 - c) = (1-\omega)(c - \delta_L d_1).$$

Daraus folgt aufgelöst nach der Kassenhöhe

$$c = \delta d_1.$$

Die Kassenhöhe in die Budgetrestriktionen eingesetzt ergibt

$$\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1,$$

$$\ell = \omega(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

9.4 Beweis für Lemma 5.3 und Lemma 5.4

Die Konsumfunktion wird in drei Abschnitte abhängig von der Kassenhöhe eingeteilt, analog zum ersten Partialmodell[189].

- In Abschnitt I ($c \le \delta_L d_1$) müssen alle Banktypen einen Anteil der langfristigen Investition verkaufen und haben keine Barmittel übrig, $\lambda_{H,RM} \ge 0, \lambda_{L,RM} \ge 0, \kappa_{H,RM} = 0, \kappa_{L,RM} = 0$.
- In Abschnitt II ($\delta_L d_1 \le c \le \delta_H d_1$) müssen die Banken mit hohem Einlagenabzug einen Anteil der Investition verkaufen, die Banken mit niedrigem Abzug haben Barmittel übrig, $\lambda_{H,RM} \ge 0, \lambda_{L,RM} = 0, \kappa_{H,RM} = 0, \kappa_{L,RM} \ge 0$.
- In Abschnitt III haben alle Banken Barmittel übrig und niemand muss einen Anteil der Investition verkaufen, $\lambda_{H,RM} = 0, \lambda_{L,RM} = 0, \kappa_{H,RM} \ge 0, \kappa_{L,RM} \ge 0$.

Die Funktion $E(D)_{RM}$ ist stetig, aber an den Punkten $c = \delta_L d_1$ und $c = \delta_H d_1$ nicht differenzierbar.

Hieraus folgen die Konsumfunktionen und der Einfluss der Kassenhöhe darauf.

---

[189] Vgl. Anhang 9.1.

$$E(D)_{RM-I} = \delta d_1 + \omega\xi(1-p_X)(1-c)\left(1-\frac{\delta_H d_1 - c}{(1-c)s}\right)r_X$$
$$+ (1-\omega)\xi(1-p_X)(1-c)\left(1-\frac{\delta_L d_1 - c}{(1-c)s}\right)r_X$$
$$+ \omega(1-\xi)(1-p_Y)(1-c)\left(1-\frac{\delta_H d_1 - c}{(1-c)s}\right)r_Y$$
$$+ (1-\omega)(1-\xi)(1-p_Y)(1-c)\left(1-\frac{\delta_L d_1 - c}{(1-c)s}\right)r_{Y,}$$

$$E(D)_{RM-I} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - (\delta d_1 - c)\frac{E(r)}{\mathrm{s}},$$

$$\frac{dE(D)_{RM-I}}{dc} = \frac{1-s}{s}E(r) > 0.$$

➔ Eine Erhöhung der Kasse lohnt sich immer. Die Randlösung $c = \delta_L d_1$ ist innerhalb des ersten Abschnitts optimal.

$$E(D)_{RM-II} = \delta d_1 + \omega\xi(1-p_X)(1-c)\left(1-\frac{\delta_H\, d_1 - c}{(1-c)\, s}\right)r_X$$
$$+ (1-\omega)\xi\left((1-p_X)(1-c)r_X + c\,\frac{c-\delta_L\, d_1}{c}\right)$$
$$+ \omega(1-\xi)(1-p_Y)(1-c)\left(1-\frac{\delta_H\, d_1 - c}{(1-c)\, s}\right)r_Y$$
$$+ (1-\omega)(1-\xi)\left((1-p_Y)(1-c)r_Y + c\,\frac{c-\delta_L\, d_1}{c}\right),$$

$$E(D)_{RM-II} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(\delta_H d_1 - c)\frac{E(r)}{\mathrm{s}} + (1-\omega)(c - \delta_L d_1),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-II}}{dc} = \omega\frac{1-s}{\mathrm{s}}E(r) - (1-\omega)(E(r)-1).$$

➔ Es ist noch keine eindeutige Aussage möglich.

$$E(D)_{RM-III} = \delta d_1 + \omega\xi\left((1-p_X)(1-c)r_X + c\,\frac{c-\delta_H d_1}{c}\right)$$
$$+ (1-\omega)\xi\left((1-p_X)(1-c)r_X + c\,\frac{c-\delta_L d_1}{c}\right)$$
$$+ \omega(1-\xi)\left((1-p_Y)(1-c)r_Y + c\,\frac{c-\delta_H d_1}{c}\right)$$
$$+ (1-\omega)(1-\xi)\left((1-p_Y)(1-c)r_Y + c\,\frac{c-\delta_L d_1}{c}\right),$$

$$E(D)_{RM-III} = \delta d_1 + (1-c)E(r) + (c - \delta d_1),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-III}}{dc} = -(E(r) - 1) < 0.$$

➔ Eine Verringerung der Kasse lohnt sich immer. Die Randlösung $c = \delta_H d_1$ ist innerhalb des dritten Abschnitts optimal.

Insgesamt liegt die optimale Kassenhöhe also im Abschnitt $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$.

9.5 Beweis für Proposition 5.2

Die Differenz des erwarteten Konsums bei hoher und bei niedriger Kassenhaltung ist

$$E(D)_{RM,c_H} - E(D)_{RM,c_L} = (\delta_H - \delta_L)d_1 \left(\omega \frac{1-s}{s} E(r) - (1-\omega)(E(r) - 1) \right).$$

Es wird untersucht, welche Kassenhöhe optimal ist. Dafür ist nur die Grenze $E(D)_{RM,c_H} = E(D)_{RM,c_L}$ entscheidend. Es ist aber nicht relevant, wie sich die Differenz darüber hinaus verhält. Aus diesem Grund wird ein Quotient mit einem positiven Nenner gebildet, Δ_{RM}.[190] Diese Voraussetzung ist für $(\delta_H - \delta_L)d_1 > 0$ gegeben. Es wird der Einfluss der Parameter auf den Quotienten Δ_{RM} untersucht.

$$\Delta_{RM} = \frac{E(D)_{RM,c_H} - E(D)_{RM,c_L}}{(\delta_H - \delta_L)d_1} = \omega \frac{1-s}{s} E(r) - (1-\omega)(E(r) - 1)$$
$$= -\frac{s-\omega}{s}[\xi(1-p_X)r_X + (1-\xi)(1-p_Y)r_Y] + (1-\omega).$$

Der Einfluss der Parameter ist für $\omega < s$ zu prüfen, da er bei $\omega > s$ stets positiv ist.[191] Der Einfluss auf Δ_{RM} ist

$$\frac{d\Delta_{RM}}{d\omega} = \frac{1-s}{s} E(r) + (E(r) - 1) > 0,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{d\xi} = \frac{s-\omega}{s}[(1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X],$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{d\xi} > 0 \; falls \; \omega < s \; und \; (1-p_Y)r_Y > (1-p_X)r_X,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{d\xi} = 0 \; falls \; (1-p_Y)r_Y = (1-p_X)r_X,$$

[190] In Referenzmodell von Partialmodell I könnte man stattdessen auch den Einfluss auf die Ableitung aus Lemma 5.4 untersuchen. Das Ergebnis wäre hier aufgrund der Linearität gleich. Der Ansatz mit Δ_{RM} wurde gewählt, um Konsistenz zu den anderen Partialmodellen herzustellen. Im Interbankenmodell des dritten Partialmodells liegt eine konvexe Konsumfunktion vor. Da sich gleichzeitig durch Variation der Parameter auch die Kassenhöhen c_L, c_M und c_H ändern, ist hier die Messung anhand der Ableitung nicht möglich.
[191] Vgl. Proposition 5.1.

$$\frac{d\Delta_{RM}}{ds} = -\frac{\omega}{s^2}E(r) < 0,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{dr_x} = -\frac{s-\omega}{s}\xi(1-p_X) < 0\ falls\ \omega < s,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{dr_Y} = -\frac{s-\omega}{s}(1-\xi)(1-p_Y) < 0\ \ falls\ \omega < s,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{dp_x} = \frac{s-\omega}{s}\xi r_X > 0\ \ falls\ \omega < s,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{dp_Y} = \frac{s-\omega}{s}(1-\xi)r_Y > 0\ \ falls\ \omega < s,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{d\delta_H} = \frac{d\Delta_{RM}}{d\delta_L} = 0.$$

Zwar haben δ_H und δ_L einen Einfluss auf die eigentliche Differenz zwischen dem erwarteten Konsum der beiden Kassenhöhen $E(D)_{t=0,c_H} - E(D)_{t=0,c_L}$, aber nicht auf Δ_{RM}, also nicht auf die Entscheidung zwischen beiden Kassenhöhen.

9.6 Beweis für Lemma 5.6

Für die Teilnahme der Banken mit Liquiditätsdefizit am Interbankenmarkt muss gelten

$$E\left(D_{H/j}\right)_{IB} \geq E\left(D_{H/j}\right)_{RM}$$

mit $j = \{X, Y\}$.

Die beiden Konsumfunktionen lauten.

$$E\left(D_{H/j}\right)_{RM} = \delta_H d_1 + (1-p)(1-c)\left(1-\lambda_{H,RM}\right)r_j,$$

$$E\left(D_{H/j}\right)_{IB} = \delta_H d_1 + (1-p)\left((1-c)\left(1-\lambda_{H/j}\right)r_j - \mathscr{b}_j i\right).$$

Aus der Budgetrestriktion folgt:

$$\lambda_{H/j} = \frac{\delta_H d_1 - c - \mathscr{b}_j}{(1-c)s}$$

Da im Referenzmodell $\mathscr{b} = 0$ ist, bedeutet das

$$\lambda_{H,RM} = \lambda_{H/j,IB} + \frac{\mathscr{b}_j}{(1-c)s}.$$ [192]

[192] $\mathscr{b}_j$ ist das Interbankenkreditvolumen im Interbankenmodell.

In die Konsumgleichung eingesetzt entsteht

$$E\left(D_{H/j}\right)_{RM} = \delta_H d_1 + (1-p)(1-c)\left(1 - \lambda_{H/j,IB} - \frac{\mathscr{b}_j}{(1-c)s}\right) r_j,$$

Aus $E\left(D_{H/j}\right)_{IB} \geq E\left(D_{H/j}\right)_{RM}$ folgt dann

$$i \leq \frac{r_j}{s}$$

mit $j = \{X, Y\}$.

Dies bedeutet

$$i_{max,X} = \frac{r_X}{s},$$

$$i_{max,Y} = \frac{r_Y}{s}.$$

9.7 Beweis für Proposition 5.13

Um zu zeigen, wann welche Kassenhöhe optimal ist, wird die Konsumgleichung der Adversen Selektion von Entscheidungsstufe 2 mit den beiden möglichen Gleichgewichten des Referenzszenarios verglichen. Die Höhe der Einlagenzinsen ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt.

$$\begin{aligned} E(D)_{AS} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)E(r) \\ - \frac{\omega(1-\omega)(1-\xi)}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1\Big(\xi\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big) \\ + \frac{1-s}{s}(1-p_Y)r_Y\Big). \end{aligned}$$

$$E(D)_{RM,c_L} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)E(r) - \omega(\delta_H - \delta_L)d_1 \frac{1-s}{s} E(r),$$

$$E(D)_{RM,c_H} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)E(r) - (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1(E(r) - 1).$$

Abschnitt 1:

Die Differenz des erwarteten Konsums zwischen Adverser Selektion und niedriger Kassenhaltung ist

$$\begin{aligned} E(D)_{AS} - E(D)_{RM,c_L} \\ = \frac{\omega\xi}{(\omega\xi + 1 - \omega)s}(\delta_H - \delta_L)d_1\big[(1-s)E(r) \\ - (1-\omega)(1-\xi)\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big)\big]. \end{aligned}$$

Es werden Quotienten $\Delta_{L,AS}$ und $\Delta'_{L,AS}$ mit einem positiven Nenner gebildet, um einen eindeutigen Einfluss der Parameter auf die Entscheidung zu zeigen.

$$\Delta_{L,AS} = \frac{E(D)_{AS} - E(D)_{RM,c_L}}{\frac{\omega\xi}{(\omega\xi + 1 - \omega)s}(\delta_H - \delta_L)d_1},$$

$$\Delta_{L,AS} = (1-s)E(r) - (1-\omega)(1-\xi)\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big),$$

$$\Delta_{L,AS} = (1-s)(\xi(1-p_X)r_X + (1-\xi)(1-p_Y)r_Y) \\ - (1-\omega)(1-\xi)\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big),$$

$$\Delta'_{L,AS} = \frac{\Delta_{L,AS}}{1-\xi} = (1-s)\left(\frac{\xi}{1-\xi}(1-p_X)r_X + (1-p_Y)r_Y\right) - (1-\omega)\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big).$$

Der Einfluss der Parameter darauf beträgt

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{d\omega} = (1-\xi)\big((1-p_Y)r_Y - (1-p_X)r_X\big) > 0,$$

$$\frac{d\Delta'_{L,AS}}{d\xi} = \frac{(1-s)}{(1-\xi)^2}(1-p_X)r_X > 0,$$

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{ds} = -E(r) < 0,$$

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{dr_X} = \big((1-s)\xi + (1-\omega)(1-\xi)\big)(1-p_X) > 0,$$

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{dr_Y} = -(s-\omega)(1-\xi)(1-p_Y) \ \rightarrow wie\ Referenzmodell,$$

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{dp_X} = -\big((1-s)\xi + (1-\omega)(1-\xi)\big)r_X < 0,$$

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{dp_Y} = (s-\omega)(1-\xi)r_Y \rightarrow wie\ Referenzmodell,$$

$$\frac{d\Delta_{L,AS}}{d\delta_H} = \frac{d\Delta_{L,AS}}{d\delta_L} = 0.$$

Abschnitt 2:

Die Differenz des erwarteten Konsums zwischen Adverser Selektion und hoher Kassenhaltung ist

$$E(D)_{AS} - E(D)_{RM,c_H} = \frac{1-\omega}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1\left[(E(r) - 1) - \omega(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y - s}{s}\right].$$

Es werden Quotienten $\Delta_{H,AS}$ und $\Delta'_{H,AS}$ mit einem positiven Nenner gebildet, um einen eindeutigen Einfluss der Parameter auf die Entscheidung zu zeigen.

$$\Delta_{H,AS} = \frac{E(D)_{AS} - E(D)_{RM,c_H}}{\frac{1-\omega}{\omega\xi + 1 - \omega}(\delta_H - \delta_L)d_1} = (E(r) - 1) - \omega(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y - s}{s},$$

$$\Delta_{H,AS} = \xi(1-p_X)r_X + (1-\xi)(1-p_Y)r_Y - 1 - \omega(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y - s}{s},$$

$$\Delta'_{H,AS} = \frac{\Delta_{H,AS}}{1-\xi} = \frac{\xi}{1-\xi}(1-p_X)r_X + (1-p_Y)r_Y - \frac{1}{1-\xi} - \omega\frac{(1-p_Y)r_Y - s}{s}.$$

Der Einfluss der Parameter darauf beträgt

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{d\omega} = -(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y - s}{s} < 0,$$

$$\frac{d\Delta'_{H,AS}}{d\xi} = \frac{(1-p_X)r_X - 1}{(1-\xi)^2} \rightarrow Einfluss\ abhängig\ von\ (1-p_X)r_X\ ,$$

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{ds} = \omega(1-\xi)\frac{(1-p_Y)r_Y}{s^2} > 0,$$

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{dr_X} = \xi(1-p_X) > 0,$$

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{dr_Y} = \frac{s-\omega}{s}(1-\xi)(1-p_Y) \rightarrow wie\ Referenzmodell^{193},$$

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{dp_X} = -\xi r_X < 0,$$

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{dp_Y} = -\frac{s-\omega}{s}(1-\xi)r_Y \rightarrow wie\ Referenzmodell,$$

$$\frac{d\Delta_{H,AS}}{d\delta_H} = \frac{d\Delta_{H,AS}}{d\delta_L} = 0.$$

[193] Mit umgekehrten Vorzeichen aufgrund der Bildung des Deltas.

Zusammenfassung:

Einfluss	Abschnitt 1	Abschnitt 2
$\boldsymbol{\omega}$	> 0	< 0
$\boldsymbol{\xi}$	> 0	$> 0\, für\ (1-p_X)r_X > 1,$ $= 0\, für\ (1-p_X)r_X = 1,$ $< 0\, für\ (1-p_X)r_X < 1$
$\boldsymbol{s}$	< 0	> 0
$\boldsymbol{r_X}$	> 0	> 0
$\boldsymbol{r_Y}$	$Wie\ Referenzmodell,$ $< 0\, für\ \omega < s,$ $= 0\, für\ \omega = s,$ $> 0\, für\ \omega > s$	$Wie\ Referenzmodell,$ $> 0\, für\ \omega < s,$ $= 0\, für\ \omega = s,$ $< 0\, für\ \omega > s$
$\boldsymbol{p_X}$	< 0	< 0
$\boldsymbol{p_Y}$	$Wie\ Referenzmodell,$ $> 0\, für\ \omega < s,$ $= 0\, für\ \omega = s,$ $< 0\, für\ \omega > s$	$Wie\ Referenzmodell,$ $< 0\, für\ \omega < s,$ $= 0\, für\ \omega = s,$ $> 0\, für\ \omega > s$
$\boldsymbol{\delta_H}$	0	0
$\boldsymbol{\delta_L}$	0	0

9.8 Herleitung zu Proposition 5.16

$$E(D)_{AS} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(1-c)\lambda_{H/X,AS}E(r) + (1-\omega)c\kappa_{L,AS} - \omega(1-\xi)\frac{\ell_{X,AS}}{s}(1-p_Y)r_Y.$$

$$E(D)_{RM} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(1-c)\lambda_{H,RM}E(r) + (1-\omega)c\kappa_{L,RM}.$$

Aus der Budgetrestriktion folgt

$$\lambda_{H/j} = \frac{\delta_H d_1 - c - \ell_j}{(1-c)s},$$

$$\kappa_{L/j} = \frac{c - \delta_L d_1 - \ell_j}{c}.$$

Da im Referenzmodell $\mathscr{b}_X = \mathscr{b}_Y = \ell = 0$ ist und im AS-Szenario $\mathscr{b}_{Y,AS} = 0$ und $\mathscr{b}_{X,AS} > 0, \ell_{AS} > 0$ ist, bedeutet dies

$$\lambda_{H,RM} = \lambda_{H/X,AS} + \frac{\mathscr{b}_{X,AS}}{(1-c)s},$$

$$\kappa_{L,RM} = \kappa_{L,AS} + \frac{\ell_{AS}}{c}.$$

Eingesetzt in die Konsumgleichung:

$$E(D)_{RM} = \delta d_1 + (1-c)E(r) - \omega(1-c)\lambda_{H/X,AS}E(r) - \omega \mathscr{b}_{X,AS}\frac{E(r)}{s} + (1-\omega)c\kappa_{L,AS} + (1-\omega)\ell_{AS}.$$

Das ergibt die Differenz

$$E(D)_{AS} - E(D)_{RM} = -\omega(1-\xi)\frac{\mathscr{b}_{X,AS}}{s}(1-p_Y)r_Y + \omega \mathscr{b}_{X,AS}\frac{E(r)}{s} - (1-\omega)\ell_{AS}.$$

Die Markträumungsbedingung $\omega\xi\mathscr{b}_{X,AS} = (1-\omega)\ell_{AS}$ eingesetzt und umgeformt ergibt

$$E(D)_{AS} - E(D)_{RM} = \omega\xi(1-p_X)\mathscr{b}_{X,AS}\left(\frac{r_X}{s} - \frac{1}{1-p_X}\right),$$

$$E(D)_{AS} - E(D)_{RM} = \omega\xi(1-p_X)\mathscr{b}_{X,AS}\left(i_{max,AS} - i_{min,AS}\right).$$

9.9 Numerische Auswertung zu Partialmodell II: Unterschiedlicher Einfluss der Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition auf die optimale Kassenhaltung im Adverse Selektion-Szenario

Abhängig von der Höhe $(1-p_X)r_X$ gibt es drei verschiedene Möglichkeiten, wie sich die Wahrscheinlichkeit für die riskante Investition ξ auf die Kassenentscheidung im Adverse Selektion-Szenario auswirken kann.[194] Diese drei Möglichkeiten werden hier dargestellt.

a) $(1-p_X)r_X = 1$ mit $s = 0{,}9;\ r_X = 2{,}0;\ r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}5;\ p_Y = 0{,}0;\ \delta_L = 0{,}1;\ \delta_H = 0{,}3.$

[194] Vgl. Proposition 5.13.

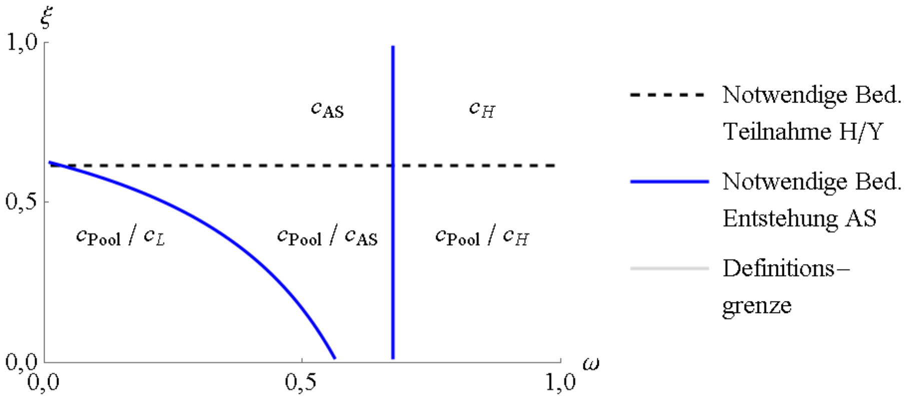


Abbildung 9.1: Unterschiedlicher Einfluss (a) des Anteils der riskanten Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Das Schaubild entspricht dem aus Abschnitt 5.5.2. Aufgrund von $(1 - p_X)r_X = 1$ liegt kein Einfluss auf die Entscheidung zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung vor.

b) $(1 - p_X)r_X < 1$ mit $s = 0{,}9;\ r_X = 1{,}9;\ r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}5;\ p_Y = 0{,}0;\ \delta_L = 0{,}1;\ \delta_H = 0{,}3.$

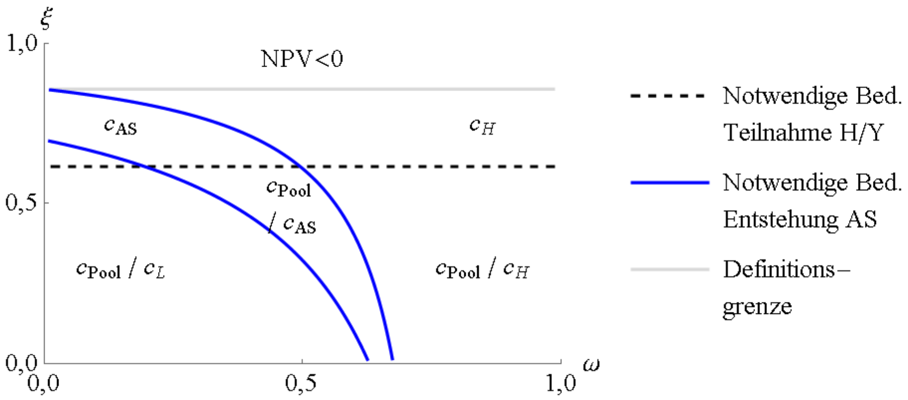


Abbildung 9.2: Unterschiedlicher Einfluss (b) des Anteils der riskanten Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Bei $(1 - p_X)r_X < 1$ führt eine Erhöhung von ξ eher zu einer höheren Kassenhaltung. Bei einem niedrigen Wert von ξ ist im Adversen Selektion-Szenario zunächst die niedrige Kassenhaltung optimal. Wird ξ erhöht, dann ist es die mittlere und bei einer weiteren Erhöhung schließlich die hohe.

c) $(1 - p_X)r_X > 1$ mit $s = 0{,}9;\ r_X = 2{,}1;\ r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}5;\ p_Y = 0{,}0;\ \delta_L = 0{,}1;\ \delta_H = 0{,}3.$

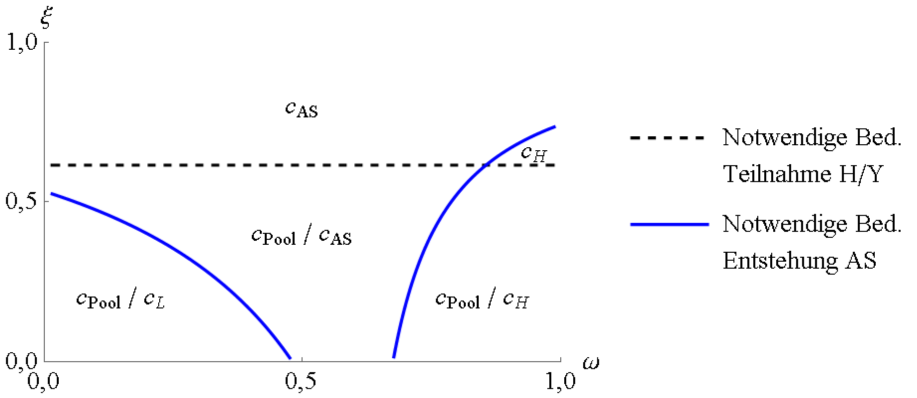


Abbildung 9.3: Unterschiedlicher Einfluss (c) des Anteils der riskanten Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Der Einfluss auf die Entscheidung zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung kehrt sich hier um im Vergleich zu b). Eine Erhöhung von ξ führt jetzt dazu, dass eher die mittlere Kassenhaltung gewählt wird.

9.10 Numerische Auswertung zu Partialmodell II: Unterschiedlicher Einfluss der Rendite der sicheren Investition und deren Ausfallrisiko auf die optimale Kassenhaltung im Adverse Selektion-Szenario

Der Einfluss Rendite der sicheren Investition r_Y und deren Ausfallrisiko p_Y auf die optimale Kassenhaltung im Adverse Selektion-Szenario hängt vom Verhältnis von ω und s ab. Bei $s > \omega$ liegt ein positiver Einfluss von r_Y und ein negativer von p_Y vor, bei $s < \omega$ kehrt sich dieser um. Im Fall von $s = \omega$ besteht kein Einfluss. Diese drei Möglichkeiten werden im Folgenden zumindest für die Entscheidung zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung gezeigt.

a) $\omega < s$ mit $\xi = 0{,}5; s = 0{,}9;\ r_X = 2{,}0;\ r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}5;\ p_Y = 0{,}0;\ \delta_L = 0{,}1;\ \delta_H = 0{,}3.$

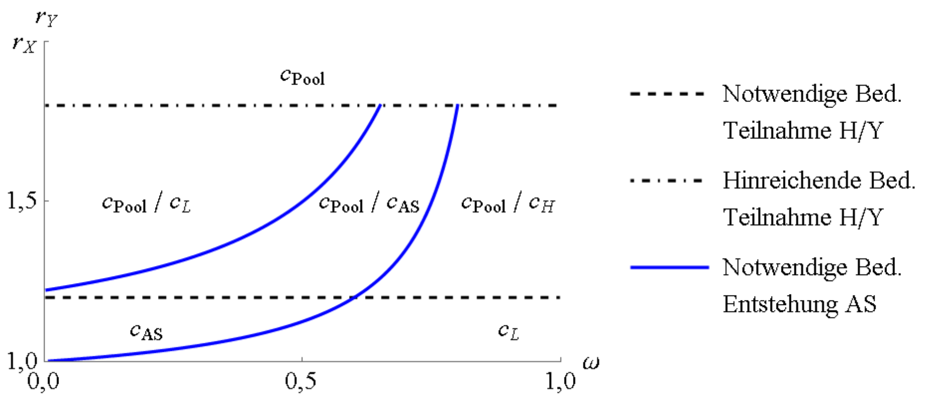


Abbildung 9.4: Unterschiedlicher Einfluss (a) der Rendite der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

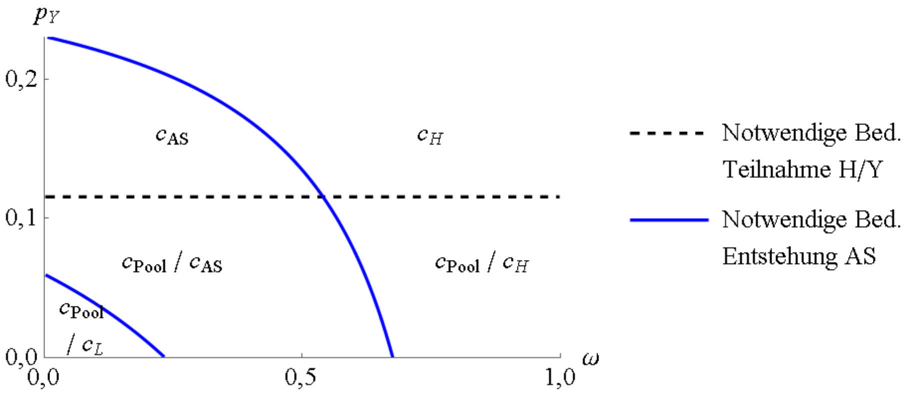


Abbildung 9.5: Unterschiedlicher Einfluss (a) des Risikos der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Diese beiden Schaubilder entsprechen denen aus Abschnitt 5.5.2. Alle Grenzen der Adversen Selektion (blaue Linie) liegen im Bereich $\omega < s$.

b) $\omega = s$ mit $\xi = 0{,}5; s = 0{,}8;\ r_X = 4{,}0;\ r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}7;\ p_Y = 0{,}0;\ \delta_L = 0{,}1;\ \delta_H = 0{,}3$.

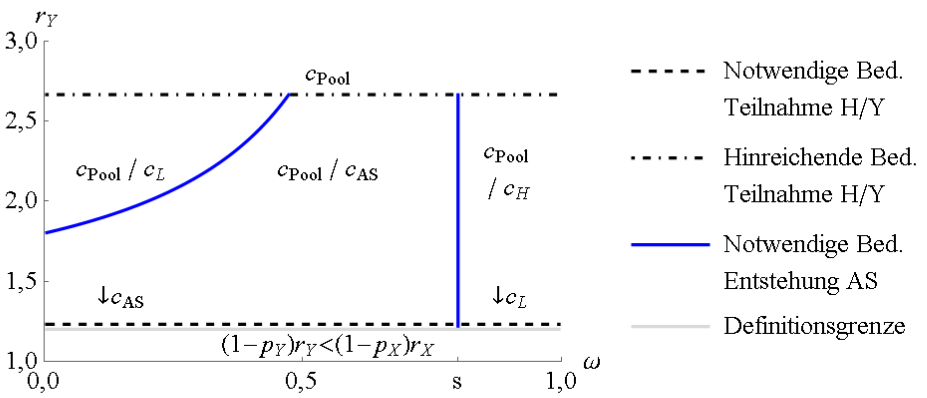


Abbildung 9.6: Unterschiedlicher Einfluss (b) der Rendite der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

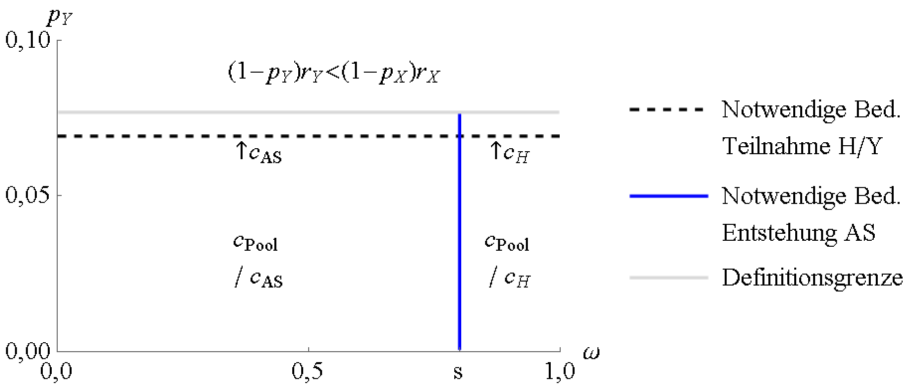


Abbildung 9.7: Unterschiedlicher Einfluss (b) des Risikos der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Es ist zu sehen, dass für die Entscheidung zwischen mittlerer und hoher Kassenhaltung $\omega = s = 0{,}8$ gilt. Weder r_Y noch p_Y haben einen Einfluss auf die Entscheidung.

c) $\omega > s$ mit $\xi = 0{,}5; s = 0{,}84;\ r_X = 4{,}0;\ r_Y = 1{,}3; p_X = 0{,}7;\ p_Y = 0{,}0;\ \delta_L = 0{,}1;\ \delta_H = 0{,}3$.

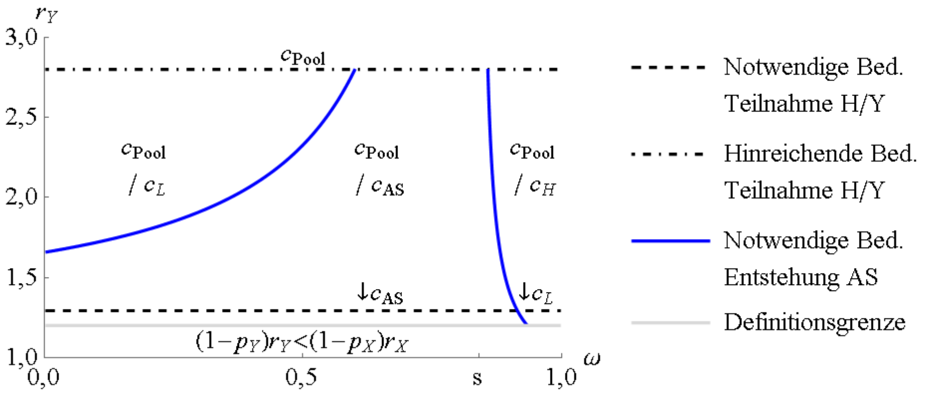


Abbildung 9.8: Unterschiedlicher Einfluss (c) der Rendite der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

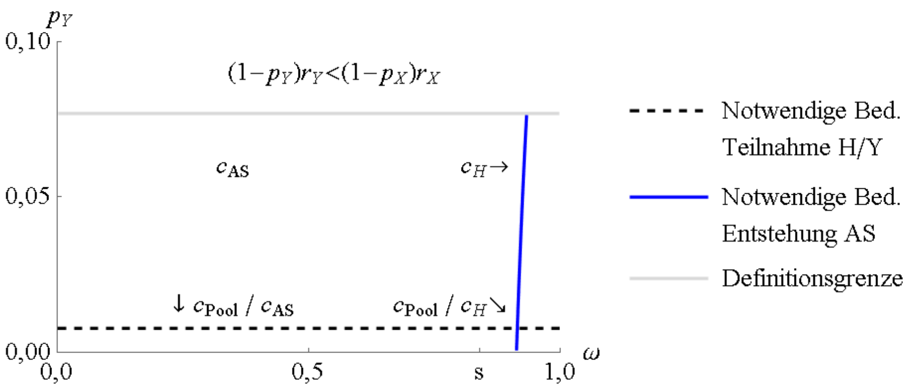


Abbildung 9.9: Unterschiedlicher Einfluss (c) des Risikos der sicheren Investition und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug in Partialmodell II.

Die Grenze zwischen der mittleren und der hohen Kassenhaltung liegt im Bereich $\omega > s$. Der Einfluss der Parameter r_Y und p_Y kehrt sich im Vergleich zu a) um.

9.11 Parameter und Variablen bei Heider, Hoerova und Holthausen (2015)

Um den Vergleich zwischen meinem Modell und dem von Heider et al. zu vereinfachen, gibt dieser Anhang einen Überblick über die verwendeten Variablen und Parameter von Heider et al. und den entsprechenden Variablen und Parametern in meinem Modell.

Heider et al.	Erklärung	Schäberle
$\boldsymbol{q}$	Anteil der sicheren Investitionen	$1-\xi$
$\boldsymbol{p_s}$	Erfolgswahrscheinlichkeit sichere Investition	$1-p_Y$
$\boldsymbol{p_r}$	Erfolgswahrscheinlichkeit riskante Investition	$1-p_r$
$\boldsymbol{R}$	Auszahlung der Investition bei Erfolg	r_X, r_Y
$\boldsymbol{\alpha^L}$	Liquidationsquote	λ
$\boldsymbol{l_s, l_r}$	Liquidationserlös	s

$\boldsymbol{d_1}$	Kurzfristige Einlagenzinsen	d_1
$\boldsymbol{d_2}$	Langfristige Einlagenzinsen	-
$\boldsymbol{\Pi_h}$	Anteil der Banken mit hohem kurzfristigen Liquiditätsabzug	ω
$\boldsymbol{\lambda_h}$	Hoher kurzfristiger Einlagenabzug	δ_H
$\boldsymbol{\lambda_l}$	Niedriger kurzfristiger Einlagenabzug	δ_L
$\boldsymbol{r}$	Interbankenzinssatz	i
$\boldsymbol{\hat{p}}$	Erfolgswahrscheinlichkeit Interbankenkredit	$1 - p_{-j}$
$\boldsymbol{\alpha}$	Anteil illiquider Investitionen	$1 - c$
$\boldsymbol{\alpha^R}$	Kassenrestwertquote	κ
$\boldsymbol{L_h}$	Aufgenommenes Interbankenkreditvolumen	$\mathscr{b}$
$\boldsymbol{L_l}$	Vergebenes Interbankenkreditvolumen	ℓ

9.12 Beweis für Lemma 6.3

Aufgrund der Abhängigkeit der Liquidationsquoten und Kassenrestwertquoten von der Kassenhöhe müssen analog zu Partialmodell I[195] und II[196] im Referenzmodell drei Abschnitte unterschieden werden: I. $0 \leq c \leq \delta_L d_1$, II. $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ und III. $\delta_H d_1 \leq c \leq 1$. Die Funktion $E(D)_{RM}$ ist stetig, aber an den Punkten $c = \delta_L d_1$ und $c = \delta_H d_1$ nicht differenzierbar.

Die Konsumfunktion lautet

$$E(D)_{RM} = \omega\big(\delta_H d_1 + (1-c)\big(1-\lambda_{H,RM}\big)r_0 + c\kappa_{H,RM}\big) \\ + (1-\omega)\big(\delta_L d_1 + (1-c)\big(1-\lambda_{L,RM}\big)r_0 + c\kappa_{L,RM}\big).$$

Die Liquidations- und Kassenrestwertquote aus Lemma 6.2 eingesetzt für Abschnitt I:

$$E(D)_{RM-I} = \delta d_1 + (1-c)r_0 - \frac{\delta d_1 - c}{s} r_0,$$

$$\frac{dE(D)_{RM-I}}{dc} = \frac{1-s}{s} r_0 > 0.$$

➔ Eine Erhöhung der Barmittel innerhalb des ersten Abschnittes lohnt sich immer. Die optimale Kassenhaltung entspricht insgesamt mindestens dem Einlagenabzug von Typ L, $\delta_L d_1 \leq c^*$.

---

[195] Vgl. Anhang 9.1.
[196] Vgl. Anhang 9.4.

Die Konsumfunktion und die Ableitung in Abschnitt II sind

$$E(D)_{RM-II} = \delta d_1 + (1-c)r_0 - \omega \frac{\delta_H d_1 - c}{s} r_0 + (1-\omega)(c - \delta_L d_1),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-II}}{dc} = \frac{\omega - s}{s} r_0 + (1-\omega).$$

➔ Für den zweiten Abschnitt ist keine eindeutige Aussage möglich. Die optimale Kassenhaltung ist abhängig von den Ausprägungen der Parameter.

In Abschnitt III gilt

$$E(D)_{RM-III} = \delta d_1 + (1-c)r_0 + (c - \delta d_1),$$

$$\frac{dE(D)_{RM-III}}{dc} = -(r_0 - 1) < 0,$$

➔ Im dritten Abschnitt lohnt sich immer eine Verringerung der Kassenhaltung. Die optimale Kassenhaltung entspricht insgesamt höchstens dem hohen Einlagenabzug, $c^* \leq \delta_H d_1$.

Insgesamt liegt die optimale Kassenhöhe also im Abschnitt $\delta_L d_1 \leq c^* \leq \delta_H d_1$.

9.13 Beweis für Proposition 6.3

Die Differenz des erwarteten Konsums bei niedriger und bei hoher Kassenhaltung beträgt

$$E(D)_{RM,c_H} - E(D)_{RM,c_L} = (\delta_H - \delta_L)d_1 \left(\frac{\omega - s}{s} r_0 + (1-\omega) \right).$$

Für die Herleitung des Einflusses der Parameter wird ein Quotient Δ_{RM} mit einem positiven Nenner gebildet.

$$\Delta_{RM} = \frac{E(D)_{RM,c_H} - E(D)_{RM,c_L}}{(\delta_H - \delta_L)d_1} = \frac{\omega - s}{s} r_0 + (1-\omega).$$

Bei $s \leq \omega$ ist $\Delta_{RM} > 0$.

Die Parameter beeinflussen den Quotienten Δ_{RM} wie folgt.

$$\frac{d\Delta_{RM}}{d\omega} = \frac{r_0}{s} - 1 > 0,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{ds} = -\frac{\omega}{s^2} r_0 < 0,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{dr_0} = -\frac{s - \omega}{s} < 0 \; für \; s > \omega,$$

$$\frac{d\Delta_{RM}}{dr^+} = \frac{d\Delta_{RM}}{d\delta_H} = \frac{d\Delta_{RM}}{d\delta_L} = 0.$$

9.14 Beweis für Proposition 6.7

In diesem Abschnitt des Anhangs wird untersucht, welche Lösungen entstehen, falls in Entscheidungsstufe 4 nicht nur von Banktyp L, sondern auch von Banktyp H die risikolose Strategie gewählt wird.

Die risikolose Strategie wird gewählt, wenn die Risikohöhe von Banktyp H p_H einen negativen Einfluss auf den erwarteten Konsum seiner Einleger hat.

$$E(D_H)_{IB} = \delta_H d_1 + (1-p_H)\big((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+ p_H) - \mathscr{b} i\big),$$

$$\frac{dE(D_H)_{IB}}{dp_H} = -\big((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+ + 2r^+ p_H) - \mathscr{b} i\big) \leq 0,$$

$$\rightarrow (1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+) \geq \mathscr{b} i.$$

Bei $(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 - r^+) \geq \mathscr{b} i$ ist für Banktyp H die risikolose Strategie optimal.

Die Konsumfunktionen bei risikoloser Strategie lauten mit $p_H = p_{-j} = 0$ eingesetzt

$$E(D_H)_{IB,p_0} = \delta_H d_1 + (1-c)(1-\lambda_H) r_0 - \mathscr{b} i,$$

$$E(D_L)_{IB,p_0} = \delta_L d_1 + (1-c) r_0 + c\kappa_L + \ell i,$$

$$E(D)_{IB,p_0} = \delta d_1 + (1-c) r_0 - \omega(1-c)\lambda_H r_0 + (1-\omega) c\kappa_L.$$

Herleitung der Zinsobergrenze

Aus der Budgetrestriktion folgt

$$\lambda_{H,RM} = \lambda_{H,IB} + \frac{\mathscr{b}}{(1-c)s}.$$ [197]

Der erwartete Konsum der Einleger von Banktyp H im Referenzmodell beträgt

$$E(D_H)_{RM} = \delta_H d_1 + (1-c)\big(1 - \lambda_{H,RM}\big) r_0$$

$$E(D_H)_{RM} = \delta_H d_1 + \left((1-c)\big(1-\lambda_{H,IB}\big) - \frac{\mathscr{b}}{s}\right) r_0.$$ [198]

Der erwartete Konsum der Einleger von Banktyp H im Interbankenmodell beträgt bei risikoloser Strategie

$$E(D_H)_{IB,p_0} = \delta_H d_1 + (1-c)\big(1-\lambda_{H,IB}\big) r_0 - \mathscr{b} i.$$

[197] $\mathscr{b}$ ist das Interbankenkreditvolumen im Interbankenmodell.
[198] Vgl. nächster Anhang 15.

Für die Teilnahme von Banktyp H am Interbankenmarkt muss gelten

$$E(D_H)_{IB,p_0} \geq E(D_H)_{RM}.$$

Daraus folgt

$$i \leq \frac{r_0}{s}.$$

Die Zinsobergrenze bei risikoloser Strategie ist.

$$i_{max,p_0} = \frac{r_0}{s}.$$

Entscheidungsstufe 3: Interbankenmarkt

Die Zinsuntergrenze bei risikoloser Strategie ist

$$i_{min,p_0} = 1.$$

In diesem Fall sind sowohl die Vergabe des Interbankenkredits als auch die Kassenhaltung risikolos. Ein Interbankenkredit wird nur dann vergeben, wenn der Zinssatz mindestens der Rendite der Kassenhaltung entspricht.

Die Zinsobergrenze bei risikoloser Strategie ist

$$i_{max,p_0} = \frac{r_0}{s}.$$

Die Zinsobergrenze bei risikoloser Strategie entspricht der Zinsobergrenze von Partialmodell I mit r_0 anstelle von r.

Es gilt aufgrund von $r_0 > 1$ und $s < 1$ immer

$$i_{min,p_0} < i_{max,p_0}.$$

In Entscheidungsstufe 3 entsteht der Interbankenmarkt immer.

Die Zinsen bewegen sich innerhalb der Grenzen $i_{min,p_0} \leq i^* \leq i_{max,p_0}$. Sie für die weiteren Entscheidungen und für die Wohlfahrt nicht relevant. Sie sind in der Konsumfunktion der gesamten Einleger $E(D)_{IB,p_0}$ nicht enthalten.

Entscheidungsstufe 2: Kassenhaltung

Die Höhe der Liquiditätszahlen hängt nicht von der Risikohöhe, sondern nur vom Liquiditätsabzug ab, daher entsprechen sie Lemma 6.12 und Lemma 6.13.

Der Einfluss der Kassenhöhe auf den erwarteten Konsum beträgt

$$\frac{dE(D)_{IB,p_0}}{dc} = \begin{cases} \frac{1-s}{s} r_0 > 0, & c < c_M \\ -(r_0 - 1) < 0, & c > c_M. \end{cases}$$

Daher gilt

$$c^*_{p_0} = \delta d_1 = c_M.$$

In Entscheidungsstufe 2 wird immer die Kassenhaltung gewählt, bei der Barmittel über den Interbankenmarkt umverteilt werden können.

Die Konsumfunktion lautet dann

$$E(D)_{IB,p_0} = \delta d_1 + (1 - \delta d_1) r_0.$$

Entscheidungsstufe 1: Einlagenzinsen

Der Einfluss der Einlagenzinsen auf den erwarteten Konsum ist negativ,

$$\frac{dE(D)_{IB,p_0}}{dd_1} = -\delta(r_0 - 1) < 0.$$

Die optimalen Einlagenzinsen betragen daher

$$d^*_{1,p_0} = 1.$$

Ergebnis

Insgesamt entsteht der erwartete Konsum von

$$E(D)_{IB,p_0} = 1 + (1 - \delta)(r_0 - 1).$$

Der Interbankenmarkt kommt bei risikoloser Strategie immer zustande. Das Ergebnis entspricht Partialmodell I.

9.15 Beweis für Proposition 6.9

Die Kreditnehmerbanken bezahlen maximal so hohe Zinsen, dass sie sich nicht schlechter stellen gegenüber der kurzfristigen Liquidation der langfristigen Investition (Referenzszenario). Der erwartete Konsum muss für die Einleger der Banken mit Liquiditätsdefizit im Interbankenmodell höher sein als im Referenzmodell, $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$.

Im Referenzmodell wird immer die risikolose Strategie gewählt.[199] Der erwartete Konsum der Einleger der Banken mit Liquiditätsdefizit (Banktyp H) im Abschnitt $\delta_L d_1 \leq c \leq \delta_H d_1$ beträgt

[199] Vgl. Proposition 6.1.

$$E(D_H)_{RM} = \delta_H d_1 + (1-c)\left(1-\lambda_{H,RM}\right)r_0.$$

Aus der Budgetrestriktion folgt

$$\lambda_{H,RM} = \lambda_H + \frac{\mathscr{b}}{(1-c)s}.$$

$$E(D_H)_{RM} = \delta_H d_1 + \left((1-c)(1-\lambda_H) - \frac{\mathscr{b}}{s}\right)r_0.$$

Im Interbankenmodell erhalten die Einleger

$$E(D_H)_{IB} = \delta_H d_1 + (1-p_H^*)\left((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+ p_H^*) - \mathscr{b}i\right).$$

Mit $p_H^* = \frac{-(1-c)(1-\lambda_H)\left(r_0 - r^+\right) + \mathscr{b}i}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)}$[200] eingesetzt:

$$E(D_H)_{IB} = \frac{\left((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - \mathscr{b}i\right)^2}{4r^+(1-c)(1-\lambda_H)}.$$

Für die Aufnahme von Interbankenkrediten muss $E(D_H)_{IB} \geq E(D_H)_{RM}$ erfüllt sein,

$$\frac{\left((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - \mathscr{b}i_{max}\right)^2}{4r^+(1-c)(1-\lambda_H)} \geq \left((1-c)(1-\lambda_H) - \frac{\mathscr{b}}{s}\right)r_0$$

Umgeformt folgt daraus die Zinsobergrenze

$$i_{max} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - 2\sqrt{\Phi}}{\mathscr{b}}$$

$$\text{mit } \Phi = r_0 r^+ (1-c)(1-\lambda_H)\left((1-c)(1-\lambda_H) - \frac{\mathscr{b}}{s}\right).$$

Aufgrund der Randbedingung $\lambda_{H,RM} < 1$ gilt $\Phi > 0$,

$$\Phi = r_0 r^+ (1-c)^2 (1-\lambda_H)\left(1-\lambda_{H,RM}\right).$$

[200] Vgl. Proposition 6.8.

9.16 Beweis für Proposition 6.10 und Lemma 6.10

Für die Kreditvergabe von Banken mit Liquiditätsüberschuss muss gelten

$$(1 - p_H^*)i \geq 1.$$

Daraus folgt

$$(1 - p_H^*)i_{min} = 1, \;\; (1 - p_H^*)i_{max,L} = 1, \;\; i_{min} \leq i_{max,L}.$$

p_H^* in $(1 - p_H^*)i = 1$ eingesetzt ergibt

$$\frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - \mathscr{b}i}{2r^+(1-c)(1-\lambda_H)} i = 1,$$

$$\mathscr{b}i^2 - (1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+)i + 2r^+(1-c)(1-\lambda_H) = 0,$$

$$i_{1,2} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) \pm \sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}}$$

$$mit \; \Upsilon = \left((1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+)\right)^2 - 8r^+\mathscr{b}(1-c)(1-\lambda_H).$$

Die beiden Zinsgrenzen für die Kreditgeberbanken sind

$$i_{min} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - \sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}},$$

$$i_{max,L} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}}.$$

Nur bei $i_{min} \leq i \leq i_{max,L}$ lohnt sich eine Kreditvergabe.

9.17 Herleitung zu Proposition 6.12

Um zu zeigen, dass der Zusammenbruch selbst nicht zu einer Wohlfahrtsminderung führt, wird die Differenz des erwarteten Konsums zwischen Interbankenmodell und Referenzmodell $E(D)_{IB} - E(D)_{RM}$ berechnet. Für ein eindeutiges Ergebnis werden Zinsen in Höhe der Zinsobergrenze i_{max} eingesetzt,

$$i_{max} = \frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0 + r^+) - 2\sqrt{\Phi}}{\mathscr{b}},$$

$$\Phi = r_0 r^+(1-c)(1-\lambda_H)\left((1-c)(1-\lambda_H) - \frac{\mathscr{b}}{s}\right),$$

$$p_{H,i_{max}}^* = \frac{r^+(1-c)(1-\lambda_H) - \sqrt{\Phi}}{r^+(1-c)(1-\lambda_H)},$$

$$\left(1-p_{H,i_{max}}\right)i_{max}=\frac{r_0}{s}-\frac{(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r_H)}{\mathcal{b}}.$$

Die beiden Konsumfunktionen lauten

$$E(D)_{IB}=\delta d_1+(1-c)r_0-\omega(1-c)\lambda_H r_0+(1-\omega)c\kappa_L$$
$$-\omega p_H(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r^+),$$

$$E(D)_{RM}=\delta d_1+(1-c)r_0-\omega(1-c)\lambda_{H,RM}r_0+(1-\omega)c\kappa_{L,RM}.$$

Aus der Budgetrestriktion folgt

$$\lambda_{H,RM}=\lambda_H+\frac{\mathcal{b}}{(1-c)s};\ \ \kappa_{L,RM}=\kappa_L+\frac{\ell}{c}.$$

Daraus folgt die Differenz

$$E(D)_{IB}-E(D)_{RM}=-\omega p_H(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r^+)+\omega\mathcal{b}\frac{r_0}{s}-(1-\omega)\ell.$$

Die Markträumungsbedingung eingesetzt ergibt

$$E(D)_{IB}-E(D)_{RM}=\omega\mathcal{b}\left(\frac{r_0}{s}-1\right)-\omega p_H(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r^+).$$

Hierin $\left(1-p_{H,i_{max}}\right)i_{max}$[201] eingesetzt entsteht die Differenz

$$E(D)_{IB}-E(D)_{RM}=\omega\mathcal{b}\left(\left(1-p_{H,i_{max}}\right)i_{max}-1\right).$$

9.18 Beweis für Proposition 6.13

Um die Konvexität der Konsumfunktion innerhalb der beiden Abschnitte zu zeigen wird die zweite Ableitung verwendet. Die erste Ableitung des erwarteten Konsums nach der Kassenhöhe ist[202]

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dc}=\begin{cases}\frac{1-s}{s}r_0-\frac{1-\omega s}{s}p_H^*(r_0-(1-p_H^*)r^+)+(1-\omega)(p_H^*-\bar{p}_H)\bar{\imath}_{min}, & c<c_M\\ -(r_0-1)+\omega p_H^*(r_0-(1-p_H^*)r^+)-\omega(p_H^*-\bar{p}_H)\bar{\imath}_{min}, & c>c_M.\end{cases}$$

Zur Bildung der zweiten Ableitung wird die partielle Ableitung verwendet,

$$\frac{d^2E(D)_{IB}}{dc^2}=\frac{\partial^2E(D)_{IB}}{\partial c^2}+\frac{\partial E(D)_{IB}}{\partial c\,\partial p_H^*}*\frac{dp_H^*}{dc}.$$

Der unmittelbare Einfluss der Kassenhöhe auf die Ableitung ist

[201] Bzw. $\frac{r_0}{s}-1=(1-p_H)i_{max}+\frac{p_H(1-c)(1-\lambda_H)(r_0-(1-p_H)r^+)}{\mathcal{b}}-1$ eingesetzt.

[202] Vgl. dazu Lemma 6.14. Es darf hier noch nicht $p_H^*=\bar{p}_H$ gleichgesetzt werden, da der Einfluss der Kassenentscheidung untersucht wird. Die Begründung entspricht Lemma 6.11.

$$\frac{\partial^2 E(D)_{IB}}{\partial c^2} = 0.$$

Es besteht aber ein mittelbarer Einfluss über die Risikohöhe,

$$\frac{\partial^2 E(D)_{IB}}{\partial c\, \partial p_H^*} = \begin{cases} \frac{1-\omega s}{s}(r_0 - r^+ + 2r^+ p_H^*) + (1-\omega)\bar{\iota}_{min} > 0, & c < c_M \\ -\omega(r_0 - r^+ + 2r^+ p_H^*) - \omega\bar{\iota}_{min} < 0, & c > c_M. \end{cases}$$

Der Einfluss der Kassenhöhe auf das optimale Risiko p_H^* beträgt

$$p_H^* = \begin{cases} \frac{-\left(1-c-\frac{\delta d_1 - c}{\omega s}\right)(r_0 - r^+) + \frac{1-\omega}{\omega}(c - \delta_L d_1)\bar{\iota}_{min}}{2r^+\left(1-c-\frac{\delta d_1 - c}{\omega s}\right)}, & c \leq c_M \\ \frac{-(1-c)(r_0 - r^+) + (\delta_H d_1 - c)\bar{\iota}_{min}}{2r^+(1-c)}, & c \geq c_M, \end{cases}$$

$$\frac{dp_H^*}{dc} = \begin{cases} \frac{1-\omega}{\omega}\frac{1-\delta_L d_1 - \frac{(\delta_H - \delta_L)d_1}{s}}{2r^+\left((1-c)(1-\lambda_H)\right)^2}\bar{\iota}_{min} > 0^{203}, & c < c_M \\ -\frac{(1-\delta_H d_1)}{2r^+(1-c)^2}\bar{\iota}_{min} < 0, & c > c_M. \end{cases}$$

Daraus ergibt sich insgesamt

$$\frac{d^2 E(D)_{IB}}{dc^2} = \begin{cases} > 0, & c < c_M \\ > 0, & c > c_M. \end{cases}$$

9.19 Beweis für Proposition 6.14

Der erwartete Konsum der beiden möglichen Kassenhöhen im Referenzmodell beträgt

$$E(D)_{RM,c_L} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)r_0 - \omega(\delta_H - \delta_L)d_1\frac{1-s}{s}r_0,$$

$$E(D)_{RM,c_H} = \delta d_1 + (1-\delta)r_0 - (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1(r_0 - 1).$$

Bei mittlerer Kassenhöhe und Interbankenmarkt ist es die Konsumfunktion

$$E(D)_{IB,c_M} = \delta d_1 + (1-\delta)r_0 - K_m$$

Mit Moral-Hazard-Kosten

$$K_m = \omega p_H^*(1-\delta d_1)(r_0 - (1-p_H^*)r^+),$$

[203] $1 - \delta_L d_1 - \frac{(\delta_H - \delta_L)d_1}{s} > 0$ aufgrund der Randbedingung $\lambda_{H,c_L} < 1$.

$$K_m = \omega \frac{-\left((1-\delta d_1)(r_0 - r^+)\right)^2 + (\mathscr{b} i_{min})^2}{4r^+(1-\delta d_1)},$$

$$K_m = \frac{\omega}{2}\left[(1-\delta d_1)r_0 - \mathscr{b} - \frac{(1-\delta d_1)(r_0 - r^+)^2 + (r_0 + r^+)\sqrt{\Upsilon}}{4r^+}\right];$$

mit

$$p_H^* = \frac{-(1-\delta d_1)(r_0 - r^+) + \mathscr{b} i}{2r^+(1-\delta d_1)},$$

$$i_{min} = \frac{(1-\delta d_1)(\, r_0 + r^+) - \sqrt{\Upsilon}}{2\mathscr{b}}$$

$$\Upsilon = \left((1-\delta d_1)(r_0 + r^+)\right)^2 - 8r^+\mathscr{b}(1-\delta d_1),$$

$$\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1.$$

Für die Ermittlung des Einflusses der Parameter auf die Kassenentscheidung werden die Quotienten Δ_L, Δ'_L, Δ_H und Δ'_H mit einem positiven Nenner gebildet. Für die Entscheidung ist nur wichtig, wann ein Vorzeichenwechsel der jeweiligen Differenz zwischen dem erwarteten Konsum der beiden Kassenhöhen stattfindet. Wie sich die Differenz selbst verhält, ist dagegen nicht relevant.

<u>Vergleich mittlere und niedrige Kassenhaltung</u>

$$\begin{aligned}\Delta_L &= 2\frac{\left(E(D)_{IB,c_M} - E(D)_{RM,c_L}\right)}{\omega(\delta_H - \delta_L)d_1 r_0} \\ &= 2\frac{1-s}{s} - 2\frac{(1-\delta d_1)}{(\delta_H - \delta_L)d_1} + \frac{(1-\delta d_1)(r_0 + r^+)^2 + 4r^+\mathscr{b} + (r_0 + r^+)\sqrt{\Upsilon}}{4r_0 r^+(\delta_H - \delta_L)d_1},\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta'_L = \frac{\left(E(D)_{IB,c_M} - E(D)_{RM,c_L}\right)}{(1-\delta d_1)r_0} &= \\ &= \frac{(\delta_H - \delta_L)d_1}{(1-\delta d_1)}\frac{1-s}{s} - \frac{1}{2} + \frac{(r_0 - r^+)^2}{8r_0 r^+} + \frac{(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1}{2r_0(1-\delta d_1)} \\ &+ \frac{(r_0 + r^+)}{8r_0 r^+}\sqrt{(r_0 + r^+)^2 - \frac{8r^+(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1}{(1-\delta d_1)}}.\end{aligned}$$

Der Einfluss der Parameter darauf ist

$$\frac{d\Delta'_L}{d\omega} = \frac{(\delta_H - \delta_L)d_1}{(1-\delta d_1)^2}\left(\frac{1-s}{s} + \frac{\mathscr{b}(1-\delta_H d_1)}{r_0\sqrt{\Upsilon}} i_{min}\right) > 0,$$

$$\frac{d\Delta_L}{ds} = -\frac{2}{s^2} < 0,$$

$$\frac{d\Delta_L}{dr_0} = \frac{\left((1-\delta d_1)(r_0+r^+)+\sqrt{\Upsilon}\right)(r_0-r^+)}{4r_0^2 r^+(\delta_H-\delta_L)d_1} + (1-\omega)\frac{(1-\delta d_1)(r_0-r^+)+2\ell i_{min}}{r_0^2\sqrt{\Upsilon}} > 0,$$

$$\frac{d\Delta_L}{dr^+} = -\frac{(r_0-r^+)}{4r_0 {r^+}^2(\delta_H-\delta_L)d_1}\left(\frac{4\ell(1-\delta d_1)r^+}{\sqrt{\Upsilon}} + (1-\delta d_1)(r_0+r^+)+\sqrt{\Upsilon}\right) < 0,$$

$$\frac{d\Delta_L}{d\delta_H} = -\frac{(1-\delta_L d_1)}{2r_0 r^+(\delta_H-\delta_L)^2 d_1}\Bigg((r_0-r^+)^2 + \frac{(1-\delta d_1)(r_0+r^+)}{\sqrt{\Upsilon}}\left(4p_H(r_0-(1-p_H)r^+)+(r_0-r^+)^2\right)\Bigg) < 0,$$

$$\frac{d\Delta_L}{d\delta_L} = \frac{(1-\delta_H d_1)}{2r_0 r^+(\delta_H-\delta_L)d_1}\Bigg((r_0-r^+)^2 + \frac{(1-\delta d_1)(r_0+r^+)}{\sqrt{\Upsilon}}\left(4r^+p_H(r_0-(1-p_H)r^+)+(r_0-r^+)^2\right)\Bigg) > 0.$$

<u>Vergleich mittlere und hohe Kassenhaltung</u>

$$\Delta_H = \frac{2\left(E(D)_{IB,c_M}-E(D)_{RM,c_H}\right)}{\omega(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)d_1 r_0} = 2\frac{(r_0-1)}{\omega r_0} - \frac{(1-\delta d_1)}{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)d_1} + \frac{1}{r_0} + \frac{(1-\delta d_1)(r_0-r^+)^2+(r_0+r^+)\sqrt{\Upsilon}}{4r_0 r^+(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)d_1},$$

$$\Delta'_H = \frac{E(D)_{IB,c_M}-E(D)_{RM,c_H}}{\omega} = \frac{1-\omega}{\omega}(\delta_H-\delta_L)d_1(r_0-1) - \frac{1}{2}\left[(1-\delta d_1)r_0 - \ell - \frac{(1-\delta d_1)(r_0-r^+)^2+(r_0+r^+)\sqrt{\Upsilon}}{4r^+}\right].$$

Der Einfluss der Parameter darauf ist

$$\frac{d\Delta'_H}{d\omega} = -\frac{1}{\omega^2}(\delta_H-\delta_L)d_1(r_0-1) + \frac{1}{2}(\delta_H-\delta_L)d_1\Bigg[(r_0-1) - \frac{(r_0-r^+)^2}{4r^+} - (r_0+r^+)\frac{(1-\delta d_1)(r_0+r^+)^2+4r^+(1-\delta d_1)+4r^+\ell}{4r^+\sqrt{\Upsilon}}\Bigg],$$

Der Einfluss von ω kann positiv oder negativ sein. Für Details zum Einfluss siehe unten.

$$\frac{d\Delta_{H,min}}{ds} = 0,$$

$$\frac{d\Delta_H}{dr_0} = \frac{2-\omega}{\omega r_0^2} + \frac{(1-\delta d_1)}{4r_0^2 r^+ \mathscr{b}\sqrt{\Upsilon}}\left((r_0 - r^+)(r_0 + r^+)\left((1-\delta d_1)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}\right) + 8r^{+2}\mathscr{b}\right) > 0,$$

$$\frac{d\Delta_H}{dr^+} = -\frac{(r_0 - r^+)}{4r_0 r^{+2}\mathscr{b}}\left((1-\delta d_1)(r_0 + r^+) + \frac{\Upsilon + 4r^+\mathscr{b}(1-\delta d_1)}{\sqrt{\Upsilon}}\right) < 0,$$

$$\frac{d\Delta_H}{d\delta_H} = -\frac{(1-\delta_L d_1)}{2r^+\mathscr{b}(\delta_H - \delta_L)}\Bigg((r_0 - r^+)^2 + \frac{(1-\delta d_1)(r_0 + r^+)}{\sqrt{\Upsilon}}\left(4r^+ p_H(r_0 - (1-p_H)r^+) + (r_0 - r^+)^2\right)\Bigg) < 0,$$

$$\frac{d\Delta_H}{d\delta_L} = \frac{(1-\delta_H d_1)}{2r_0 r^+\mathscr{b}(\delta_H - \delta_L)}\Bigg((r_0 - r^+)^2 + \frac{(1-\delta d_1)(r_0 + r^+)}{\sqrt{\Upsilon}}\left(4r^+ p_H(r_0 - (1-p_H)r^+) + (r_0 - r^+)^2\right)\Bigg) > 0.$$

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen.

	Δ_L	Δ_H
ω	+	+/-*
s	-	0
r_0	+	+
r^+	-	-
δ_H	-	-
δ_L	+	+

* Der Einfluss von ω auf die Entscheidung zwischen c_M und c_H wirkt über zwei Wege mit unterschiedlichem Vorzeichen, weshalb der Gesamteinfluss positiv oder negativ sein kann, vgl. dazu auch die numerische Auswertung in Abschnitt 6.4.2. Eine Erhöhung von ω führt zu einer Verringerung des optimalen Risikos p_H^* und damit mittelbar dazu, dass der Interbankenmarkt attraktiver wird. Gleichzeitig führt eine Erhöhung von ω bei konstanter Risikohöhe dazu, dass eher die hohe Kassenhaltung gewählt wird. Es steigt dann die Wahrscheinlichkeit, selbst Typ H zu sein. Beweise im Folgenden.

Einfluss ω auf die Risikohöhe:

$$p^*_{H,\bar{\iota}_{min}} = 1 - \frac{(1-\delta d_1)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}}{4r^+(1-\delta d_1)} = 1 - \frac{1}{4r^+}\left((r_0 + r^+) + \sqrt{(r_0 + r^+)^2 - \frac{8r^+ \ell}{1-\delta d_1}}\right).$$

$$mit\ \Upsilon = \left((1-\delta d_1)(r_0 + r^+)\right)^2 - 8r^+ \ell (1-\delta d_1).$$

$$\frac{dp^*_{H,\bar{\iota}_{min}}}{d\omega} = -\frac{(\delta_H - \delta_L)d_1(1-\delta_H d_1)}{(1-\delta d_1)\sqrt{\Upsilon}} < 0.$$

Einfluss ω auf die Kassenentscheidung bei konstanter Risikohöhe $\bar{p}_H$:

Hierfür wird die Differenz Δ''_H gebildet.

$$\Delta''_H = E\left(D_{c_m}\right)_{t=0} - E\left(D_{RM,c_H}\right)_{t=0}$$
$$= (1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1(r_0 - 1) - \omega \bar{p}_H (1-\delta d_1)(r_0 - (1-\bar{p}_H)r^+),$$

$$\frac{d\Delta''_H}{d\omega} = -(\delta_H - \delta_L)d_1(r_0 - 1) - \bar{p}_H(1-\delta d_1)(r_0 - (1-\bar{p}_H)r^+) < 0.$$

9.20 Beweis für Lemma 6.17

Der erwartete Konsum aller Einleger für die Entscheidung in t = 0 beträgt[204]

$$E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)r_0 - \omega p^*_H(1-\delta d_1)(r_0 - (1-p^*_H)r^+) + \omega p^*_H \ell \bar{\iota}_{min} - (1-\omega)\bar{p}_H \ell \bar{\iota}_{min},$$

$$E(D)_{IB} = \delta d_1 + (1-\delta d_1)r_0 - \omega p^*_H(1-\delta d_1)(r_0 - (1-p^*_H)r^+) + \omega p^*_H(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)d_1\bar{\iota}_{min} - (1-\omega)\bar{p}_H\omega(\delta_H - \delta_L)d_1\bar{\iota}_{min}.$$

Für den Einfluss der kurzfristigen Einlagenzinsen auf den erwarteten Konsum wird eine partielle Ableitung gebildet,

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dd_1} = \frac{\partial E(D)_{IB}}{\partial d_1} + \frac{\partial E(D)_{IB}}{\partial p^*_H}\frac{dp^*_H}{dd_1}.$$

Aufgrund der Optimalitätsbedingung von Entscheidungsstufe 4 ist $\frac{\partial E(D)_{IB}}{\partial p^*_H} = 0$.[205] Daher ist $\frac{dE(D)_{IB}}{dd_1} = \frac{\partial E(D)_{IB}}{\partial d_1}$.

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dd_1} = \delta - \delta r_0 + \omega p^*_H \delta (r_0 - (1-p^*_H)r^+) + \omega p^*_H(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)\bar{\iota}_{min} - (1-\omega)\bar{p}_H\omega(\delta_H - \delta_L)\bar{\iota}_{min}.$$

[204] Vgl. Lemma 6.11.
[205] Vgl. Proposition 6.8.

$\bar{p}_H = p_H^*$ eingesetzt und umgeformt folgt die Ableitung

$$\frac{dE(D)_{IB}}{dd_1} = -\delta\big[(1-\omega)(r_0-1) + \omega\big((1-p_H^*)r_H^* - 1\big)\big] \leq 0\ f\ddot{u}r\ c^* = c_M.$$

Im Fall von $-\delta\big[(1-\omega)(r_0-1) + \omega\big((1-p_H^*)r_H^* - 1\big)\big] > 0$ ist $c^* = c_H$, vgl. Lemma 6.15.

9.21 Beweis für Proposition 6.16

Da mit der Ausnahme der Liquidationserlöse s der Einfluss auf die Differenz $i_{max} - i_{min}$ nicht eindeutig gezeigt werden kann, muss ein „Trick“ angewendet werden. Dies ist möglich, da uns nur interessiert, welcher Einfluss bei Überschreitung der Grenze $i_{max} \geq i_{min}$ vorliegt. Wie sich die Differenz ansonsten verhält, ist für die Beantwortung der Frage nicht von Bedeutung. Es wird der Einfluss auf die Grenze $\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max} \geq 1$ untersucht. Sobald die Grenze $i_{max} \geq i_{min}$ überschritten wird, ist das gleichbedeutend mit der Überschreitung von $\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max} \geq 1$.[206] D. h., dass sich dann die Kreditvergabe bei Zinsen in Höhe der Zinsobergrenze nicht mehr lohnt. Der Vollständigkeit halber muss erwähnt werden, dass die Überschreitung von $\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max} \geq 1$ auch bedeuten kann, dass $i_{max} \geq i_{max,L}$ ist und sich dann aus diesem Grund die Kreditvergabe nicht mehr lohnt.[207] Dies stört aber bei der Untersuchung des Einflusses nicht.

$$\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max} = \frac{(r_0 + r^+)\sqrt{\Phi} - 2r_0r^+\left(1 - \delta - \frac{\mathscr{b}}{s}\right)}{\mathscr{b}r^+},$$

$$\text{mit } \Phi = r_0r^+(1-\delta)\left(1 - \delta - \frac{\mathscr{b}}{s}\right);$$

$$\mathscr{b} = (1-\omega)(\delta_H - \delta_L) \text{ und } \delta = \omega\delta_H + (1-\omega)\delta_L.$$

Voraussetzung für den Abschluss eines Interbankenkredits in Entscheidungsstufe 3 ist

$$\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max} \geq 1.$$

Daraus folgt

$$\Big(\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max} - 1\Big)\mathscr{b}r^+ \geq 0,$$

$$\mid\ \boldsymbol{\big(1 - p_{H,i_{max}}^*\big)i_{max}}\ \textbf{\textit{eingesetzt}},$$

$$(r_0 + r^+)\sqrt{\Phi} - 2r_0r^+\left(1 - \delta - \frac{\mathscr{b}}{s}\right) - \mathscr{b}r^+ \geq 0,$$

---

[206] Vgl. dazu auch die Erklärung zu Proposition 6.12.
[207] Vgl. Lemma 6.10.

$$| \quad + \boldsymbol{2r_0r^+\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)+\mathscr{b}r^+},$$

$$(r_0+r^+)\sqrt{\Phi} \geq 2r_0r^+\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)+\mathscr{b}r^+,$$

$$| \ (\quad)^2 \rightarrow \boldsymbol{beide\ Seiten\ positiv},$$

$$(r_0+r^+)^2r_0r^+(1-\delta)\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right) \geq \left(2r_0r^+\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)+\mathscr{b}r^+\right)^2,$$

$$| \ -\boldsymbol{\left(2r_0r^+\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)+\mathscr{b}r^+\right)^2},$$

$$(r_0+r^+)^2r_0r^+(1-\delta)\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)-4r_0^2{r^+}^2\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)^2-\mathscr{b}^2{r^+}^2-4r_0r^+\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)\mathscr{b}r^+ \geq 0,$$

$$| \ \boldsymbol{umformen},$$

$$\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)r_0r^+\left[(1-\delta)(r_0-r^+)^2+4\mathscr{b}r^+\left(\frac{r_0}{s}-1\right)\right]-\mathscr{b}^2{r^+}^2 \geq 0,$$

$$| \ :\left[\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right){r^+}^2\mathscr{b}\right],$$

$$\frac{1-\delta}{\mathscr{b}}(r_0-r^+)^2\frac{r_0}{r^+}+4r_0\left(\frac{r_0}{s}-1\right)-\frac{\mathscr{b}}{1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}} \geq 0,$$

$$\Delta_{Zins} = \frac{1-\delta}{\mathscr{b}}(r_0-r^+)^2\frac{r_0}{r^+}+4r_0\left(\frac{r_0}{s}-1\right)-\frac{\mathscr{b}}{1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}}.$$

Der Einfluss der Parameter ist wie folgt.

$$\frac{d\Delta_{Zins}}{d\omega} = (\delta_H-\delta_L)(1-\delta_H)\left[\frac{(r_0-r^+)^2}{\mathscr{b}^2}\frac{r_0}{r^+}+\frac{1}{\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)^2}\right] > 0,$$

$$\frac{di_{max}}{ds}-\frac{di_{min}}{ds} = -\frac{r_0r^+(1-\delta)}{s^2\sqrt{\Phi}} < 0,$$ [208]

$$\frac{d\Delta_{Zins}}{dr_0} = \frac{(1-\delta)(r_0-r^+)}{\mathscr{b}r^+}(3r_0-r^+)+4\left(2\frac{r_0}{s}-1\right) > 0$$

$$\frac{d\Delta_{Zins}}{dr^+} = -\frac{(1-\delta)(r_0-r^+)(r_0+r^+)r_0}{\mathscr{b}{r^+}^2} < 0,$$

208 Für i_{max} und i_{min} vgl. Abschnitt 6.3.5.

$$\frac{d\Delta_{Zins}}{d\delta_H} = -(1-\omega)(1-\delta_L)\left[\frac{(r_0-r^+)^2}{\mathscr{b}^2}\frac{r_0}{r^+} + \frac{1}{\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)^2}\right] < 0,$$

$$\frac{d\Delta_{Zins}}{d\delta_L} = (1-\omega)(1-\delta_H)\left[\frac{(r_0-r^+)^2}{\mathscr{b}^2}\frac{r_0}{r^+} + \frac{1}{\left(1-\delta-\frac{\mathscr{b}}{s}\right)^2}\right] > 0.$$

9.22 Beweis für Proposition 6.17

Bei $\Upsilon_{c_M} < 0$ und bei $i_{max,L} < 1$ sind Risikoanreize so hoch, dass unabhängig von der Zahlungsbereitschaft der Kreditnehmerbanken keine Interbankenkredite vergeben werden, vgl. Lemmata 6.9 und 6.10. Hier wird gezeigt, wie sich die Parameter auf beide Größen im Gleichgewicht, also bei mittlerer Kassenhaltung, auswirken.

1. Einfluss auf Υ_{c_M}

$$\Upsilon_{c_M} = \big((1-\delta)(r_0+r^+)\big)^2 - 8(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)r^+(1-\delta).$$

Im Fall von $\Upsilon_{c_M} < 0$ liegen zu hohe Risikoanreize vor, sodass bei mittlerer Kassenhaltung kein Interbankenmarkt entsteht. Für den Einfluss der Parameter darauf ist nur relevant, wann die Grenze $\Upsilon_{c_M} = 0$ überschritten wird. Daher kann für die komparative Statik ein Quotient mit einem positiven Nenner gebildet werden.

$$\bar{\Upsilon}_{c_M} = \frac{\Upsilon_{c_M}}{(1-\delta)} = (1-\delta)(r_0+r^+)^2 - 8(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)r^+.$$

Es gilt auch

$$\bar{\Upsilon}_{c_M} = (1-\delta)[(r_0+r^+)^2 - 8r^+] + (1-\delta_H)8r^+,$$

$$\rightarrow Bei\ 8r^+ < (r_0+r^+)^2\ ist\ \bar{\Upsilon}_{c_M}\ stets\ positiv.$$

$$\bar{\Upsilon}_{c_M} = (r_0+r^+)[(1-\delta)(r_0+r^+) - 4\mathscr{b}] + 4\mathscr{b}(r_0-r^+),$$

$$\rightarrow Bei\ 4\mathscr{b} < (1-\delta)(r_0+r^+)\ ist\ \bar{\Upsilon}_{c_M}\ stets\ positiv.$$

Der Einfluss der Parameter ist wie folgt.

$$\frac{d\bar{\Upsilon}_{c_M}}{d\omega} = (\delta_H-\delta_L)[8r^+ - (r_0+r^+)^2] > 0\ oder\ kein\ Einfluss,$$

$$\frac{d\bar{\Upsilon}_{c_M}}{ds} = 0,$$

$$\frac{d\overline{\Upsilon}_{\mathrm{c_M}}}{dr_0} = 2(1-\delta)(r_0 + r^+) > 0,$$

$$\frac{d\overline{\Upsilon}_{\mathrm{c_M}}}{dr^+} = -2[4\mathscr{b} - (1-\delta)(r_0 + r^+)] < 0 \; oder \; kein \; Einfluss,$$

$$\frac{d\overline{\Upsilon}_{\mathrm{c_M}}}{d\delta_H} = -\omega(r_0 + r^+)^2 - 8(1-\omega)r^+ < 0,$$

$$\frac{d\overline{\Upsilon}_{\mathrm{c_M}}}{d\delta_L} = (1-\omega)[8r^+ - (r_0 + r^+)^2] > 0 \; oder \; kein \; Einfluss.$$

2. Einfluss auf $\boldsymbol{i_{max,L}}$

Es ist nur die Frage relevant, wann die Grenze $i_{max,L} = 1$ durchbrochen wird.

$$i_{max,L} = \frac{(1-\delta)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}}{2(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)},$$

$$mit \; \Upsilon = \big((1-\delta)(r_0 + r^+)\big)^2 - 8r^+\mathscr{b}(1-\delta).$$

$$\frac{di_{max,L}}{d\omega} = \frac{(1-\delta_H)\big[(r_0 + r^+)\big(i_{max,L} - 1\big) + (r_0 - r^+)\big]}{(1-\omega)\sqrt{\Upsilon}} > 0 \; bei \; i_{max,L} = 1,$$

$$\frac{di_{max,L}}{ds} = 0,$$

$$\frac{di_{max,L}}{dr_0} = \frac{(1-\delta)\Big((1-\delta)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}\Big)}{2(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)\sqrt{\Upsilon}} > 0,$$

$$\frac{di_{max,L}}{dr^+} = -\frac{(1-\delta)\big(2 - i_{max,L}\big)}{\sqrt{\Upsilon}} < 0 \; bei \; i_{max,L} = 1,$$

$$\frac{di_{max,L}}{d\delta_H} = -\frac{(1-\delta_L)\big[(r_0 + r^+)\big(i_{max,L} - 1\big) + (r_0 - r^+)\big]}{(\delta_H - \delta_L)\sqrt{\Upsilon}} < 0 \; bei \; i_{max,L} = 1,$$

$$\frac{di_{max,L}}{d\delta_L} = (1-\delta_H)\frac{(r_0 + r^+)\big(i_{max,L} - 1\big) + (r_0 - r^+)}{(\delta_H - \delta_L)\sqrt{\Upsilon}} > 0 \; bei \; i_{max,L} = 1.$$

9.23 Beweis für Proposition 6.18

$$p^*_{H,i_{min}} = \frac{(1-\delta)(3r^+ - r_0) - \sqrt{\Upsilon}}{4r^+(1-\delta)} = \frac{3r^+ - r_0}{4r^+} - \frac{\sqrt{(r_0 + r^+)^2 - \frac{8r^+(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)}{(1-\delta)}}}{4r^+},$$

$$\Upsilon = \big((1-\delta)(r_0 + r^+)\big)^2 - 8r^+(1-\omega)(\delta_H - \delta_L)(1-\delta).$$

Der Einfluss der Parameter auf die Risikohöhe bei mittlerer Kassenhöhe c_M ist wie folgt.

$$\frac{dp^*_{H,i_{min}}}{d\omega} = -\frac{(\delta_H - \delta_L)(1-\delta_H)}{(1-\delta)\sqrt{\Upsilon}} < 0,$$

$$\frac{dp^*_{H,i=i_{min}}}{ds} = 0,$$

$$\frac{dp^*_{H,i_{min}}}{dr_0} = -\frac{(1-\delta)(r_0 + r^+) + \sqrt{\Upsilon}}{4r^+\sqrt{\Upsilon}} < 0,$$

$$\frac{dp^*_{H,i_{min}}}{dr^+} = \frac{\big((1-\delta)r_0 - \mathscr{b}\, i_{min}\big)(r_0 + r^+)}{4{r^+}^2\sqrt{\Upsilon}} + \frac{(1-\delta)(r_0 - r^+) + \sqrt{\Upsilon}}{8{r^+}^2(1-\delta)} > 0,$$

$$\frac{dp^*_{H,i_{min}}}{d\delta_H} = \frac{4(1-\omega)(1-\delta_L)}{(1-\delta)\sqrt{\Upsilon}} > 0,$$

$$\frac{dp^*_{H,i_{min}}}{d\delta_L} = -\frac{4(1-\omega)(1-\delta_H)}{(1-\delta)\sqrt{\Upsilon}} < 0.$$

9.24 Herleitung zu Proposition 6.19

Eine Begrenzung der Kredithöhe $\mathscr{b}$ bei mittlerer Kassenhöhe c_M bedeutet gleichzeitig auch, dass die Banken mit Liquiditätsdefizit stattdessen einen Anteil der langfristigen Investition verkaufen müssen und $\lambda_H > 0$ ist. Aus der Budgetrestriktion $c + \mathscr{b} + (1-c)\lambda_H s = \delta_H d_1$ folgt bei mittlerer Kassenhöhe $c = \delta$ und kurzfristigen Einlagenzinsen von $d_1^* = 1$

$$\lambda_H = \frac{(1-\omega)(\delta_H - \delta_L) - \mathscr{b}}{(1-\delta)s},$$

$$(1-c)(1-\lambda_H) = 1 - \delta - \frac{(1-\omega)(\delta_H - \delta_L) - \mathscr{b}}{s},$$

$$\Upsilon = \left(1 - \delta - \frac{(1-\omega)(\delta_H - \delta_L) - \mathscr{b}}{s}\right)^2 (r_0 + r^+)^2 - 8r^+\mathscr{b}\left(1 - \delta - \frac{(1-\omega)(\delta_H - \delta_L) - \mathscr{b}}{s}\right).$$

Die Risikohöhe sowie der Einfluss des Interbankenkreditvolumens bei konstanter mittlerer Kassenhöhe ist dann

$$p^*_{H,\mathrm{c_M},i_{min}} = 1 - \frac{1}{4r^+}\left(r_0 + r^+ + \sqrt{(r_0 + r^+)^2 - \frac{8r^+\mathscr{b}}{1 - \delta - \frac{(1-\omega)(\delta_H - \delta_L) - \mathscr{b}}{s}}}\right),$$

$$\frac{dp^*_{H,c_M,i_{min}}}{d\mathscr{b}} = \frac{1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)}{s}}{\left(1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)-\mathscr{b}}{s}\right)\sqrt{\Upsilon}} > 0.^{209}$$

Eine Einschränkung des Kreditvolumens vermindert die Risikoanreize, auch wenn Banktyp H dadurch höhere Kosten hat.

9.25 Numerische Auswertung zu Partialmodell III: Einfluss des Risikozuschlags auf die optimale Kassenhaltung

In der Abbildung 6.16 in Abschnitt 6.4.2 war hauptsächlich der Einfluss des Risikozuschlags r^+ auf die Wahl zwischen der mittleren und der hohen Kassenhaltung zu sehen. Dieses Schaubild stellt eine Ergänzung dazu dar mit dem Einfluss auf die Wahl zwischen mittlerer Kassenhaltung c_M und niedriger c_L, mit

$$s = 0{,}9; r_0 = 1{,}1; \delta_H = 0{,}6; \delta_L = 0{,}1.$$

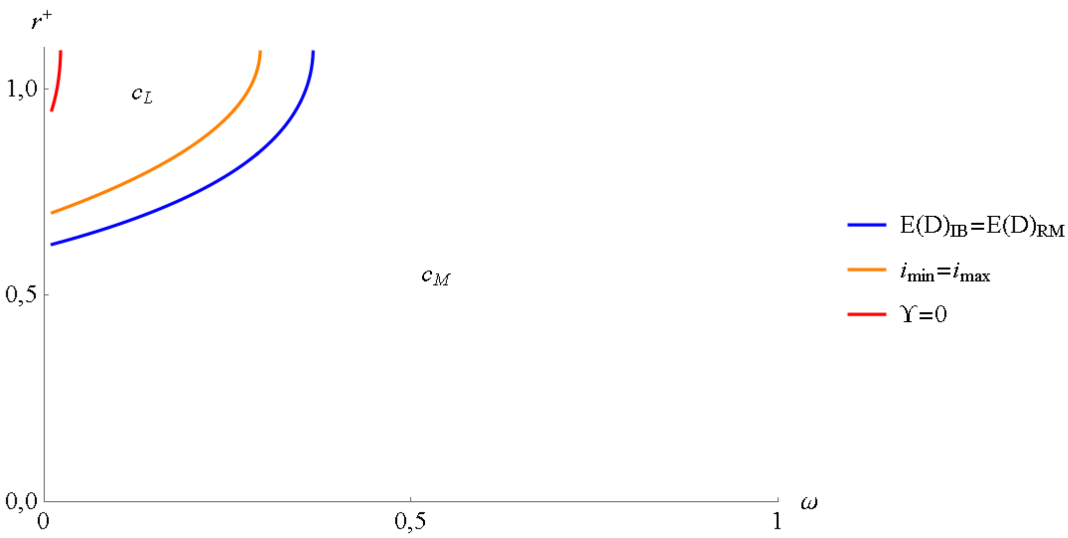


Abbildung 9.10: Einfluss des Risikozuschlags und der Wahrscheinlichkeit für den hohen frühen Einlagenabzug auf die Entscheidung zwischen mittlerer und niedriger Kassenhaltung in Partialmodell III.

[209] $1-\delta-\frac{(1-\omega)(\delta_H-\delta_L)}{s} > 0$ aufgrund der Randbedingung $\lambda_{H,c_L} < 1$.

10 Literaturverzeichnis

Acharya, V. V./ D. Gromb/ T. Yorulmazer (2011): Imperfect competition in the interbank market for liquidity as a rationale for central banking, in: American Economic Journal: Macroeconomics 4.2, S. 184-217.

Acharya, V. V./ D. Skeie (2011): A model of liquidity hoarding and term premia in inter-bank markets, in: Journal of Monetary Economics 58.5, S. 436-447.

Acharya, V. V./ H. S. Shin/ T. Yorulmazer (2009): Endogenous choice of bank liquidity: the role of fire sales, Bank of England Working Paper.

Acharya, V. V./ H. S. Shin/ T. Yorulmazer (2010): Crisis resolution and bank liquidity, in: Review of Financial Studies 24.6, S. 1-40.

Acharya, V. V./ O. Merrouche (2012): Precautionary hoarding of liquidity and interbank markets: Evidence from the subprime crisis, in: Review of Finance 17.1, S. 107-160.

Afonso, G./ A. Kovner/ A. Schoar (2013): Trading partners in the interbank lending market, FRB of New York Staff Report Nr. 620, S. 1-50.

Allen, F./ A. Babus/ E. Carletti (2009): Financial Crises: Theory and evidence, in Annual Review of Financial Economics 1.1, S. 97-116.

Allen, F./ D. Gale (2000a): Financial contagion, in: Journal of Political Economy 108.1, S. 1-33.

Allen, F./ D. Gale (2000b): Comparing financial systems, MIT Press.

Angelini, P./ A. Nobili/ C. Picillo (2011): The interbank market after August 2007: What has changed, and why?, in: Journal of Money, Credit and Banking 43.5, S. 923-958.

Ashcraft, A./ J. McAndrews/ D. Skeie (2011): Precautionary reserves and the interbank market, in: Journal of Money, Credit and Banking 43, S. 311-348.

BaFin (2009): Jahresbericht der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht.

Baglioni, A. (2012): Liquidity crunch in the interbank market: Is it credit or liquidity risk, or both?, in: Journal of Financial Services Research 41, S. 1-18.

Berrospide, J. M. (2012): Bank liquidity hoarding and the financial crisis: An empirical evaluation, Working Paper.

BIS (2008): Financial markets, Annual Report Nr. 78, S. 92-116.

BIS (2009): The global financial crisis, Annual Report Nr. 79, S. 16-36.

BIS/ BCBS (2013): Literature review of factors relating to liquidity stress – extended version, BIS Working Paper 25, S. 1-24.

Blasques, F./ F. Bräuning/ I. Van Lelyveld (2018): A dynamic network model of the unsecured interbank lending market, in: Journal of Economic Dynamics and Control 90, S. 310-342.

Boyd, J. H. / G. De Nicolo (2005): The theory of bank risk taking and competition revisited, in: Journal of Finance 60.3, S. 1329-1343.

Bräunung, F./ F. Fecht (2017): Relationship lending in the interbank market and the price of liquidity, in: Review if Finance 21.1, S. 33-75.

Brossard, O./ S. Saroyan (2016): Hoarding and short-squeezing in times of crisis: Evidence from the Euro overnight money market, in: Journal of International Financial Markets, Institutions and Money 40, S. 163-185.

Bruche, M./ J. Suarez (2010): Deposit insurance and money market freezes, in: Journal of Monetary Economics 57.1, S. 45-61.

Brunnermeier, M. (2009): Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-08, in: Journal of Economic Perspectives 23.1, S- 77-100.

Brusco, S./ F. Castiglionesi (2007): Liquidity coninsurance, moral hazard, and financial contagion, in: Journal of Finance 62.5, S. 2275-2302.

Caballero, R. J./ A. Krishnamurthy (2008): Collective risk management in a flight to quality episode, in: Journal of Finance 63.5, S. 2195-2230.

Caballero, R./ A. Simsek, (2009): Complexity and financial panics, National Bureau of Economic Research.

Cook, D./ L. Spellman (1994): Repudiation risk and restitution costs: toward understanding premiums on insured deposits, in: Journal of Money, Credit and Banking 26.3, S. 439-459.

Cooper, R./ T. Ross (2002): Bank runs: Deposit insurance and capital requirements, in: International Economic Review 43.1, S. 55-72.

De Haan, L. / J. W. van den End (2013): Banks' responses to funding liquidity shocks: Lending adjustment, liquidity hoarding and fire sales, in: Journal of International Financial Markets, Institutions and Money 26, S. 152-174.

Deutsche Bundesbank (2008a): Finanzmärkte, Monatsbericht November 2008, S. 35-48.

Deutsche Bundesbank (2008b): Geldpolitik und Bankgeschäft, Monatsbericht November 2008, S. 22-34.

Deutsche Bundesbank (2008c): Zur Steuerung von Liquiditätsrisiken in Kreditinstituten, Monatsbericht September 2008, S. 59-74.

Deutsche Bundesbank (2009): Finanzstabilitätsbericht 2009, S.7-126.

Deutsche Bundesbank (2011): Konsequenzen für die Geldpolitik aus der Finanzkrise, Monatsbericht März 2011, S. 55-71.

Deutsche Bundesbank (2012): Schwerpunkte des Monatsberichts April 2012.

Deutsche Bundesbank (2014a): Implikationen der Geldmarktsteuerung des Eurosystems während der Finanzkrise, Monatsbericht April 2014, S. 39-63.

Deutsche Bundesbank (2014b): Geldpolitik und Bankgeschäft, Monatsbericht August 2014, S. 30-50,

Diamond D./ P. Dybvig (1983): Bank runs, deposit insurance, and liquidity, in: Journal of Political Economy 91.3, S. 401-419.

Diamond, D./ R. Rajan (2011): Fear of fire sales, illiquidity seeking, and credit freezes, in: Quarterly Journal of Economics 126.2, S. 557-591.

EBA (2013): Basel III Monitoring Exercise vom 25.09.2013, veröffentlicht auf der Homepage der EBA.

Flannery, M. (1996): Financial crises, payment system problems, and discount window lending, in: Journal of Money, Credit and Banking 28.4, S. 804-824.

Flannery, M./ S. Kwan/ M. Nimalendran (2013): The 2007-2009 financial crisis and bank opaqueness, in: Journal of Financial Intermediation 22.1, S. 55-84.

Freixas, X. / J. Jorge (2008): The role of interbank markets in monetary policy: A model with rationing, in: Journal of Money, Credit and Banking 40.6, S. 1151-1176.

Freixas, X./ C. Holthausen (2004): Interbank market integration under asymmetric information, in: Review of Financial Studies 18.2, S. 459-490.

Furfine, C. (2002): The interbank market during a crisis, in: European Economic Review 46.4-5, S. 809-820.

Gabrieli, S./ C. P. Georg (2014): A network view on interbank market freezes, Working Paper, S. 1-40.

Gai, P./ S. Kapadia (2010): Liquidity hoarding, network externalities, and interbank market collapse, in: Proceedings of the Royal Society 466.2401-2423, S. 2401-2423.

Gale, D./ T. Yorulmazer (2013): Liquidity hoarding, in: Theoretical Economics 8.2, S. 291-324.

Gale, D./ X. Vives (2002): Dollarization, bailouts, and the stability of the banking system, in: Quarterly Journal of Economics 117.2, S. 1377-1420.

Guembel, A./ O. Sussman (2010): Liquidity, contagion and financial crisis, Working Paper.

Heider, F./ M. Hoerova/ C. Holthausen (2015): Liquidity hoarding and interbank market spreads: The role of counterparty risk, in: Journal of Financial Economics 118.2, S. 336-354.

Hellwig, M. (2018a): Zehn Jahre nach der Lehman-Pleite - Finanzmärkte stabil? Was wäre, wenn der Lehman-Konkurs heute stattfände, Wirtschaftsdienst, S. 539-542.

Hellwig, M. (2018b): Germany and the financial crises 2007–2017, Manuskript, Annual Macroprudential Conference, Sveriges Riksbank, Stockholm.

Iyer, R./ J. L. Peydró/ S. da-Rocha-Lopes/ A. Schoar (2013): Interbank liquidity crunch and the firm credit crunch: Evidence from the 2007–2009 crisis, in: Review of Financial Studies 27.1, S. 347-372.

Iyer, R./ M. Puri (2012): Understanding bank runs: the importance of depositor-bank relationships and networks, in: American Economic Review 102.4, S. 1414–1445.

Jensen, M. C./ W. H. Meckling (1976): Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure, in: Journal of Financial Economics 3, S. 305-360.

Jorge, J./ C. Kahn (2014): Liquidity freezes under adverse selection, Working Paper.

Keeley, M. C. (1990): Deposit insurance, risk, and market power in banking, in: American Economic Review, S. 183-1200.

Kharroubi, E. (2015): Liquidity squeeze, abundant funding and macroeconomic Volatility, BIS Working Papers No 498, S. 1-31.

Kharroubi, E./ E. Vidon (2008): Liquidity, moral hazard and inter-bank market collapse, Banque de Frances, Notes d'études et de recherché, S. 2-39.

Kröner, A./ Y. Osman (2020): Finanzaufsicht kontrolliert täglich Liquidität von Großbanken, veröffentlicht am 30.03.2020, in: www.handelsblatt.com, abgerufen am 20.04.2020 unter https://www.handelsblatt.com/finanzen/geldpolitik/interbankenmarkt-finanzaufsicht-kontrolliert-taeglich-liquiditaet-von-grossbanken/25693560.html?ticket=ST-1588977-tNewnrt-BWxqpDY74fCRQ-ap4.

Luz, G./ W. Neus/ M. Schaber/ P. Schneider/ C.-P. Wagner, M. Weber (2015): CRR visuell – Die neuen EU-Vorschriften der Capital Requirements Regulation, 2. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag.

Luz, G./ W. Neus/ M. Schaber/ P. Schneider/ C.-P. Wagner, M. Weber (2020): CRR visuell – Die neuen EU-Vorschriften der Capital Requirements Regulation, 3. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag.

Malherbe, F. (2014): Self-fulfilling liquidity dry-ups, in: Journal of Finance 69.2, S. 947-970.

Martinez Peria, M. S./ S. L. Schmukler (2001): Do depositors punish banks for bad behavior? Market discipline, deposit insurance, and banking crises, in: Journal of Finance 56.3, S. 1029-1051.

Mutu, S./ E. Corovei (2013): Liquidity hoarding behavior during the financial crisis. Empirical evidence from the European banking system, Working Paper.

Stützel, W. (1964): Bankpolitik heute und morgen: ein Gutachten, Knapp Fritz GmbH.

Tirole, J. (2011): Illiquidity and all its Friends, in: Journal of Economic Literature 49.2, S. 287-325.

Zawadowski, A. (2011): Interwoven lending, uncertainty, and liquidity hoarding, Working Paper.