

Technical Paper

Risiken im Unternehmenskreditgeschäft inländischer Banken

08/2021

Christoph Memmel
Christoph Roling

Editorial Board:

Emanuel Moench
Stephan Kohns
Alexander Schulz
Benjamin Weigert

Deutsche Bundesbank, Wilhelm-Epstein-Straße 14, 60431 Frankfurt am Main,
Postfach 10 06 02, 60006 Frankfurt am Main

Tel +49 69 9566-0

Please address all orders in writing to: Deutsche Bundesbank,
Press and Public Relations Division, at the above address or via fax +49 69 9566-3077

Internet <http://www.bundesbank.de>

Reproduction permitted only if source is stated.

Non-technical summary

Corporate loans are an important part of banks' balance sheets and they react strongly to macroeconomic developments. In this paper, we present a scenario analysis to obtain losses in the corporate loan portfolio. We proceed in two steps: First, we design adverse scenarios for credit losses in different industries. Second, we apply these adverse scenarios to the German banking system.

We present two methods to design plausible adverse scenarios. First, we study the historical distribution of loss rates in different industries. Second, we estimate the relationship between the loss rate in a given industry and GDP growth, and then use these estimates to derive losses for a given adverse scenario of GDP growth. When applying the loss rates from either approach to the loan portfolio, we use a bank's on-balance exposure to different industries, and expand this exposure in adverse scenarios by making assumptions on the usage of credit lines. We deduct losses on corporate loans from a bank's equity. In addition, we model the increase in risk weights for those banks that use internal models to determine their regulatory capital requirements. Both loan losses and increasing risk weights lower the capital ratio in adverse scenarios.

In this scenario analysis, the aggregate capital ratio falls by 1.1 to 2.4 percentage points, depending on the severity of the scenario. No bank breaches the minimum capital requirements. When interpreting the results, note that we only consider corporate loans in this analysis. Losses from other loan portfolios or risks from the trading portfolio are not included.

Nichttechnische Zusammenfassung

Unternehmenskredite sind ein wesentlicher Bestandteil in den Bilanzen der Banken und reagieren erheblich auf makroökonomische Entwicklungen. In diesem Papier stellen wir eine Szenario-Analyse vor, aus der wir Verluste des Unternehmenskreditportfolios ableiten. Wir gehen in zwei Schritten vor: Zuerst entwerfen wir Stress-Szenarien für Kreditverluste in einzelnen Branchen. Danach wenden wir diese Stress-Szenarien auf das deutsche Bankensystem an.

Wir zeigen zwei Methoden auf, mit denen plausible Stress-Szenarien entworfen werden können: Zum einen, indem die historische Verteilung der Verlustquoten in den einzelnen Branchen betrachtet wird, und zum anderen, indem ein Zusammenhang zwischen den Verlustquoten und dem Wirtschaftswachstum geschätzt wird und dann ein Stress-Szenario für das Wirtschaftswachstum zugrunde gelegt wird. In beiden Fällen verwenden wir die bilanziellen Forderungen einer Bank und erweitern sie in Stress-Szenarien um einen Teil der Kreditzusagen, indem wir Annahmen zu deren Nutzung treffen. Die Verluste, die in einem Stress-Szenario einer Bank entstehen, ziehen wir von ihrem Eigenkapital ab; bei Banken, die das Kreditrisiko mit internen Verfahren bestimmen, wird zusätzlich modelliert, wie sich die aufsichtlich geforderte Eigenkapitalunterlegung (Risikogewichte) im Stress-Szenario ändert. Sowohl Kreditverluste als auch ein Anstieg der Risikogewichte senken die Eigenkapitalquote in den Stress-Szenarien.

Je nach Schwere des Stress-Szenarios sinkt die Eigenkapitalquote um 1,1 bis 2,4 Prozentpunkte im Aggregat, wobei keine der Banken die Eigenkapitalanforderungen unterschreitet. Bei der Deutung der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass das Kreditportfolio für Unternehmenskredite isoliert einem Stress unterzogen wurde; Risiken aus dem Handelsportfolio oder anderen Teilen des Kreditportfolios bleiben unberücksichtigt.

Risiken im Unternehmenskreditgeschäft inländischer Banken

Christoph Memmel¹ und Christoph Roling^{2,3}

10. November 2021

Es wird ein empirischer Ansatz vorgestellt, wie die Kreditrisiken im Unternehmenskreditportfolio untersucht werden können. Dabei werden Stress-Szenarien für Verlustquoten auf der Ebene der einzelnen Sektoren historisch ermittelt. Alternativ schätzen wir die empirische Assoziation zwischen Verlusten im Kreditgeschäft und dem Wirtschaftswachstum, wobei diese dann auf ein Szenario adversen Wirtschaftswachstums angewendet wird. Bei Banken, die die notwendige Eigenkapitalunterlegung im Kreditportfolio mit einem internen Ansatz bestimmen, modellieren wir zusätzlich einen Anstieg der Risikogewichte.

Keywords: Kreditrisiko, Ausfallwahrscheinlichkeit, Stress Test

JEL classification: C53, G01, G17, G21.

¹Deutsche Bundesbank, Wilhelm-Epstein-Str. 14, 60431 Frankfurt am Main, Germany. Phone: +49-69-9566-4421, E-mail: christoph.memmel@bundesbank.de

²Deutsche Bundesbank, Wilhelm-Epstein-Str. 14, 60431 Frankfurt am Main, Germany. Phone: +49-69-9566-3044, E-mail: christoph.roling@bundesbank.de

³Haftungsausschluss: Die hier geäußerten Ansichten spiegeln nicht zwangsläufig die Meinung der Deutschen Bundesbank oder des Eurosystems wider.

1 Motivation und Ergebnisse

Im Folgenden stellen wir einen empirischen Ansatz vor, mit dem die möglichen Verluste im Unternehmenskreditgeschäft mittels einer Szenario-Analyse untersucht werden können.

Dieser Ansatz ist ein zentraler Bestandteil der Szenario-Analysen, die im Finanzstabilitätsbericht 2021 vorgestellt werden, siehe [Deutsche Bundesbank \(2021b\)](#). Das Technische Papier motiviert das zugrunde liegende methodische Vorgehen und belegt die Robustheit der dort diskutierten Ergebnisse.

Ausgangspunkt der Analyse sind Verlustquoten im Kreditgeschäft, also das Verhältnis aus den Wertberichtigungen, die Banken in der Vergangenheit innerhalb eines Jahres bei Unternehmenskrediten verzeichneten, zum Bestand der ausstehenden Forderungen. Da Kreditnehmer in verschiedenen Branchen (z. B. Landwirtschaft, Industrie, Dienstleistungen) unterschiedlich stark von einem wirtschaftlichen Einbruch betroffen sein können, wird die historische Verteilung dieser Verlustquoten je Branche betrachtet.

Die aus diesen historischen Verlustquoten abgeleiteten Stress-Szenarien unterscheiden sich in der Schwere des unterstellten wirtschaftlichen Schocks. Im ersten Szenario werden die historisch größten Verlustquoten für ausgewählte, von der Pandemie besonders betroffene Branchen, wie etwa den Handel oder Teile der Dienstleistungsbranche, wie das Gastgewerbe, auf das gegenwärtige Kreditportfolio der Banken übertragen, während die übrigen Branchen nur einen milden Stress erfahren.

Im zweiten Szenario wird diese Annahme verschärft, indem die historisch größten Verlustquoten für alle Branchen verwendet werden. Da die Pandemie in den der Analyse zugrundeliegenden Daten ohne Vorbild ist, wird in einem dritten Szenario der Maximalwert der Verlustquoten zusätzlich um zwei Standardabweichungen erhöht. In allen Szenarien wird ein einjähriger Horizont angenommen. Die drei Stress-Szenarien werden mit einem Basisszenario verglichen, in dem die Verlustquoten um 40%¹ in allen Branchen ansteigen.

¹Siehe auch [Deutsche Bundesbank \(2020\)](#).

Die Analyse betrachtet Forderungen der Banken gegenüber Kreditnehmern in unterschiedlichen Branchen und schließt die inländische und ausländische Kreditvergabe ein. Dabei wird eine statische Bilanz unterstellt, so dass sich der Forderungsbestand und die Zusammensetzung des Kreditportfolios im betrachteten Horizont von einem Jahr nicht verändert.

In [Tabelle 1](#) sind die Verluste im Unternehmenskreditgeschäft in Prozent der Forderungen dargestellt. Im Vergleich zum Basisszenario verdreifachen sich die Verlustquoten im Stress-Szenario 1 und erhöhen sich um etwa den Faktor 6 im schärfsten Stress-Szenario 3.

Das harte Kernkapital (CET-1) kann als das maßgebliche Potenzial der Banken zur Absorption von Verlusten aufgefasst werden. Die Verluste betragen im Basisszenario etwa 1,5 % des CET-1. Im schärfsten Szenario 3 steigt dieser Anteil auf rund 10 % an.

Die hier ermittelten Verluste im Kreditgeschäft können ferner herangezogen werden, um die regulatorische Kapitalquote der inländischen Banken zu untersuchen. Dazu wird die Analyse um zwei Aspekte ergänzt.

Erstens steigen in einer wirtschaftlichen Krisen in der Regel auch die Risikogewichte der Kredite an. Regulatorisch gesehen ergibt sich ein daraus folgender Anstieg der risikogewichteten Aktiva (RWA) besonders bei Banken, die die aufsichtlich notwendige Eigenkapitaluntergelung im Kreditportfolio mit internen Ansätzen bestimmen ("IRBA-Banken"). In der vorliegenden Analyse wird ein Anstieg der Risikogewichte simuliert. Dabei werden die Ausfallwahrscheinlichkeiten aus den obigen Szenarien zugrundegelegt. Der Anstieg der RWA senkt bei diesen Banken die harte Kernkapitalquote (CET-1 in Prozent der RWA).

Zweitens müssen neben dem Unternehmenskreditgeschäft weitere Geschäftstätigkeiten der Banken berücksichtigt werden. In dieser Analyse wird eine vereinfachende Annahme getroffen: Es wird unterstellt, dass sich die Erträge der Banken (etwa das Zinsergebnis) und die Aufwendungen der Banken, die nicht auf die Wertberichtigungen im Unternehmenskreditgeschäft entfallen (wie etwa der Personalaufwand), gegenseitig aufheben. Damit

entsprechen die hier ermittelten Verluste dem Jahresüberschuss. Die verzeichneten Verluste schmälern somit das Eigenkapital der Banken.

[Abbildung 1](#) stellt die Kapitalisierung des Bankensystems in den Stress-Szenarien dar. Im Aggregat reduziert sich die harte Kernkapitalquote (CET-1/RWA) im Basisszenario leicht um 0,4 Prozentpunkte, während der Rückgang in den Stress-Szenarien zwischen 1,1 und 2,4 Prozentpunkte beträgt. Kein Institut unterschreitet die Kapitalanforderungen (Säule 1 + harte Anforderungen Säule 2). Vergleicht man den Median von 1,1 mit dem gewichteten Mittel von 2,4 in [Abbildung 1](#) (unteres rechtes Bild), so zeigt sich, dass die größeren Banken einen höheren Rückgang ihrer Kapitalisierung verzeichnen als kleinere Banken.

Einige dieser größeren Banken verwenden für die Bestimmung der Risikogewichte im Kreditportfolio einen internen Ansatz, wobei in den Stress-Szenarien der Anstieg dieser Risikogewichte im Zuge gestiegener Ausfallwahrscheinlichkeiten berücksichtigt wird. Daher geht die Eigenkapitalquote bei den größeren Banken auch aufgrund eines Anstiegs der RWA stärker zurück als bei kleineren Instituten, bei denen fest vorgegebene Risikogewichte verwendet werden, so dass die RWA bei diesen Banken bei Annahme einer statischen Bilanz unverändert bleiben.

Bei dem obigen Vorgehen handelt es sich um eine rein historisch-statistische Analyse. Die Szenarien werden ad-hoc aus der historischen Verteilung der Verlustquoten abgeleitet. Alternativ kann man von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt (BIP) ausgehen. In einem ökonometrischen Modell wird die Korrelation zwischen der Veränderung des BIP und den Verlusten bei Unternehmenskrediten geschätzt. Mit Hilfe dieser geschätzten Korrelation und vorgegebenen Pfaden, die die Entwicklung des BIP bis Ende 2023 in mehreren Szenarien beschreiben, können dann ebenfalls schlagend werdende Kreditrisiken untersucht werden. Im Gegensatz zu der zuvor beschriebenen Szenario-Analyse, die einen Horizont von einem Jahr betrachtet, werden hier die Entwicklungen in der mittleren Frist von etwa drei Jahren untersucht.

Es zeigt sich, dass es einen statistisch signifikanten, negativen Zusammenhang zwischen dem Wachstum des realen BIP und Ausfällen im Kreditgeschäft gibt. Allerdings besteht Unsicherheit über die Höhe dieser negativen Korrelation. Bezieht man das Jahr 2020 in die Schätzung des ökonometrischen Modells ein, so fällt die geschätzte Korrelation schwächer aus als wenn die Schätzung im Jahr 2019, vor dem Beginn der Pandemie, endet. Der Grund für diese Diskrepanz besteht in einem nur moderaten Anstieg der Verluste im Kreditgeschäft im Jahre 2020, während das BIP gleichzeitig stark zurückging.

Um der Unsicherheit über den Zusammenhang zwischen der realwirtschaftlichen Entwicklung und schlagend werdenden Kreditrisiken Rechnung zu tragen, führen wir die Szenario-Analyse sowohl mit der Korrelation durch, die das Jahr 2020 aus der Schätzung ausschließt, als auch mit der Korrelation, die man erhält, wenn das Jahr 2020 in die Analyse einfließt. Die Ergebnisse sind in [Abbildung 14](#) und [Tabelle 7](#) dargestellt.

Legt man die (im Betrag) höhere Korrelation zugrunde, so geht die CET1-Quote im Aggregat um etwa 1,7 Prozentpunkte zurück. Wird die niedrigere Korrelation verwendet, so beträgt der Rückgang 1,4 Prozentpunkte.

Bei der vorgestellten Szenario-Analyse handelt es sich um eine isolierte Betrachtung des Risikos aus der Kreditvergabe an Unternehmen. Die Analyse kann um die Auswirkungen eines Kreditrisikos aus Wohnimmobilienkrediten oder eines schlagend werdenden Marktrisikos erweitert werden.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Bestandteile der Szenario-Analyse ausgeführt. [Abschnitt 2](#) stellt die Historie der Verlustquoten dar. In einem alternativen Ansatz wird die Verlustquote in den einzelnen Branchen mit dem BIP-Wachstum erklärt ([Abschnitt 3](#)). Die Forderungen der Banken sind Gegenstand im [Abschnitt 4](#) und im [Abschnitt 5](#) werden die Verluste, die in einem Stress-Szenario entstehen, berechnet. Im [Abschnitt 6](#) legen wir dar, wie bei Banken, die aufsichtlich einen internen Ansatz im Kreditportfolio verwenden, die Risikogewichte, die den Krediten beizulegen sind, ansteigen.

Im [Abschnitt 7](#) werden die Ergebnisse der vorangehenden Abschnitte zusammengeführt. Im [Abschnitt 8](#) ordnen wir die Ergebnisse ein.

2 Historische Verlustquoten im Unternehmenskreditgeschäft

Zur Definition der Verlustquoten werden zwei Quellen herangezogen: Die Kreditnehmerstatistik und die Evidenzzentrale für Millionenkredite, das Kreditregister. Die Kreditnehmerstatistik erfasst die Kreditvergabe an inländische Unternehmen und Privatpersonen. In der Evidenzzentrale für Millionenkredite werden darüber hinaus auch die Kreditvergabe an ausländische Unternehmen, Staaten und öffentliche Stellen erfasst, sofern sie eine Schwelle von einer Million Euro überschreiten.

2.1 Verlustquoten auf Grundlage der Kreditnehmerstatistik

Die Verlustquote in der Branche b und in dem Jahr t ergibt sich aus der Summe der Bewertungskorrekturen pro Jahr und dem durchschnittlichen jährlichem Forderungsbestand im Bankensystem:

$$\text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Bewertungskorrekturen}_{i,t,q,b}}{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b}}, \quad (1)$$

wobei $\text{Bewertungskorrekturen}_{i,t,q,b}$ die Bewertungskorrekturen bezeichnet, die von Bank i im Jahr t und im Quartal q , $q \in \{1, 2, 3, 4\}$, und in der Branche b vorgenommen wurden, $t = 2002, \dots, 2020$ und $b = 1, 2, \dots, B$. Die Bewertungskorrekturen umfassen Veränderungen von Einzelwertberichtigungen sowie vorgenommene Abschreibungen oder Zuschreibungen auf Not leidende Forderungen.² Analog bezeichnet $\text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b}$ den Bestand der ausstehenden Forderungen.

²Siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#), S. 188.

[Abbildung 3](#) stellt historische Verlustquoten für verschiedene Branchen im Inland dar. Die Branchen Verarbeitendes Gewerbe und Dienstleistungen lassen sich ferner in Unterbranchen zerlegen, die in [Abbildung 4](#) und [Abbildung 5](#) abgebildet sind.

Die maximalen Verlustquoten, die in den Stress-Szenarien verwendet werden, treten in den meisten Branchen in der Rezession 2003 oder der Finanzkrise 2009 auf. Die Entwicklung der Verlustquote im Sektor Verkehr ist stark durch die Kreditvergabe an die Schifffahrtsindustrie geprägt.³ Nach der Finanzkrise waren die Verlustquoten in den meisten Branchen rückläufig. Aufgrund der COVID-19-Pandemie sind die Verlustquoten aber im Jahr 2020 in einigen Branchen, wie etwa dem Verarbeitenden Gewerbe, wieder angestiegen.

Die Höhe der ausstehenden Forderungen variiert zwischen den hier betrachteten Branchen, siehe [Unterabschnitt 4.1](#). Ergänzend stellen wir daher auch die mit den Forderungen gewichteten Verlustquoten dar. Dazu sei

$$\begin{aligned} \text{Verlustquote}_t^{\text{Inland}} &= \sum_{b=1}^B \omega_{b,t} \text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}} \\ \omega_{b,t} &= \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b}}{\sum_{\tilde{b}=1}^B \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,\tilde{b}}} \end{aligned} \quad (2)$$

[Abbildung 6](#) stellt diese aggregierte Verlustquote sowie die Beiträge (Summanden in [Gleichung \(2\)](#)) dar. Zu Beginn des vorliegenden Zeitraums ist die aggregierte Verlustquote durch hohe Beiträge aus den Dienstleistungen geprägt, was auf die Rezession des Jahres 2003 zurückzuführen sein kann. Im Jahr 2020 ist ein Anstieg der aggregierten Quote zu verzeichnen, der u.a. aus Beiträgen des Verarbeitenden Gewerbes und den Dienstleistungen erwächst. Analog zeigen die [Abbildung 7](#) und die [Abbildung 8](#) die aggregierten Verlustquoten für das Verarbeitende Gewerbe und die Dienstleistungsbranche.

In Stress-Szenario 1 erfahren ausgewählte Branchen einen starken Stress, indem die maximale historische Verlustquote unterstellt wird. In den übrigen Sektoren steigen die

³Siehe [Deutsche Bundesbank \(2013\)](#), S. 27

Quoten je Branche gegenüber dem Wert im Jahr 2020 um eine Standardabweichung. Es seien dazu B_1 gefährdete Branchen und B_2 nicht gefährdete Branchen gegeben, mit $B_1 + B_2 = B$. Die Branchen seien so sortiert, dass die gefährdeten Branchen mit $b = 1, 2, \dots, B_1$ indexiert werden. Dann ist

$$\text{Verlustquote}_{b, \text{Stress-Szenario 1}}^{\text{Inland}} = \begin{cases} \max_{t=2002, \dots, 2020} \text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}}, & b = 1, 2, \dots, B_1 \\ \text{Verlustquote}_{b,2020}^{\text{Inland}} + 1 \cdot \sigma_b, & b = B_1 + 1, \dots, B \end{cases} \quad (3)$$

wobei σ_b die Standardabweichung der Verlustquoten in Branche b bezeichnet. Die Auswahl dieser Branchen beruht auf einer laufenden Beobachtung der Umsatzentwicklung verschiedener Branchen und anekdotischer Evidenz. Details zur Auswahl von gefährdeten Branchen können [Pelzer \(2021\)](#) entnommen werden.

Die Verlustquoten in Stress-Szenario 2 und 3 sind definiert als:

$$\text{Verlustquote}_{b, \text{Stress-Szenario 2}}^{\text{Inland}} = \max_{t=2002, \dots, 2020} \text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}} \quad (4)$$

$$\text{Verlustquote}_{b, \text{Stress-Szenario 3}}^{\text{Inland}} = \max_{t=2002, \dots, 2020} \text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}} + 2 \cdot \sigma_b \quad (5)$$

für $b = 1, 2, \dots, B$.

[Tabelle 2](#) stellt die Verlustquoten in den Szenarien dar. Branchen, die in Stress-Szenario 1 einem besonders starken Stress ausgesetzt sind, sind fett hervorgehoben. Zum Vergleich ist auch der beobachtete Wert im Jahr 2020 angegeben. Im Vergleich zu den Verlustquoten im Jahr 2020 oder dem Basisszenario vervielfachen sich die Verlustquoten in den Stress-Szenarien.

2.2 Verlustquoten auf Grundlage der Evidenzzentrale für Millionenkredite

Die obige Darstellung bezieht sich auf die inländische Kreditvergabe. Insbesondere die größeren, international tätigen Banken vergeben auch Kredite an Unternehmen im Ausland. Daher wird eine Verlustquote konstruiert, die sich auf das gesamte Kreditportfolio dieser

Banken übertragen lässt. Dazu wird die Evidenzzentrale für Millionenkredite genutzt.⁴ In dieser Datenquelle liegen auf der Ebene des Kreditgebers und Kreditnehmers Informationen zum Bestand der Einzelwertberichtigung vor. Erhöht sich dieser Bestand nun bei einem Kreditgeber-Kreditnehmer-Paar von Null auf einen positiven Wert, so wird angenommen, dass ein Kreditereignis vorliegt. Je Branche wird die Summe dieser Kreditereignisse in das Verhältnis zu der Anzahl der Kreditgeber-Kreditnehmer-Paare gesetzt. Diese Kennzahl wird als Ausfallrate (default frequency) bezeichnet und kann als eine Approximation der Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default, PD) interpretiert werden.

Es sei nun $l_{i,j,b,\tau}$ das Kreditvolumen, das zwischen Bank i und dem Kreditnehmer j in Branche b und im Zeitpunkt τ besteht. Dabei gilt im Folgenden $\tau = 1, 2, \dots, T$, wobei $\tau = 1$ zum ersten Quartal im Jahr 2008 korrespondiert und T die gesamte Anzahl der beobachteten Zeitpunkte (Quartale) bezeichnet. Ferner sei $v_{i,j,b,\tau}$ die Summe der Einzelwertberichtigungen, die Bank i für die bestehende Kreditbeziehung zu Kreditnehmer j gebildet hat. Dann sei für $\tau > 1$

$$D_{b,\tau} = \{(i, j) \mid ((i, j) \in \mathbb{N}^2) \wedge (v_{i,j,b,\tau} > 0) \wedge (v_{i,j,b,\tau-1} = 0)\},$$

und

$$L_{b,\tau} = \{(i, j) \mid ((i, j) \in \mathbb{N}^2) \wedge (l_{i,j,b,\tau} > 0) \wedge (v_{i,j,b,r} = 0, \forall r \leq \tau)\}.$$

Für eine endliche Menge Ω sei $|\Omega|$ die Anzahl der Elemente in Ω , mit $|\Omega| = 0$ falls $\Omega = \emptyset$.

Die Ausfallrate in Branche b und Quartal τ ist dann definiert als

$$p_{b,\tau} = 100 \cdot \frac{|D_{b,\tau}|}{|L_{b,\tau}| + |D_{b,\tau}|}, \quad (6)$$

⁴Siehe [Deutsche Bundesbank \(1998\)](#).

mit $b = 1, 2, \dots, B$, wobei B wiederum die gesamte Anzahl der Branchen bezeichnet und $\tau = 2, 3, \dots, T$.⁵ Im Zeitpunkt $\tau = 1$ ist $v_{i,j,b,\tau-1}$ nicht beobachtbar und daher ist $p_{b,1}$ nicht definiert.⁶

Die Ausfallrate $p_{b,\tau}$ gibt je Branche die Anzahl der neuen Kreditereignisse im obigen Sinn in Prozent der gesamten Anzahl der Kreditbeziehungen (Bank-Kreditnehmer-Paare), für die entweder noch keine Einzelwertberichtigungen vorgenommen wurden oder für die Einzelwertberichtigungen erstmalig gebildet wurden, an.

Aus dieser Definition kann dann eine jährliche Ausfallrate abgeleitet werden. Dazu wird je Branche die Summe der neuen Kreditereignisse pro Jahr (jährliche Summe des Zählers in (6)) ermittelt und durch die durchschnittliche Anzahl der Kreditbeziehungen (Jahresdurchschnitt des Nenners in (6)) geteilt.

Um diese jährliche Ausfallrate in eine Verlustquote zu übersetzen, werden ferner die Informationen zur LGD (Loss Given Default) in der Evidenzzentrale für Millionenkredite genutzt. Dazu wird je Branche die durchschnittliche LGD auf Grundlage des gesamten vorliegenden Zeitraums (ab dem ersten Quartal 2008) ermittelt. Das Produkt aus dieser durchschnittlichen LGD und der jährlichen Ausfallrate ergibt die jährliche Verlustquote. Diese Verlustquote in Branche b und Jahr t wird im Folgenden als Verlustquote $_{b,t}$ bezeichnet.

Bemerkung.

1. In der Evidenzzentrale für Millionenkredite geben manche Banken (die "IRBA-Banken") auch Ausfallwahrscheinlichkeiten (PD) gemäß Artikel 160 bzw. 163 CRR für die Kreditnehmer an. Wir haben uns aus zwei Gründen für die obige Berechnung einer Ausfallrate entschieden: Zunächst melden alle Banken, nicht nur die IRBA-Banken, den Bestand der Einzelwertberichtigungen, der die Grundlage für die Definition der Ausfallrate bildet. Außerdem basiert die obige Ausfallrate auf tatsächlichen

⁵Damit die Ausfallrate wohldefiniert ist, muss $|L_{b,\tau}| + |D_{b,\tau}| > 0$ gelten. Diese Bedingung ist in der vorliegenden Anwendung in allen Branchen und in jedem Zeitpunkt erfüllt.

⁶Wir danken Ramona Busch (B 20-1) für die Mitarbeit an der hier vorgestellten Definition der Ausfallrate.

Wertberichtigungen und ist damit mit den Werten aus der Kreditnehmerstatistik vergleichbar.

2. Die Ausfallrate beruht auf der Anzahl der Bank-Kreditnehmer-Paare, welche nicht mit der Anzahl der Kredite zwischen den beiden Parteien übereinstimmen muss. In der Evidenzzentrale für Millionenkredite liegen die Beobachtungen nicht auf der Ebene eines einzelnen Kredites vor, sondern auf der Ebene der Bank-Kreditnehmer-Paare.
3. Ferner ist zu beachten, dass Veränderungen der Einzelwertberichtigungen, die nach der erstmalig getätigten Einzelwertberichtigung eintreten, nicht in die Ausfallrate in der obigen Definition einfließen. Wir lassen nachfolgende Änderungen der Einzelwertberichtigungen unberücksichtigt und fassen sie nicht als neues Kreditereignis auf, weil nachfolgende Einzelwertberichtigungen viele Ursachen haben können, die nicht mit einem neuen Kreditereignis in Verbindung stehen, zum Beispiel eine Änderung der anfänglichen Einschätzung über den Wertberichtigungsbedarf oder – bei Nicht-Euro-Krediten – eine Änderung des Wechselkurses.
4. Zur Unterscheidung zwischen $\text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}}$ und $\text{Verlustquote}_{b,t}$ ist zu berücksichtigen: Die Verlustquoten im Inland beruhen auf den in der Kreditnehmerstatistik vorhandenen *Bewertungsveränderungen*; Informationen zu den Beständen der Einzelwertberichtigungen liegen nicht vor. In der Definition von $\text{Verlustquote}_{b,t}$ wird innerhalb der Branche b nicht zwischen der Kreditvergabe in verschiedenen Ländern unterschieden. Die Verlustquote beruht auf der Summe der Kreditereignisse im obigen Sinn über alle Länder hinweg.
5. Schließlich ist zu beachten, dass die Definition der Branchen in der Kreditnehmerstatistik und der Evidenzzentrale für Millionenkredite nicht übereinstimmen. In der Evidenzzentrale für Millionenkredite beruhen die Branchen auf der Kundensystema-

tik (NACE Rev. 2) und werden als Wirtschaftszweige bezeichnet.⁷ Dennoch wird in diesem Dokument einheitlich die Bezeichnung Branche verwendet.

In [Abbildung 9](#) und [Abbildung 10](#) stellen wir die Verlustquoten $_{b,t}$ für die Jahre 2008 bis 2020 dar. Die Verlustquoten sind stark durch die Finanzkrise 2009 geprägt, in der in den meisten Branchen die historisch größten Werte auftraten. Im Jahr 2020 ist kein großer Anstieg der Verlustquoten zu beobachten.

Analog zur Darstellung in [Abbildung 6](#) stellt die [Abbildung 11](#) die mit den Forderungsbeständen gewichtete, aggregierte Verlustquote sowie die Beiträge einzelner Branchen dar. Um die Darstellung zu vereinfachen werden die Dienstleistungsbranchen (NACE Abschnitt I bis NACE Abschnitt S) zu einer Branche zusammengefasst. Da die hier verwendeten Forderungsbestände erst seit dem dritten Quartal 2014 vorliegen, liegt diese Zerlegung nur ab 2014 vor. Es zeigt sich, dass wesentliche Beiträge aus den Dienstleistungen, dem Verarbeitenden Gewerbe, dem Verkehr sowie dem Handel stammen. [Abbildung 12](#) stellt die aggregierte Verlustquote der Dienstleistungen sowie die Beiträge aus den einzelnen Unterbranchen dar. Das Grunststücks- und Wohnungswesen (NACE Abschnitt L) macht den größten Beitrag zu dieser aggregierten Verlustquote.

Im nächsten Schritt werden die Szenarien analog zur Darstellung in (3) - (4) spezifiziert. Es ist

$$\text{Verlustquote}_{b,\text{Stress-Szenario 1}} = \begin{cases} \max_{t=2008,\dots,2020} \text{Verlustquote}_{b,t}, & b = 1, 2, \dots, B_1 \\ \text{Verlustquote}_{b,2020} + 1 \cdot \sigma_b, & b = B_1 + 1, \dots, B \end{cases} \quad (7)$$

wobei σ_b die Standardabweichung der Verlustquoten in Branche b bezeichnet, sowie

$$\text{Verlustquote}_{b,\text{Stress-Szenario 2}} = \max_{t=2008,\dots,2020} \text{Verlustquote}_{b,t} \quad (8)$$

$$\text{Verlustquote}_{b,\text{Stress-Szenario 3}} = \max_{t=2008,\dots,2020} \text{Verlustquote}_{b,t} + 2 \cdot \sigma_b \quad (9)$$

⁷Siehe [Deutsche Bundesbank \(2021a\)](#).

für $b = 1, 2, \dots, B$.

[Tabelle 3](#) stellt die Verlustquoten in den Szenarien dar. Branchen, die in Stress-Szenario 1 einem besonders starken Stress ausgesetzt sind, sind fett hervorgehoben. Zum Vergleich ist auch der beobachtete Wert im Jahr 2020 angegeben. Im Vergleich zu den Verlustquoten des Jahres 2020 oder dem Basisszenario vervielfachen sich die Verlustquoten in den Stress-Szenarien.

3 Das Kreditrisiko und das makroökonomische Umfeld

Die obigen Ergebnisse beruhen auf einer statistischen Analyse der historischen Verlustquoten im deutschen Bankensystem. Die Szenarien leiten sich aus dem Stichprobenmittelwert und der Stichprobenvarianz dieser Verlustquoten ab. Diese Szenarien lassen offen, woher ein Anstieg der Verlustquoten rührt. In diesem Abschnitt wird untersucht, wie das Kreditrisiko deutscher Banken mit Veränderungen des makroökonomischen Umfelds zusammenhängt. Speziell wird dabei das Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) betrachtet.

Zur Illustration wird in Anlehnung an [Gleichung 6](#) die Ausfallrate für Unternehmenskredite in Quartal τ über alle Branchen hinweg konstruiert,

$$p_\tau = 100 \cdot \frac{\sum_{b=1}^B |D_{b,\tau}|}{\sum_{b=1}^B |L_{b,\tau}| + |D_{b,\tau}|}. \quad (10)$$

[Abbildung 13](#) zeigt die Veränderung des realen BIP zum Vorquartal und die Ausfallrate für Unternehmenskredite laut (10). Zwei Beobachtungen können gemacht werden: Erstens scheint im Jahr 2009 ein Rückgang des BIP-Wachstums einem Anstieg der Ausfallrate vorauszugehen. Zweitens verändert sich das reale BIP im Jahre 2020 sehr stark, während die Ausfallrate weitgehend unverändert bleibt.

Im Folgenden soll die Korrelation zwischen der Veränderung des BIP und der Ausfallrate je Branche gemäß [Gleichung 6](#) untersucht werden. Um den Einfluss der starken Veränderungen des BIP am Ende der Stichprobe zu beleuchten, werden die Parameter des

linearen Regressionsmodells

$$y_{b,\tau} = \alpha + \beta \cdot \mu_{\tau-1} + \gamma' d_{\tau} + \varepsilon_{b,\tau}, \quad \tau = 2008Q2, 2008Q3, \dots, T, \quad (11)$$

jeweils für $T = 2015Q3, 2015Q4, \dots, 2021Q1$ geschätzt. Im Fall $T = 2015Q3$ beruht die Schätzung auf 30 Quartalen, bei $T = 2021Q1$ beträgt die Stichprobenlänge 52 Quartale.

Die abhängige Variable $y_{b,\tau}$ ist die annualisierte Ausfallrate in Branche b und Quartal τ , $y_{b,\tau} = 4 \cdot p_{b,\tau}$, $b = 1, 2, \dots, B$, wobei $p_{b,\tau}$ in [Gleichung 6](#) definiert ist. Ferner bezeichnet μ_{τ} die annualisierte, vierteljährliche Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Prozent. Ist X_{τ} das kalender- und saisonbereinigte reale BIP, so ist $\mu_{\tau} = 100 \left((X_{\tau}/X_{\tau-1})^4 - 1 \right)$. Schließlich stellt d_{τ} einen Vektor vierteljährlicher Indikatorvariablen dar, die das erste, zweite bzw. vierte Quartal bezeichnen.

[Abbildung 14](#) zeigt das Bestimmtheitsmaß R^2 in den Regressionen (11). Das Bestimmtheitsmaß bewegt sich vor 2020 zwischen 0,2 und 0,6 und deutet daher auf eine moderate, aber nicht vernachlässigbare Korrelation zwischen dem BIP-Wachstum und den Ausfallraten hin. Im dritten Quartal des Jahres 2020 reduziert sich diese Korrelation jedoch enorm in beinahe allen Branchen.

Die [Tabelle 5](#) zeigt die Ergebnisse der Regression (11) für $T = 2019Q4$ im Detail. Analog stellt [Tabelle 6](#) die Ergebnisse für $T = 2021Q1$ dar.

Wir geben zwei mögliche Interpretationen dieses Ergebnisses an. Einerseits könnte die Korrelation vor der Pandemie überschätzt gewesen sein, da sie im Wesentlichen durch die Entwicklungen in 2009 getrieben wurde. Andererseits kann das Jahr 2020 als Bruch dieser Korrelation angesehen werden, etwa aufgrund außergewöhnlicher fiskalischer, geldpolitischer und regulatorischer Maßnahmen, siehe [Deutsche Bundesbank \(2020\)](#), S. 66/67. Die hier dargestellte Korrelationsanalyse kann über die Ursache dieses möglichen Bruchs aber keinen Aufschluss geben.

Dennoch zeigt diese Analyse, dass ein hohes Maß an Unsicherheit über den Zusammenhang zwischen schlagend werdenden Kreditrisiken im Bankensystem und der makroökonomischen Entwicklung besteht. Um dieser Unsicherheit in einer Szenarioanalyse Rechnung zu tragen, wird das folgende Vorgehen gewählt.

Im ersten Schritt werden die Parameter eines Regressionsmodells, ähnlich wie in (11), geschätzt. Diese Schätzung wird einmal auf Grundlage der gesamten vorhandenen Stichprobe durchgeführt, wobei die Stichprobe im ersten Quartal 2021 endet. Außerdem wird eine weitere Schätzung dieses Modells durchgeführt, die Stichprobe jedoch auf die Zeit vor der COVID-19 Pandemie, also bis einschließlich des vierten Quartals 2019, begrenzt.

Im zweiten Schritt werden mit vorgegebenen Entwicklungen des BIP die Ausfallraten für den Zeitraum eines Jahres abgeleitet. Die Ausfallraten in diesen Szenarien werden für jedes der beiden zuvor beschriebenen Modelle ermittelt.

Konkret wird das Modell

$$p_{b,\tau} = \alpha + \beta \cdot \mu_{\tau-1} + \varepsilon_{b,\tau}, \quad \tau = 2008Q2, 2008Q3, \dots, T, \quad (12)$$

betrachtet, wobei die Ausfallrate $p_{b,\tau}$ wiederum durch Gleichung 6 gegeben ist. Ferner ist nun μ_τ die Veränderung des realen BIP gegenüber dem Vorquartal in Prozent.⁸ Es hat sich gezeigt, dass die Indikatorvariablen d_τ keinen signifikanten Erklärungsbeitrag leisten, so dass sie nicht weiter berücksichtigt werden. Die Parameter dieses Modells werden jeweils für $T = 2019Q4$ und $T = 2021Q1$ geschätzt. Die Entwicklung der Ausfallraten in den Szenarien ist dann durch $\hat{p}_{b,\tau} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot \mu_{s,\tau-1}$ gegeben, wobei $\hat{\alpha}$ und $\hat{\beta}$ die Schätzwerte der Parameter in (12) bezeichnen, und $\mu_{s,\tau}$ das Wachstum des BIP in Szenario s beschreibt, wobei $s \in \{\text{Basis-Szenario, Adverses Szenario}\}$. Dabei wird verlangt, dass $0 \leq \frac{\hat{p}_{b,\tau}}{100} \leq 1$ in allen

⁸Im Unterschied zum Modell (11) handelt es sich hier nicht um die annualisierte Veränderung. Zur Vereinfachung der Notation wird jedoch in beiden Fällen die Bezeichnung μ_τ verwendet.

Branchen b und allen Quartalen τ gilt. Tatsächlich ist dies im linearen Regressionsmodell nicht notwendig erfüllt. Gilt $\hat{p}_{b,\tau} < 0$, so wird der Schätzwert durch Null ersetzt.⁹

Statt die Restriktion $0 \leq \frac{\hat{p}_{b,\tau}}{100} \leq 1$ aufzuerlegen, kann die abhängige Variable in (12) auch transformiert werden: Ist

$$p_{b,\tau}^* = \log \left(\frac{\frac{p_{b,\tau}}{100}}{1 - \frac{p_{b,\tau}}{100}} \right)$$

die Logit-Transformation der Ausfallrate $p_{b,\tau}$, siehe u.a. [Jimenez and Mencia \(2009\)](#), so kann die obige Regression mit $p_{b,\tau}^*$ statt $p_{b,\tau}$ durchgeführt werden. Wird dann die Inverse dieser Transformation auf $\hat{p}_{b,\tau}^*$ angewendet, so ist sichergestellt, dass die in den Szenarien betrachteten Ausfallraten nicht-negativ sind. Allerdings ist die Logit-Transformation nur für $0 < \frac{p_{b,\tau}}{100} < 1$ wohldefiniert. In der Historie tritt der Fall $p_{b,\tau} = 0$ in vier Branchen auf, in zwei Branchen sogar in aufeinanderfolgenden Quartalen. Um einen Verlust von historischen Informationen zu vermeiden, wird von dieser Transformation Abstand genommen.

Ein alternatives Verfahren, welches explizit berücksichtigt, dass die abhängige Variable ein Anteil und somit in ihrem Definitionsbereich beschränkt ist, wurde von [Papke and Wooldridge \(1996\)](#) vorgeschlagen. Es handelt sich dabei um einen Maximum Likelihood Ansatz. Er lässt $p_{b,\tau} = 0$ zu und stellt sicher, dass $0 \leq \frac{\hat{p}_{b,\tau}}{100} \leq 1$ erfüllt ist. Dieses Verfahren wird zur Überprüfung der Robustheit der Ergebnisse, die sich aus dem Modell (12) ableiten, ergänzend angeführt.

Schließlich werden die Ausfallraten in Verlustquoten übersetzt, indem sie je Branche mit einer durchschnittlichen LGD multipliziert werden. Dieses Vorgehen entspricht den Ausführungen in [Unterabschnitt 2.2](#).

[Abbildung 15](#) zeigt die historische Entwicklung des realen BIP sowie die Entwicklung in einem Basis-Szenario und einem adversen Szenario, die im Folgenden untersucht werden.

⁹Diese Restriktion greift im hier betrachteten Basisszenario bei $T = 2019Q4$ in insgesamt 16 Fällen (2 Quartale, 8 Branchen). Der Durchschnitt der Schätzwerte vor Bereinigung beträgt -0,17 Prozent, der Median beträgt -0.10 Prozent. Im Fall $T = 2021Q1$ und im betrachteten adversen Szenario ist diese Restriktion nicht bindend. Der Fall $\hat{p}_{b,\tau} > 100$ tritt ebenfalls nicht auf.

Während das Basis-Szenario eine wirtschaftliche Erholung vorsieht, stellt sich im adversen Szenario eine wesentlich gedämpftere wirtschaftliche Entwicklung ein.

Die Diskussion zu den Verlusten im Bankensystem, die sich in diesen Szenarien ergeben, wird in [Abschnitt 5](#) fortgesetzt.

4 Forderungen im Unternehmenskreditgeschäft

Um die Verluste im Unternehmenskreditgeschäft zu schätzen, werden die oben beschriebenen Verlustquoten im Basisszenario und den Stress-Szenarien auf das Kreditportfolio angewendet, das Ende März 2021 vorlag. Dabei werden neben den bestehenden bilanziellen Forderungen auch unwiderrufliche Kreditzusagen berücksichtigt.

4.1 Bilanzielle Forderungen

Analog zu dem obigen Vorgehen stellen die Abbildungen [16](#) - [18](#) die Forderungen gegenüber inländischen Unternehmen laut der Kreditnehmerstatistik dar. Die Stichprobe enthält Ende März 2021 1.464 inländische Banken. In Abbildung [16](#) wird deutlich, dass die Dienstleistungsbranche eine sehr große Bedeutung im Kreditportfolio der Banken hat. Im März 2021 entfielen rund 52 Prozent der Forderungen auf diese Branche. Betrachtet man nur nicht-finanzielle Unternehmen und schließt die Branche der Finanzierungsinstitutionen (finanzielle Unternehmen wie z.B. Versicherungen) aus, so steigt dieser Anteil auf 59 Prozent. Abbildung [18](#) zeigt, dass die Forderungen insbesondere auf die Unterbranchen Wohnungsunternehmen, sonstiges Grundstückswesen und wirtschaftliche Dienstleistungen entfallen.

Die Abbildungen [19](#) und [20](#) stellen den Forderungsbestand je Branche (NACE) laut dem bankaufsichtlichen Meldewesen (FINREP) dar, wobei das gesamte Kreditportfolio (In- und Ausland) berücksichtigt wird. Die Stichprobe enthält im März 2021 rund 300 inländische Banken. Die Forderungen gegenüber Unternehmen im Ausland sind in einigen Branchen in ihrer Höhe durchaus bedeutsam, etwa im Grundstücks- und Wohnungswesen, im Verar-

beitenden Gewerbe, den freiberuflichen und sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen oder dem Handel.

4.2 Unwiderrufliche Kreditzusagen

Nach dem Ausbruch der Pandemie spielten Kreditlinien in der kritischsten Phase im März 2020 eine wichtige Rolle. Unternehmen deckten ihren Liquiditätsbedarf teilweise durch die Inanspruchnahme von unwiderruflichen Kreditzusagen ab. In diesem Fall wandelt sich außerbilanzielles Geschäft in ein bilanzielles Geschäft. Daher werden die oben beschriebenen bilanziellen Forderungsbestände auch in diesem Stresstest um ein zusätzliches Forderungspotenzial ergänzt, das sich aus Kreditzusagen ergeben kann. Die Forderungen, die aus Kreditzusagen entstehen, werden in einer separaten Analyse ermittelt.¹⁰ Die Höhe der Inanspruchnahme der Zusagen variiert innerhalb der Branchen, so dass im Stress-Szenario 1 in als gefährdet eingestuften Branchen mehr Kreditzusagen genutzt werden als in weniger gefährdeten Branchen. Außerdem unterscheidet sich die Inanspruchnahme zwischen den Szenarien: Während im Basisszenario rund 3 Prozent der bestehenden unwiderruflichen Kreditzusagen zu den bilanziellen Forderungen hinzukommen, steigt dieser Anteil im schwersten Stress-Szenario 3 in einigen Branchen auf 100 Prozent.

5 Verluste im Unternehmenskreditgeschäft

Die geschätzten Verluste ergeben sich nun als das Produkt der Verlustquoten und der Forderungsbestände. Zunächst werden diese Verluste auf Grundlage der rein historisch-statistischen Analyse (siehe [Abschnitt 2](#)) dargestellt. Alternativ wird auf die Verluste eingegangen, die auf der Korrelation zwischen historischen Kreditereignissen und der Veränderung des Bruttoinlandsprodukts basieren (siehe [Abschnitt 3](#)).

Es seien wie in [Abschnitt 2](#) N die Anzahl der Banken in der Stichprobe, N_1 die Anzahl der Banken, die Kreditgeschäft im In- und Ausland betreiben, während N_2 die Anzahl

¹⁰Wir danken Sebastian Geiger für die Bereitstellung der relevanten Informationen.

der Banken bezeichnet, die nur an inländische Unternehmen Kredite vergeben, wobei $N = N_1 + N_2$. Dann gilt:

$$\text{Verlust}_{i,s} = \begin{cases} \sum_{b=1}^B \frac{\text{Verlustquote}_{b,s}}{100} \cdot \text{Forderungsbestand}_{i,b,s}, & i = 1, 2, \dots, N_1 \\ \sum_{b=1}^B \frac{\text{Verlustquote}_{b,s}^{\text{Inland}}}{100} \cdot \text{Forderungsbestand}_{i,b,s}^{\text{Inland}}, & i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N \end{cases}$$

wobei $s \in \{\text{Basisszenario, Stress-Szenario 1, Stress-Szenario 2, Stress-Szenario 3}\}$ und $\text{Verlustquote}_{b,s}$ in [Unterabschnitt 2.2](#) erläutert wird sowie $\text{Verlustquote}_{b,s}^{\text{Inland}}$ in (3) definiert ist. Der Forderungsbestand wird zwei Quellen entnommen: Bei Banken, die ausschließlich Kredite an inländische Unternehmen vergeben, beruht der Forderungsbestand auf der Kreditnehmerstatistik. Bei Banken, die darüberhinaus Kredite an ausländische Unternehmen vergeben, wird der Forderungsbestand dem bankaufsichtlichen Meldewesen (FINREP) entnommen. Die Forderungen setzen sich aus bilanziellen Forderungen und unwiderruflichen Kreditzusagen zusammen. Die Höhe der Inanspruchnahme dieser Kreditzusagen unterscheidet sich zwischen den Szenarien (siehe [Unterabschnitt 4.2](#)), so dass der Forderungsbestand $_{i,b,s}$ vom jeweiligen Szenario s abhängt.

Die Verluste im Fall einer vorgegebenen BIP-Entwicklung werden analog berechnet, wobei die in [Abschnitt 3](#) beschriebenen Verlustquoten verwendet werden.

6 Anstieg der Risikogewichte bei Unternehmenskrediten

Wenn sich die Bonität der Kreditnehmer verschlechtert, dann zeigt sich das bei Banken nicht nur in erhöhten Wertberichtigungen im Kreditportfolio (und entsprechenden Verminderungen in deren Eigenkapital), sondern auch in erhöhten Risikogewichten, zumindest bei Banken, die die Risikogewichte in einem internen Ansatz bestimmen (IRBA-Banken).

Unser Ziel der RWA-Anpassung im Stresstest besteht darin,

- die im Stress ansteigenden Verlustquoten mit den Ausfallwahrscheinlichkeiten, die den Risikogewichten zugrunde liegen, zu verzahnen, und

- dabei aber diese Ausfallwahrscheinlichkeiten so zu glätten, dass der Effekt aus der RWA-Anpassung nicht das Ergebnis dominiert.¹¹ Dies steht im Einklang mit Beobachtungen aus anderen Stresstests. Zum Beispiel war beim EBA-Stresstest 2018 der Anteil der RWA-Anpassung am gesamten Rückgang der Eigenkapitalquoten bei weniger als einem Drittel.¹²

Um diese Teilziele zu erreichen, fließen die Verlustquoten im Stressfall bei der Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeiten für die Risikogewichte zwar ein, allerdings nicht vollständig, sondern als gewogenes Mittel der eigenen Vergangenheit (Mittelwertbildung im Zeitablauf je Branche) und der übrigen Branchen (Mittelwertbildung im Querschnitt der Branchen). Konkret läuft die Anpassung in drei Schritten ab:

1. Zunächst werden branchenspezifische Ausfallwahrscheinlichkeiten berechnet, indem die branchenspezifischen Verlustquoten eines Jahres durch die mittlere LGD dieser Branche dividiert wird, siehe [Unterabschnitt 2.2](#). Darauf wird der gleitende Durchschnitt aus dem aktuellen Jahr und den 4 Vorjahren berechnet.

$$\widehat{PD}_{b,t} = \frac{1}{T} \sum_{j=0}^{T-1} \frac{\text{Verlustquote}_{b,t-j}}{\widetilde{LGD}_b}$$

wobei ein Zeitraum von $T = 5$ Jahren betrachtet wird und $\text{Verlustquote}_{b,t}$ in [Unterabschnitt 2.2](#) definiert wird sowie $\widetilde{LGD}_b$ den Mittelwert der mit den Forderungsbeständen gewichteten LGD bezeichnet.

2. Daraus wird ein mit den Forderungsbeständen gewichtetes Mittel der geschätzten Ausfallwahrscheinlichkeiten gebildet und mit $\widetilde{PD}_t$ bezeichnet. Ferner wird eine

¹¹Generell scheinen die Banken Schätzungen für die Ausfallwahrscheinlichkeiten zu verwenden, die erheblich weniger volatil sind als Ausfallwahrscheinlichkeiten aus Marktdaten (Vgl. auch die Ergebnisse in Anhang 2; es wird dort gefunden, dass die Ausfallwahrscheinlichkeiten, die die Banken im Kreditregister angeben, mit nur einem Viertel auf kurzfristige Schwankungen der Ausfallwahrscheinlichkeiten aus Marktdaten reagieren).

¹²Dort lag die Eigenkapitalquote der Banken 5,2 Prozentpunkte im Stressfall unter der im Basisszenario; der Effekt durch den Anstieg der RWA (eigentlich: Risk Exposure Amount, REA) lag bei 1,6 Prozentpunkten, d.h. bei 31 % des Stresseffekts. Bei dem EBA-Stresstest 2021 war der Effekt sogar noch kleiner (Vgl. [EBA \(2021\)](#)).

gewichtete Summe aus den im ersten Schritt ermittelten branchenspezifischen Ausfallwahrscheinlichkeiten $\widehat{PD}_{b,t}$ und diesem branchenübergreifenden Mittelwert $\widetilde{PD}_t$ ermittelt (Stein (1956)):

$$\widehat{PD}_{\text{Stein},b,t} = \omega \cdot \widehat{PD}_{b,t} + (1 - \omega) \cdot \widetilde{PD}_t,$$

wobei das Gewicht $\omega = 0,5$ gewählt wird. Der Gewichtungsfaktor ω und der Zeitraum T (siehe Schritt 1) wurden empirisch so gewählt, dass das oben formulierte Teilziel der Nichtdominanz des RWA-Anstiegs erreicht wird.

3. Auf Basis dieses Schätzwerts $\widehat{PD}_{\text{Stein},b,t}$ wird mithilfe der Baseler Formel (s. Anhang 1) das Risikogewicht für jede Branche und jedes Szenario bestimmt. Wenn $\Delta RW_{b,t}$ die Veränderung des Risikogewichts in der Branche b bezeichnet und den $w_{b,t,i}$ entsprechenden Anteil im Kreditportfolio der Bank i , dann ergibt sich die Änderung des durchschnittlichen Risikogewichts im Unternehmensportfolio der Bank i als

$$\Delta RW_{t,i}^{\text{Unternehmen}} = \alpha_{t,i} \cdot \sum_{b=1}^B w_{b,t,i} \cdot \Delta RW_{b,t}$$

unter der Annahme einer konstanten Bilanz. Dabei bezeichnet $\alpha_{t,i}$ den Anteil des Kreditportfolios, für den die Bank i den IRB-Ansatz anwendet.

Tabelle 4 stellt die durchschnittlichen Risikogewichte im Basisszenario und den Stress-Szenarien dar. Im Basisszenario sind die Risikogewichte häufig kleiner als 100%, nur wenige Branchen verzeichnen ein Risikogewicht von mehr als 100%, hier zum Beispiel das verarbeitende Gewerbe. Mit der Schwere der Szenarien steigen die Risikogewichte an. Im aggregierten Mittel sind es 23 % Anstieg im schärfsten Szenario relativ zum Basisszenario. Es ist zu beachten, dass sich dieser Anstieg der Risikogewichte nur auf das Teilportfolio der Unternehmenskredite bezieht.

7 Auswirkungen auf die Kernkapitalquote

Wie oben erwähnt, wird die Kernkapitalquote einer Bank KKQ durch zwei Effekte verändert, der Veränderung des Kernkapitals KK und der Veränderung der risikogewichteten Aktiva (RWA):

$$\Delta KKQ = \left(\frac{\Delta KK}{KK} - \frac{\Delta RWA}{RWA} \right) \cdot KKQ, \quad (13)$$

wobei sich in unserem Stresstest die Veränderung des Kernkapitals $\Delta KK = \text{Verlust}$ gemäß Abschnitt 5 ergibt und die Veränderung der risikogewichteten Aktiva $\Delta RWA = \Delta RW \cdot \text{Aktiva}$ gemäß Abschnitt 6. In guter Näherung entspricht die absolute Veränderung der Kernkapitalquote der Differenz aus der relativen Änderung des Kernkapitals und der relativen Änderung der risikogewichteten Aktiva, wobei diese Differenz mit der Kernkapitalquote multipliziert wird (Vgl. Anhang 3).

Aus der Darstellung in Gleichung (13) wird deutlich, dass für Banken mit IRB-Ansatz der Rückgang der Kernkapitalquote (bei gleichem Kapitalverzehr $\Delta KK/KK$ und gleicher Eigenkapitalquote) stärker ausfällt. Um die Ergebnisse von Banken mit und ohne IRB-Ansatz vergleichen zu können, achten wir darauf, dass der RWA-Effekt nicht dominiert (Vgl. Abschnitt 6).

In [Abbildung 1](#) ist der Gesamteffekt aus dem Basis-Szenario und dem Stresseffekt auf die harte Kernkapitalquote (CET1-Quote) dargestellt, und zwar nicht nach der Formel (13) angenähert, sondern unmittelbar als Differenz der harten Kernkapitalquoten berechnet. Wir sehen, dass der Rückgang der harten Kernkapitalquote – im Basisszenario und allen Stress-Szenarien – durch den Kapitalverzehr deutlich größer ist als durch den Anstieg der Risikogewichte, was auch an der Modellierung der Risikogewichte liegt (Vgl. Abschnitt 6). Der Rückgang der harten Kernkapitalquote (je nach Stress-Szenario zwischen 1,1 und 2,4 Prozentpunkten) mag überschaubar erscheinen. Allerdings betrachten wir nur das Kredit-

portfolio aus Unternehmenskrediten; andere mögliche Verluste aus dem Kreditportfolio im Mengengeschäft (Retailportfolio) oder aus Marktrisiken sind hier nicht berücksichtigt.

Der Rückgang der Kernkapitalquote im Querschnitt der Banken kann aufgeschlüsselt werden. Je schwerer das Szenario wird, desto mehr verschieben sich die Häufungen zu den höheren Rückgängen. Der mit der Schwere des Szenarios ansteigende Rückgang der systemweiten Kernkapitalquote wird demnach auch von der Breite der Banken getragen, und nicht nur von einzelnen Banken, auch wenn es Banken mit erheblichen Rückgängen gibt.

8 Zusammenfassung

In diesem Papier stellen wir die Datensätze, Mechanismen und die Bildung von Szenarien dar, die es erlauben, die Kreditvergabe an Unternehmen in Rückgänge der Eigenkapitalquoten bei Banken zu übertragen. Bei der Betrachtung der Unternehmenskredite alleine müssen die Analysen aber nicht stehenbleiben; der hier vorgestellte empirische Ansatz lässt sich auf andere Teile des Kreditportfolios ausweiten, etwa auf die Kredite für Immobilien, seien sie gewerblich oder von privaten Haushalten.

Literatur

- Cohen, B. H. and M. Scatigna (2016). Banks and capital requirements: Channels of adjustment. *Journal of Banking & Finance* 69, 56–69. Supplement 1.
- Deutsche Bundesbank (1998, August). Monatsbericht. <https://www.bundesbank.de/resource/blob/597956/fad640c96edf80b183c384f02698ec90/mL/1998-08-evidenzzentrale-data.pdf>.
- Deutsche Bundesbank (2013, September). Monatsbericht. <https://www.bundesbank.de/resource/blob/615448/f9c4c17c007e63a66d64d4b87d604615/mL/2013-09-ertragslage-data.pdf>.
- Deutsche Bundesbank (2020, Oktober). Finanzstabilitätsbericht. <https://www.bundesbank.de/de/publikationen/berichte/finanzstabilitaetsberichte/finanzstabilitaetsbericht-2020-847060>.
- Deutsche Bundesbank (2021a, Januar). Bankenstatistik, Kundensystematik. <https://www.bundesbank.de/resource/blob/612514/1a8b7c6ec6e9d84bf2cf535cbeeb1754/mL/statso2-bankenstatistik-kundensystematik-data.pdf>. Statistische Sonderveröffentlichung 2.
- Deutsche Bundesbank (2021b, November). Finanzstabilitätsbericht.
- Deutsche Bundesbank (2021c, Januar). Richtlinien zur Kreditnehmerstatistik. <https://www.bundesbank.de/resource/blob/612430/3d48556b867b61c249ef00afffe11ef3/mL/statso01-04-kreditnehmerstatistik-data.pdf>. Statistische Sonderveröffentlichung 1.
- EBA (2021). 2021 EU-wide stress test - results. European Banking Authority.
- Jimenez, G. and J. Mencia (2009). Modelling the distribution of credit losses with observable and latent factors. *Journal of Empirical Finance* 16(2), 235–253.
- Papke, L. E. and J. M. Wooldridge (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(k) plan participation rates. *Journal of Applied Econometrics* 11(6), 619–632.
- Pelzer, M. (2021). Deleveraging-Risiko im deutschen Bankensystem. Bundesbank Technical Paper.
- Stein, C. (1956). Inadmissibility of the usual estimator for the mean of a multivariate normal distribution. *Proceedings of the 3rd Berkeley Symposium on Probability and Statistics* 1, 197–206.

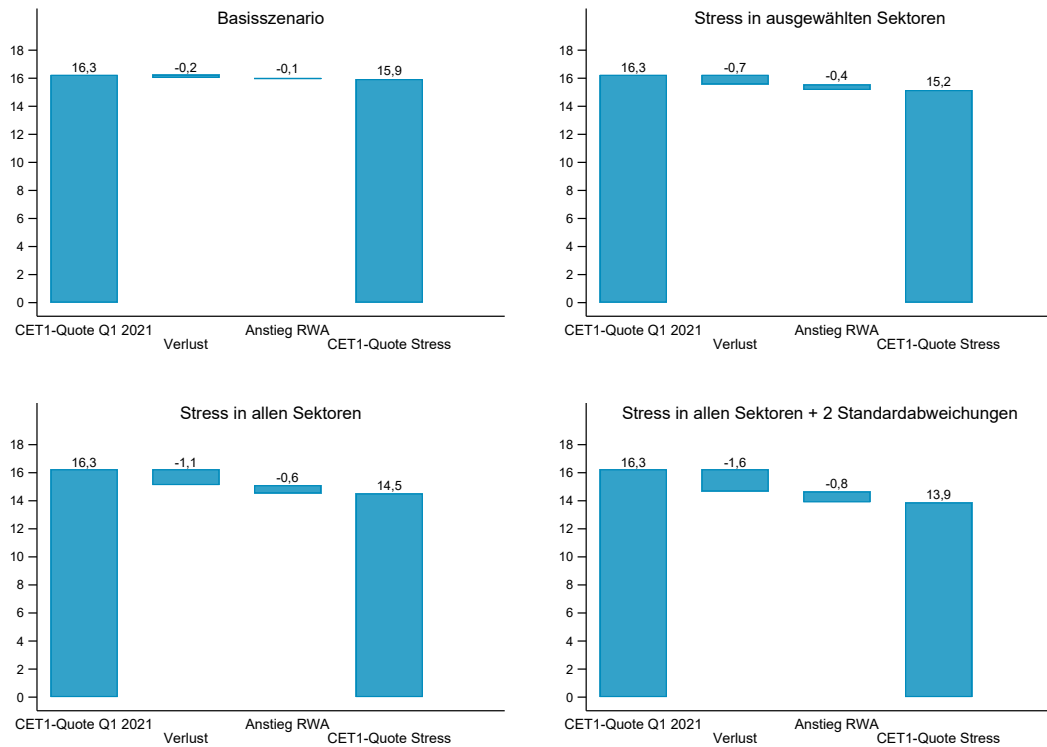


Abbildung 1:
Zerlegung der harten Kernkapitalquote im Basisszenario und den Stress-Szenarien für historische Verlustquoten

Die Abbildung zeigt die Beiträge der Verluste und des Anstiegs der Risikogewichte im Unternehmenskreditgeschäft zur Veränderung der harten Kernkapitalquote (CET-1/RWA) in Prozentpunkten. Ausgangspunkt ist die beobachtete aggregierte harte Kernkapitalquote im März 2021. Die Verluste ergeben sich aus den in den Szenarien unterstellten Verlustquoten und dem Forderungsbestand der Banken laut März 2021. Der Anstieg der Risikogewichte ergibt sich nur für Banken, die einen fortschrittlichen Ansatz benutzen ("IRBA-Banken"), und auch nur für die Kreditportfolios, bei denen die dieser fortschrittliche Ansatz angewendet wird. Der Szenario-Horizont beträgt ein Jahr. Die Ermittlung der Beiträge folgt [Cohen and Scatigna \(2016\)](#). Abweichungen aufgrund von Rundungen.

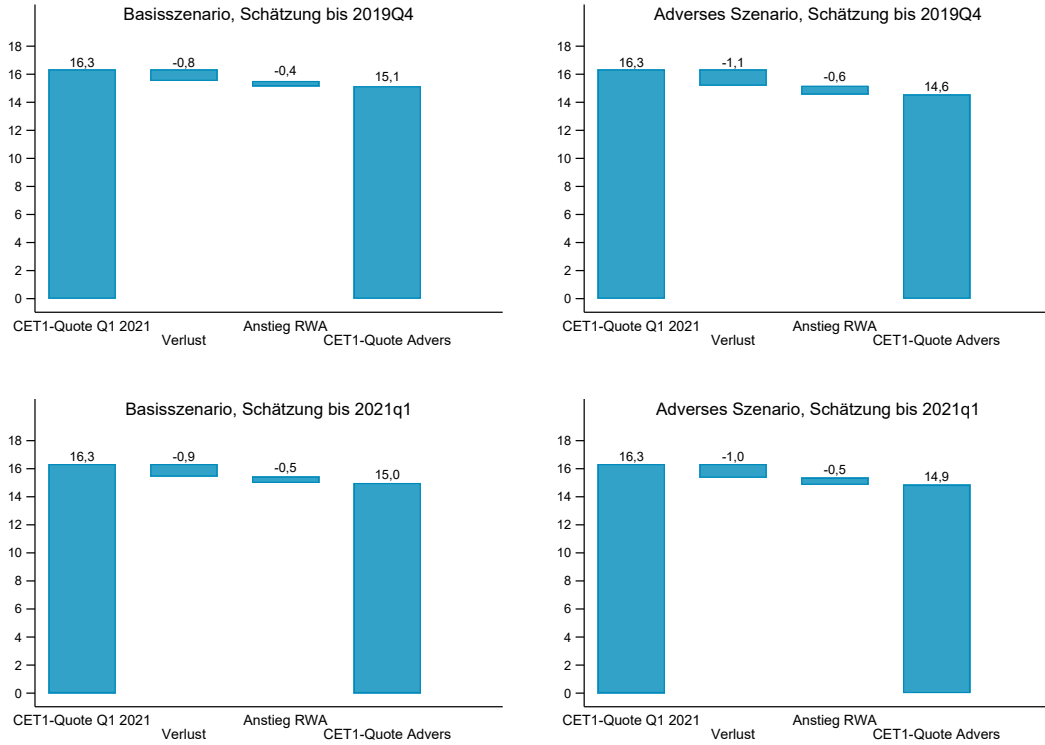


Abbildung 2:
Zerlegung der harten Kernkapitalquote im Basis- und Stress-Szenario für das Wachstum des Bruttoinlandsprodukt

Die Abbildung zeigt die Beiträge der Verluste und des Anstiegs der Risikogewichte im Unternehmenskreditgeschäft zur Veränderung der harten Kernkapitalquote (CET-1/RWA) in Prozentpunkten. Ausgangspunkt ist die beobachtete aggregierte harte Kernkapitalquote im März 2021. Die Verluste ergeben sich aus den in den Szenarien prognostizierten Ausfallraten, durchschnittlicher LGDs und dem Forderungsbestand der Banken laut März 2021, siehe [Abschnitt 3](#) und [Abschnitt 4](#). Konkret wird das Modell

$$p_{b,\tau} = \alpha + \beta \cdot \mu_{\tau-1} + \varepsilon_{b,\tau}, \quad \tau = 2008Q2, 2008Q3, \dots, T, \quad (14)$$

betrachtet, wobei die Ausfallrate $p_{b,\tau}$ in [Gleichung 6](#) definiert ist. Die Ausfallrate gibt die Anzahl der neuen Kreditereignisse in einem gegebenen Quartal und einer gegebenen Branche in Prozent der gesamten Bank-Kreditnehmer Paare in dieser Branche und diesem Quartal an. Ein neues Kreditereignis tritt ein, falls eine Bank bei einem gegebenen Kreditnehmer erstmalig eine Erhöhung des Bestandes der Einzelwertberichtigungen von Null auf einen positiven Wert meldet. Ferner ist μ_{τ} die Veränderung des realen BIP gegenüber dem Vorquartal in Prozent. Die Parameter dieses Modells werden jeweils für $T = 2019Q4$ und $T = 2021Q1$ geschätzt. Die Entwicklung der Ausfallraten in den Szenarien ist dann durch $\hat{p}_{b,\tau} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot \mu_{s,\tau-1}$ gegeben, wobei $\hat{\alpha}$ und $\hat{\beta}$ die Schätzwerte der Parameter im obigen Modell bezeichnen, und $\mu_{s,\tau}$ das Wachstum des BIP in Szenario s beschreibt, wobei $s \in \{\text{Basis-Szenario, Stress-Szenario}\}$. Gilt $\hat{p}_{b,\tau} < 0$, so wird der Schätzwert durch Null ersetzt. Der Anstieg der Risikogewichte ergibt sich nur für Banken, die einen fortschrittlichen Ansatz benutzen ("IRBA-Banken"), und auch nur für die Kreditportfolios, bei denen die dieser fortschrittliche Ansatz angewendet wird. Der Szenario-Horizont endet im vierten Quartal 2023, siehe [Abbildung 15](#). Die Ermittlung der Beiträge folgt [Cohen and Scatigna \(2016\)](#). Abweichungen aufgrund von Rundungen.

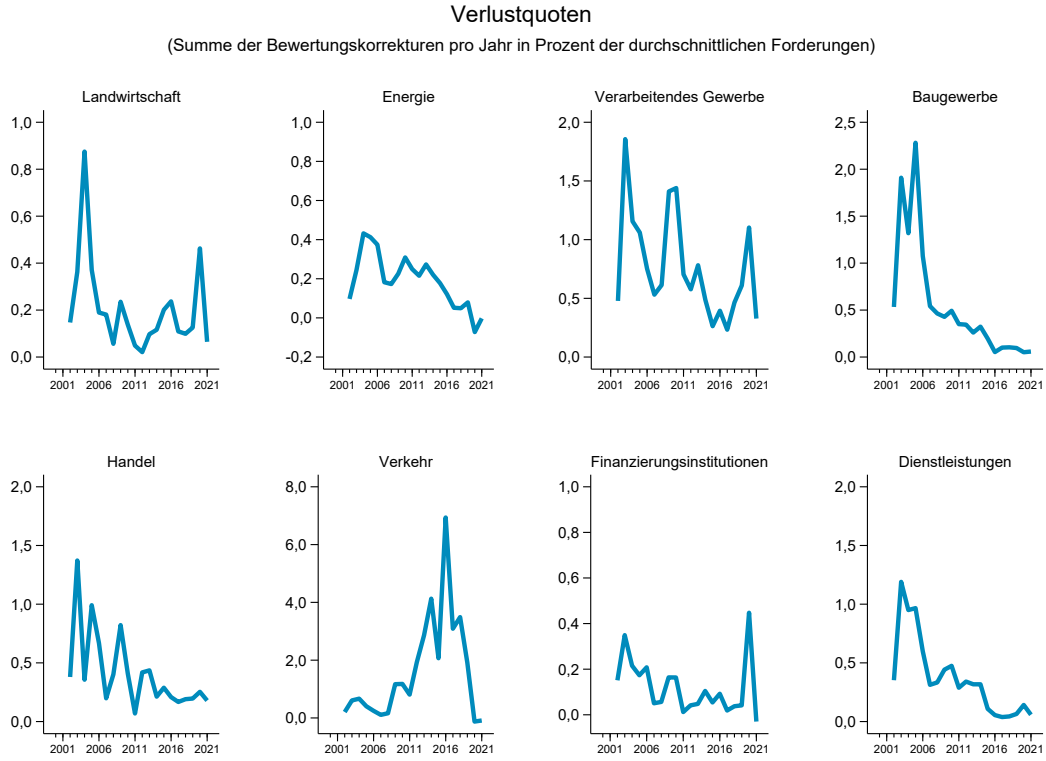


Abbildung 3:
Jährliche Verlustquoten in der Kreditvergabe an inländische Unternehmen - Alle Branchen

Die Verlustquote in Branche b und Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Bewertungskorrekturen}_{i,t,q,b}}{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b}}, \quad (15)$$

wobei $\text{Bewertungskorrekturen}_{i,t,q,b}$ die Bewertungskorrekturen bezeichnet, die von Bank i in Jahr t und Quartal q , $q \in \{1, 2, 3, 4\}$, und Branche b vorgenommen wurden, $t = 2002, \dots, 2021$ und $b = 1, 2, \dots, B$. Die Bewertungskorrekturen umfassen die Veränderungen von Einzelwertberichtigungen sowie vorgenommene Abschreibungen oder Zuschreibungen auf Not leidende Forderungen. Diese Verlustquoten werden auf Grundlage der Kreditnehmerstatistik ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Das Jahr 2021 enthält nur das erste Halbjahr.

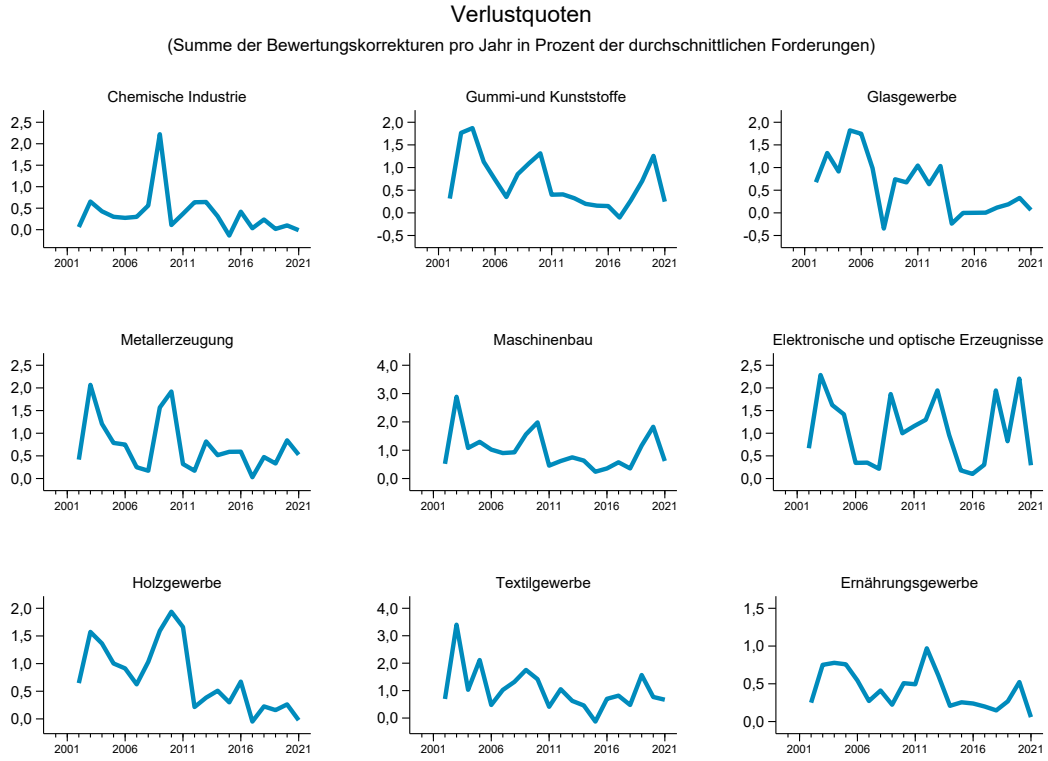


Abbildung 4:
Jährliche Verlustquoten in der Kreditvergabe an inländische Unternehmen - Verarbeitendes Gewerbe

Die Verlustquoten in der Unterbranche b_k des Verarbeitenden Gewerbes und Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_{b_k, t}^{\text{Inland}} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Bewertungskorrekturen}_{i, t, q, b_k}}{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i, t, q, b_k}}, \quad (16)$$

wobei $\text{Bewertungskorrekturen}_{i, t, q, b_k}$ die Bewertungskorrekturen bezeichnet, die von Bank i in Jahr t und Quartal q , $q \in \{1, 2, 3, 4\}$, und Unterbranche b_k vorgenommen wurden, $t = 2002, \dots, 2021$ und $k = 1, 2, \dots, K$. Die Bewertungskorrekturen umfassen die Veränderungen von Einzelwertberichtigungen sowie vorgenommene Abschreibungen oder Zuschreibungen auf Not leidende Forderungen. Diese Verlustquoten werden auf Grundlage der Kreditnehmerstatistik ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Das Jahr 2021 enthält nur das erste Halbjahr.

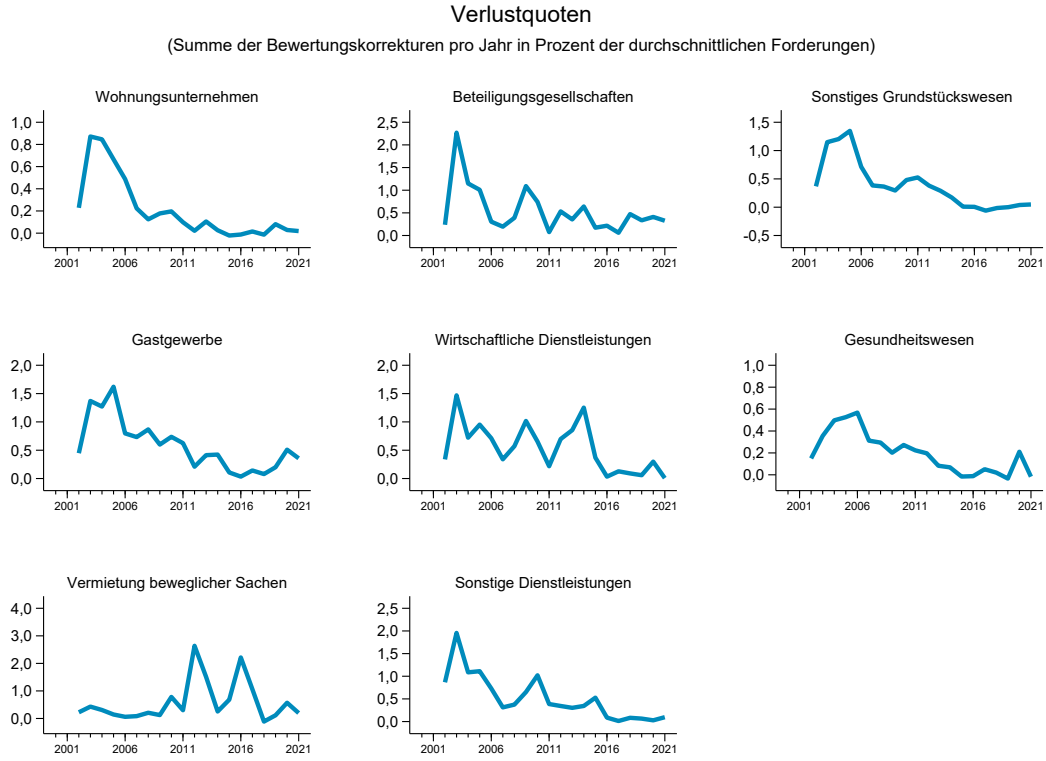


Abbildung 5:
Jährliche Verlustquoten in der Kreditvergabe an inländische Unternehmen - Dienstleistungen

Die Verlustquote in Unterbranche b_j der Dienstleistungen und Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_{b_j,t}^{\text{Inland}} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Bewertungskorrekturen}_{i,t,q,b_j}}{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b_j}}, \quad (17)$$

wobei $\text{Bewertungskorrekturen}_{i,t,q,b_j}$ die Bewertungskorrekturen bezeichnet, die von Bank i in Jahr t und Quartal q , $q \in \{1, 2, 3, 4\}$, und Unterbranche b_j vorgenommen wurden, $t = 2002, \dots, 2021$ und $j = 1, 2, \dots, J$. Die Bewertungskorrekturen umfassen die Veränderungen von Einzelwertberichtigungen sowie vorgenommene Abschreibungen oder Zuschreibungen auf Not leidende Forderungen. Diese Verlustquoten werden auf Grundlage der Kreditnehmerstatistik ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Das Jahr 2021 enthält nur das erste Halbjahr.

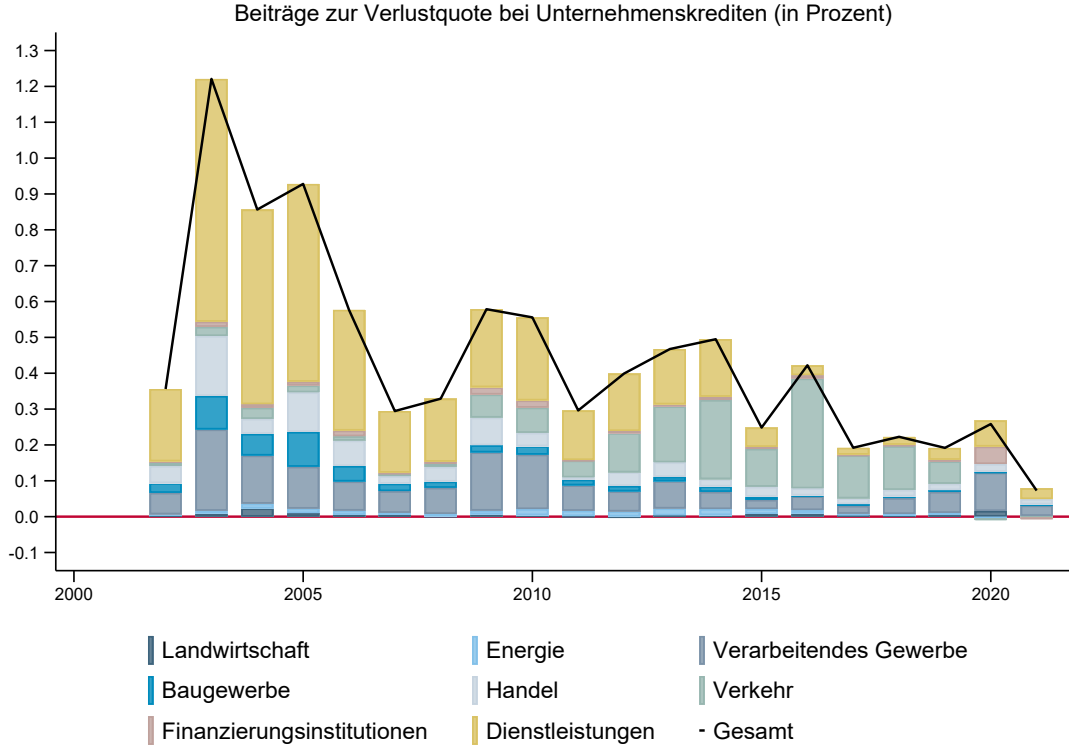


Abbildung 6:
Beitragsanalyse der Verlustquoten in der Kreditvergabe an inländische Unternehmen - Alle Branchen

Die aggregierte Verlustquote in Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_t^{\text{Inland}} = \sum_{b=1}^B \omega_{b,t} \text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}}$$

$$\omega_{b,t} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b}}{\sum_{\tilde{b}=1}^B \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,\tilde{b}}}$$

wobei $\text{Verlustquote}_{b,t}^{\text{Inland}}$ in [Gleichung 1](#) definiert ist. Die Forderungsbestände beruhen auf dem statistischen Meldewesen (Kreditnehmerstatistik), siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Das Jahr 2021 enthält nur das erste Halbjahr.

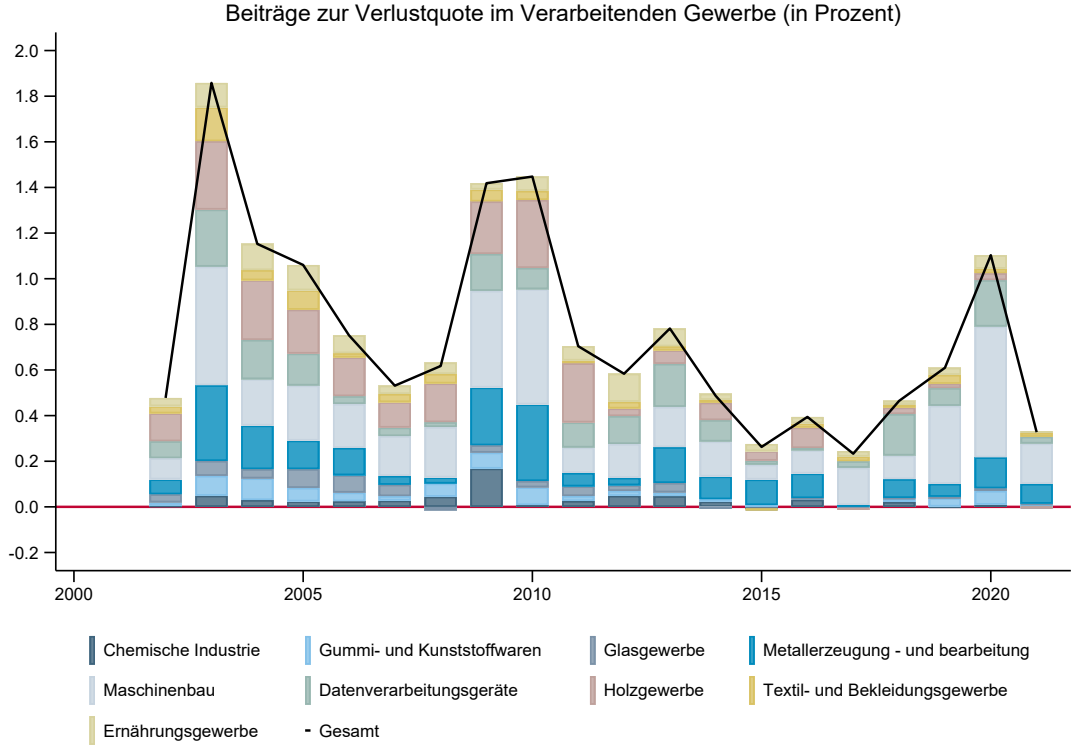


Abbildung 7:
Beitragsanalyse der Verlustquoten in der Kreditvergabe an inländische Unternehmen - Verarbeitendes Gewerbe

Die aggregierte Verlustquote im Verarbeitenden Gewerbe in Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_t^{\text{Inland}} = \sum_{k=1}^K \omega_{b_k,t} \text{Verlustquote}_{b_k,t}^{\text{Inland}}$$

$$\omega_{b_k,t} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b_k}}{\sum_{\tilde{k}=1}^K \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,\tilde{b}_k}}$$

wobei $\text{Verlustquote}_{b_k,t}^{\text{Inland}}$ die Verlustquote in der Unterbranche b_k des Verarbeitenden Gewerbes bezeichnet, $k = 1, 2, \dots, K$. Die Forderungsbestände beruhen auf dem statistischen Meldewesen (Kreditnehmerstatistik), siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Das Jahr 2021 enthält nur das erste Halbjahr.

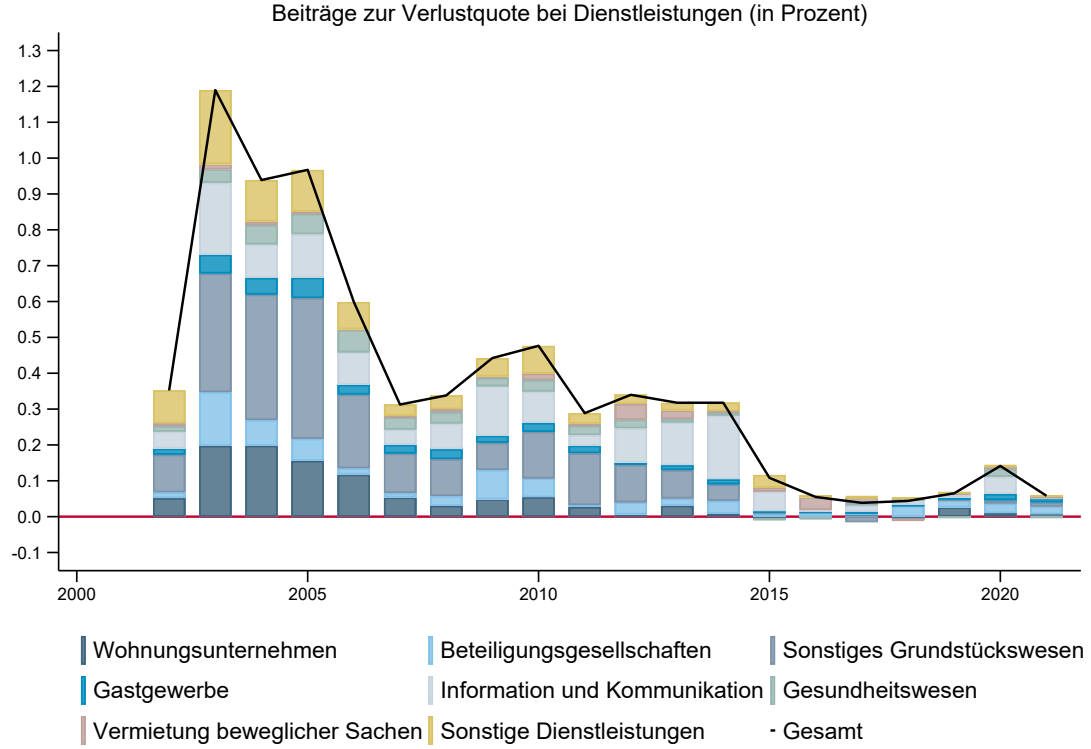


Abbildung 8:
Beitragsanalyse der Verlustquoten in der Kreditvergabe an inländische Unternehmen - Dienstleistungen

Die aggregierte Verlustquote in der Dienstleistungsbranche in Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_t^{\text{Inland}} = \sum_{j=1}^J \omega_{b_j,t} \text{Verlustquote}_{b_j,t}^{\text{Inland}}$$

$$\omega_{b_j,t} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b_j}}{\sum_{\tilde{j}=1}^J \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,\tilde{b}_j}}$$

wobei $\text{Verlustquote}_{b_j,t}^{\text{Inland}}$ die Verlustquote in der Unterbranche b_j der Dienstleistungen bezeichnet, $l = 1, 2, \dots, J$. Die Forderungsbestände beruhen auf dem statistischen Meldewesen (Kreditnehmerstatistik), siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Das Jahr 2021 enthält nur das erste Halbjahr.

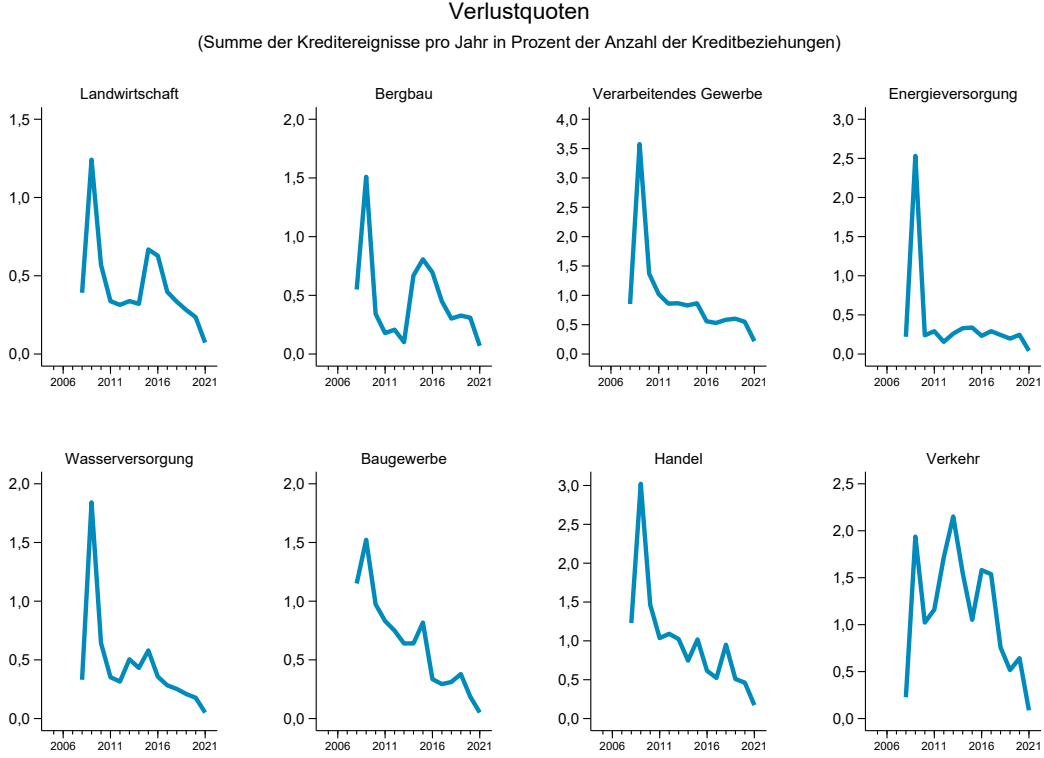


Abbildung 9:
Jährliche Verlustquoten im Unternehmenskreditgeschäft - NACE Abschnitt A bis Abschnitt H

Die Abbildung stellt Verlustquote $_{b,t}$ für Branche b in Jahr t dar. Dazu ist $l_{i,j,b,\tau}$ das Kreditvolumen, das zwischen Bank i und dem Kreditnehmer j in Branche b und im Quartal τ besteht. Dabei gilt $\tau = 1, 2, \dots, T$, wobei $\tau = 1$ zum ersten Quartal im Jahr 2008 korrespondiert und T die gesamte Anzahl der beobachteten Zeitpunkte (Quartale) bezeichnet. Ferner sei $v_{i,j,b,\tau}$ die Summe der Einzelwertberichtigungen (EWB), die Bank i für die bestehende Kreditbeziehung zu Kreditnehmer j gebildet hat. Dann ist für $\tau > 1$

$$D_{b,\tau} = \{(i, j) \mid ((i, j) \in \mathbb{N}^2) \wedge (v_{i,j,b,\tau} > 0) \wedge (v_{i,j,b,\tau-1} = 0)\},$$

und

$$L_{b,\tau} = \{(i, j) \mid ((i, j) \in \mathbb{N}^2) \wedge (l_{i,j,b,\tau} > 0) \wedge (v_{i,j,b,r} = 0, r \leq \tau)\}.$$

Für eine endliche Menge Ω , sei $|\Omega|$ die Anzahl der Element in Ω , mit $|\Omega| = 0$ falls $\Omega = \emptyset$. Die Ausfallrate in Branche b und Quartal τ ist dann definiert als

$$p_{b,\tau} = 100 \cdot \frac{|D_{b,\tau}|}{|L_{b,\tau}| + |D_{b,\tau}|}, \quad (18)$$

for $b = 1, 2, \dots, B$ und $\tau = 2, 3, \dots, T$. Eine jährliche Ausfallrate wird dann ermittelt, indem je Branche die Summe der neuen Kreditereignisse pro Jahr (jährliche Summe des Zählers in (18)) berechnet und durch die durchschnittliche Anzahl der Kreditbeziehungen pro Jahr (Jahresdurchschnitt des Nenners in (18)) geteilt wird. Diese jährlichen Ausfallraten werden in Verlustquote $_{b,t}$ übersetzt, indem die durchschnittliche LGD je Branche mit der jährlichen Ausfallrate multipliziert wird. Diese Verlustquoten werden auf Grundlage der Evidenzzentrale für Millionenkredite ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(1998\)](#). Die Verlustquoten und die Forderungen schließen die inländische und ausländische Kreditvergabe ein. Das Jahr 2021 enthält nur das erste Quartal.

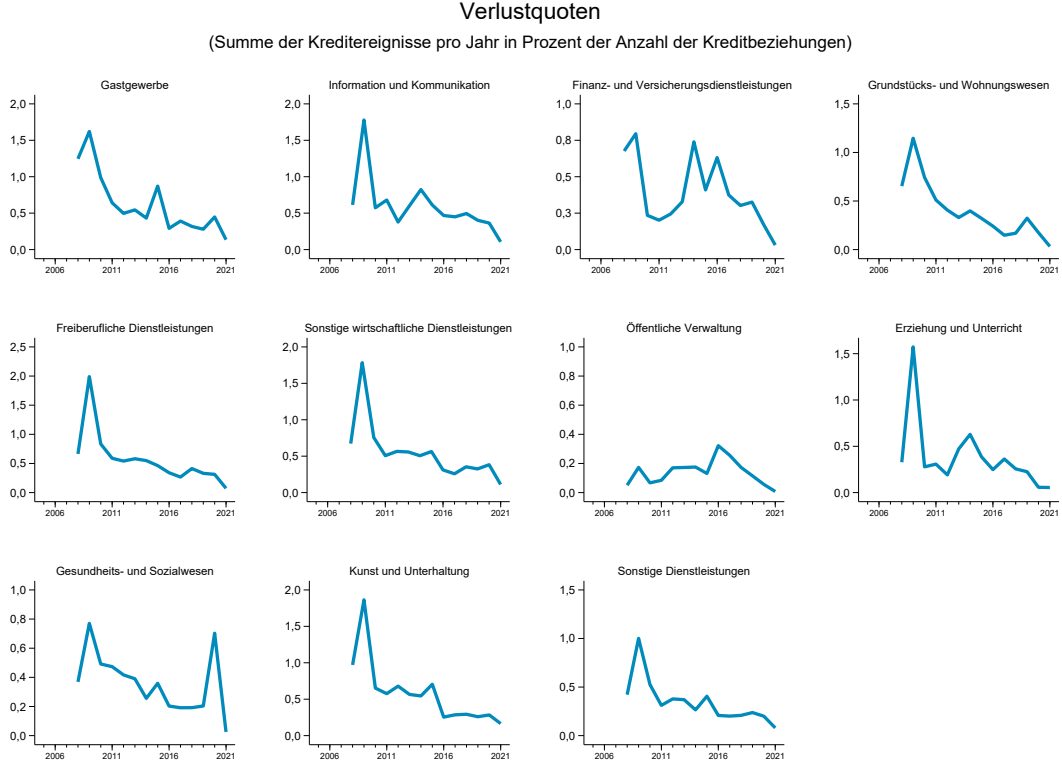


Abbildung 10:
Jährliche Verlustquoten im Unternehmenskreditgeschäft - NACE Abschnitt I bis Abschnitt S

Die Abbildung stellt Verlustquote $_{b,t}$ für Branche b in Jahr t dar. Dazu ist $l_{i,j,b,\tau}$ das Kreditvolumen, das zwischen Bank i und dem Kreditnehmer j in Branche b und im Quartal τ besteht. Dabei gilt $\tau = 1, 2, \dots, T$, wobei $\tau = 1$ zum ersten Quartal im Jahr 2008 korrespondiert und T die gesamte Anzahl der beobachteten Zeitpunkte (Quartale) bezeichnet. Ferner sei $v_{i,j,b,\tau}$ die Summe der Einzelwertberichtigungen, die Bank i für die bestehende Kreditbeziehung zu Kreditnehmer j gebildet hat. Dann ist für $\tau > 1$

$$D_{b,\tau} = \{(i, j) \mid ((i, j) \in \mathbb{N}^2) \wedge (v_{i,j,b,\tau} > 0) \wedge (v_{i,j,b,\tau-1} = 0)\},$$

und

$$L_{b,\tau} = \{(i, j) \mid ((i, j) \in \mathbb{N}^2) \wedge (l_{i,j,b,\tau} > 0) \wedge (v_{i,j,b,r} = 0, r \leq \tau)\}.$$

Für eine endliche Menge Ω , sei $|\Omega|$ die Anzahl der Element in Ω , mit $|\Omega| = 0$ falls $\Omega = \emptyset$. Die Ausfallrate in Branche b und Quartal τ ist dann definiert als

$$p_{b,\tau} = 100 \cdot \frac{|D_{b,\tau}|}{|L_{b,\tau}| + |D_{b,\tau}|}, \quad (19)$$

for $b = 1, 2, \dots, B$ und $\tau = 2, 3, \dots, T$. Eine jährliche Ausfallrate wird dann ermittelt, indem je Branche die Summe der neuen Kreditereignisse pro Jahr (jährliche Summe des Zählers in (19)) berechnet und durch die durchschnittliche Anzahl der Kreditbeziehungen pro Jahr (Jahresdurchschnitt des Nenners in (19)) geteilt wird. Diese jährlichen Ausfallraten werden in die Verlustquote $_{b,t}$ übersetzt, indem die durchschnittliche LGD je Branche mit der jährlichen Ausfallrate multipliziert wird. Diese Verlustquoten werden auf Grundlage der Evidenzzentrale für Millionenkredite ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(1998\)](#). Die Verlustquoten und die Forderungen schließen die inländische und ausländische Kreditvergabe ein. Das Jahr 2021 enthält nur das erste Quartal.

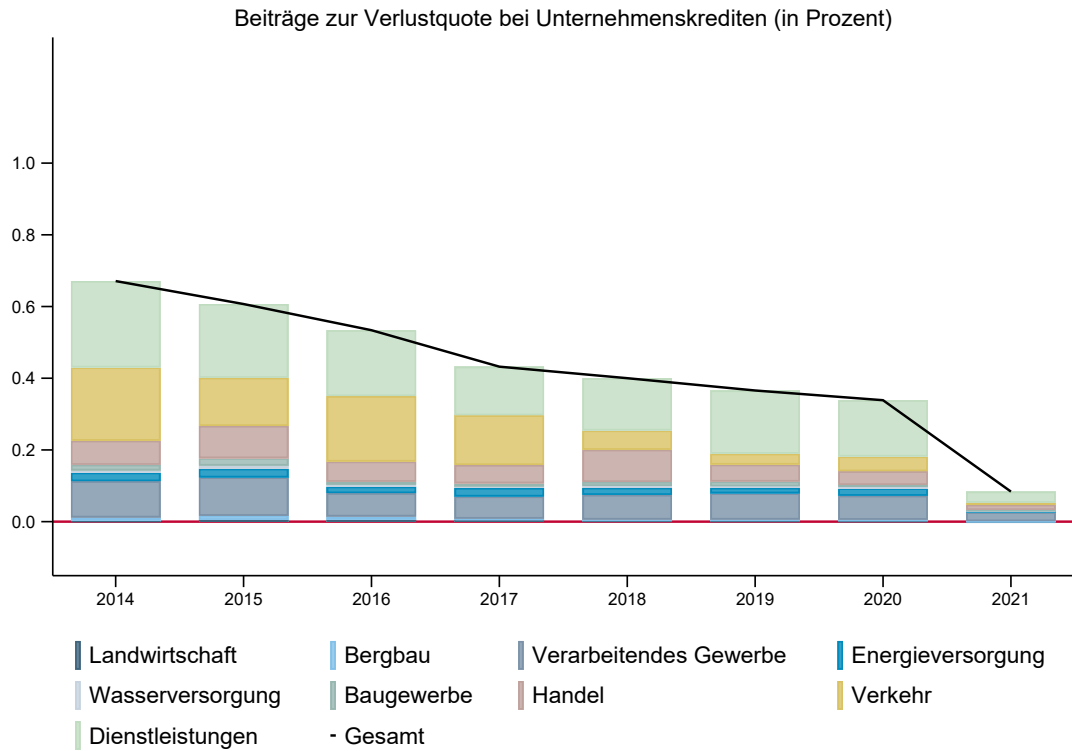


Abbildung 11:
Beitragsanalyse der Verlustquoten im Unternehmenskreditgeschäft - Alle Branchen

Die aggregierte Verlustquote in Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_t = \sum_{b=1}^B \omega_{b,t} \text{Verlustquote}_{b,t}$$

$$\omega_{b,t} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b}}{\sum_{\tilde{b}=1}^{\tilde{B}} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,\tilde{b}}}$$

wobei $\text{Verlustquote}_{b,t}$ in [Unterabschnitt 2.2](#) definiert ist. Die NACE Abschnitte I bis S wurden zu einem Abschnitt aggregiert, welcher in der Abbildung als Dienstleistungen bezeichnet wird. Die Forderungsbestände beruhen auf dem bankaufsichtlichen Meldewesen (FINREP) und liegen seit dem dritten Quartal 2014 vor. Die Verlustquoten und die Forderungen schließen die inländische und ausländische Kreditvergabe ein. Das Jahr 2021 enthält nur das erste Quartal.

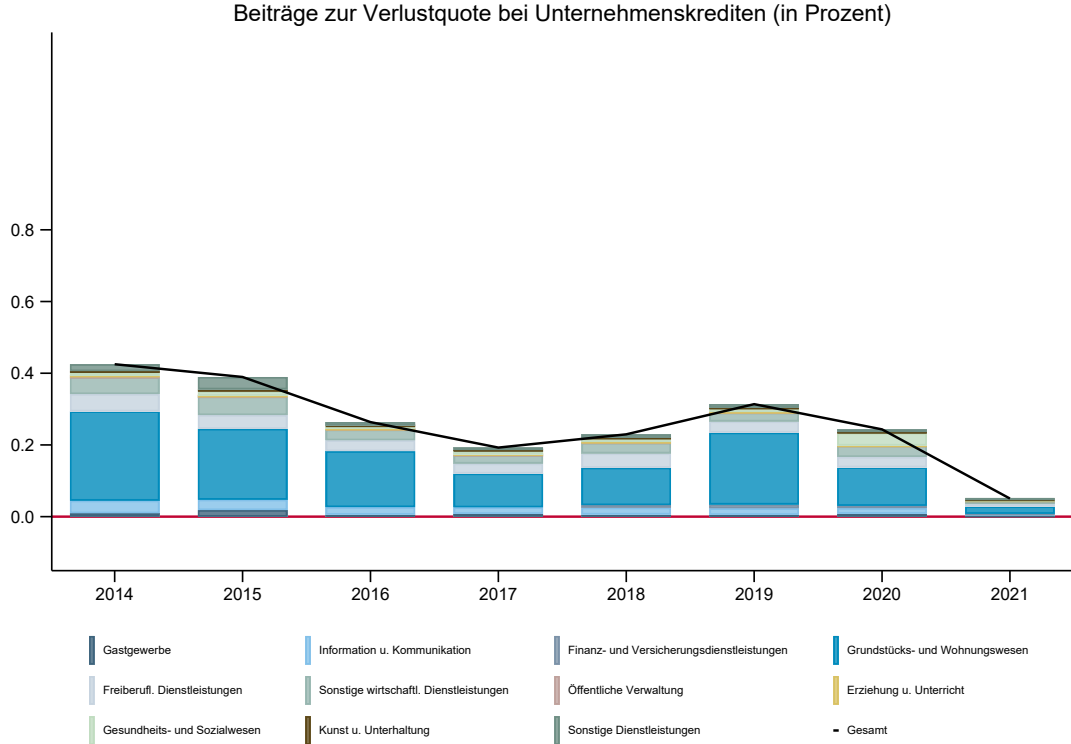


Abbildung 12:
Beitragsanalyse der Verlustquoten im Unternehmenskreditgeschäft - Dienstleistungen

Die aggregierte Verlustquote bei den Dienstleistungen in Jahr t ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_t = \sum_{k=1}^K \omega_{b_l,t} \text{Verlustquote}_{b_l,t}$$

$$\omega_{b_l,t} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,b_l}}{\sum_{\tilde{l}=1}^L \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,t,q,\tilde{b}_l}}$$

wobei $\text{Verlustquote}_{b_l,t}$ die Verlustquote in der Unterbranche b_l der Dienstleistungen bezeichnet, $l = 1, 2, \dots, L$ und auf der Definition in [Unterabschnitt 2.2](#) beruht. Die Forderungsbestände beruhen auf dem bankaufsichtlichen Meldewesen (FINREP) und liegen seit dem dritten Quartal 2014 vor. Die Verlustquoten und die Forderungen schließen die inländische und ausländische Kreditvergabe ein. Das Jahr 2021 enthält nur das erste Quartal.

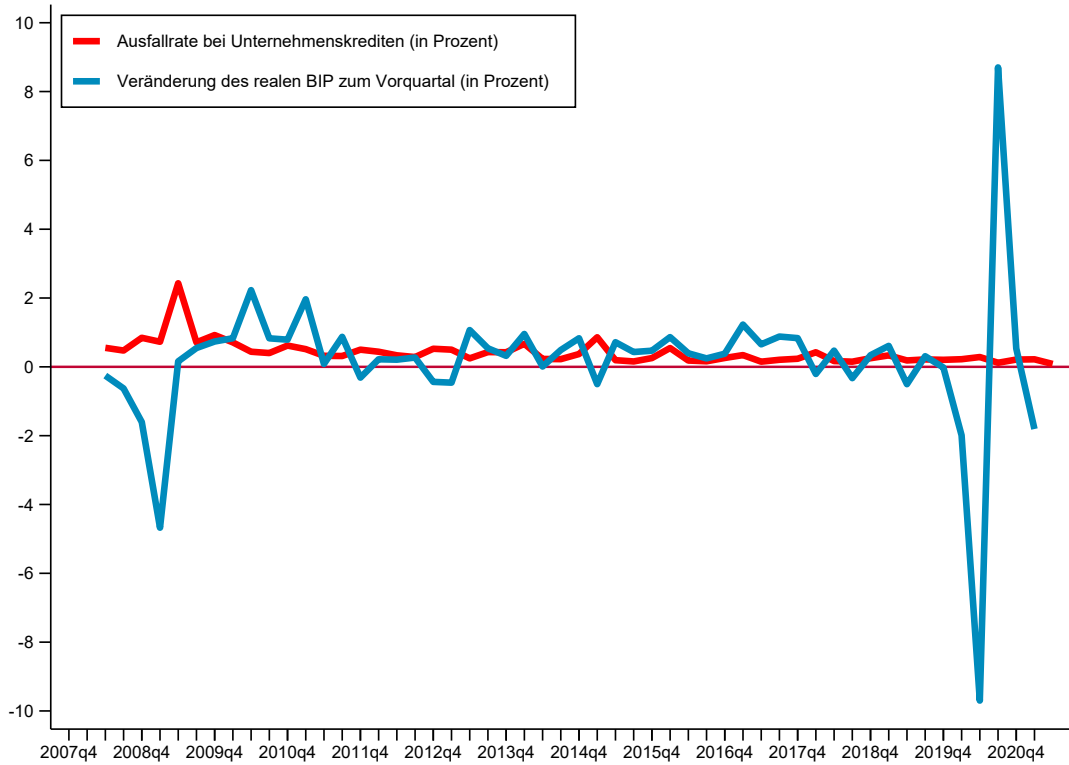


Abbildung 13:
Ausfallrate bei Unternehmenskrediten und die Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukt (BIP)

In Anlehnung an [Gleichung 6](#) ist die Ausfallrate für Unternehmenskredite durch

$$p_{\tau} = 100 \cdot \frac{\sum_{b=1}^B |D_{b,\tau}|}{\sum_{b=1}^B |L_{b,\tau}| + |D_{b,\tau}|}$$

gegeben, wobei $\tau = 2, 3, \dots, T$ und $\tau = 2$ zum zweiten Quartal 2008 und $\tau = T$ zum ersten Quartal 2021 korrespondiert. Das kalender- und saisonbereinigte reale Bruttoinlandsprodukt wurde der Zeitreihendatenbank der Deutschen Bundesbank entnommen.

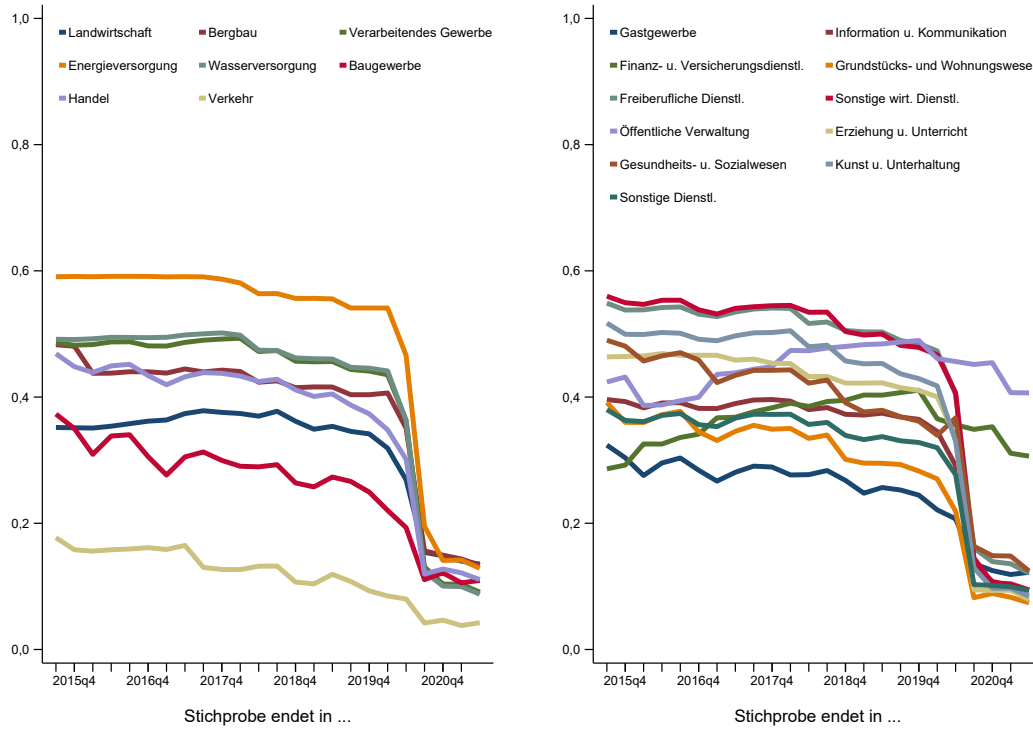


Abbildung 14:
Bestimmtheitsmaß (R^2) in Abhängigkeit der Stichprobenlänge

Die Abbildung stellt das Bestimmtheitsmaß (R^2) in den folgenden linearen Regressionsmodellen dar:

$$y_{b,\tau} = \alpha + \beta \cdot \mu_{\tau-1} + \gamma' d_{\tau} + \varepsilon_{b,\tau}, \quad \tau = 2008Q2, 2008Q3, \dots, T,$$

jeweils für $T = 2015Q3, 2015Q4, \dots, 2021Q4$. Im Fall $T = 2015Q3$ beruht die Schätzung auf 30 Quartalen, bei $T = 2021Q4$ beträgt die Stichprobenlänge 52 Quartale. Die abhängige Variable $y_{b,\tau}$ ist die annualisierte Ausfallrate in Branche b und Quartal τ , $y_{b,\tau} = 4 \cdot p_{b,\tau}$, $b = 1, 2, \dots, B$, wobei $p_{b,\tau}$ in [Gleichung 6](#) definiert ist. Die Ausfallrate gibt die Anzahl der neuen Kreditereignisse in einem gegebenen Quartal und einer gegebenen Branche in Prozent der gesamten Bank-Kreditnehmer Paare in dieser Branche und diesem Quartal an. Ein neues Kreditereignis tritt ein, falls eine Bank bei einem gegebenen Kreditnehmer erstmalig eine Erhöhung des Bestandes der Einzelwertberichtigungen von Null auf einen positiven Wert meldet. Datenquelle: Evidenzzentrale für Millionkredite. Ferner bezeichnet μ_{τ} die annualisierte, vierteljährliche Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Prozent. Ist X_{τ} das kalender- und saisonbereinigte reale BIP, so ist $\mu_{\tau} = 100 \left((X_{\tau}/X_{\tau-1})^4 - 1 \right)$. Schließlich stellt d_{τ} einen Vektor vierteljährlicher Indikatorvariablen dar, die das erste, zweite bzw. vierte Quartal bezeichnen.

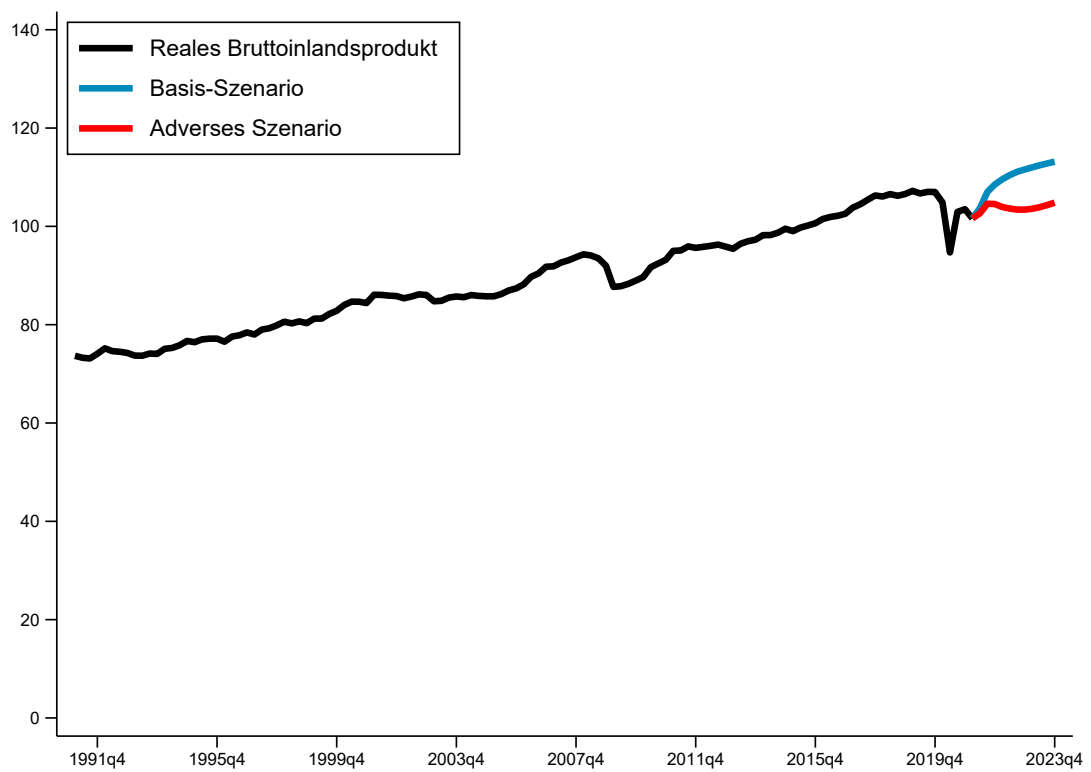


Abbildung 15:

Reales Bruttoinlandsprodukt im Basis- und Stress-Szenario

Die Abbildung stellt den historischen Verlauf des realen BIP sowie die Pfade im Basis- und Stressszenario dar.

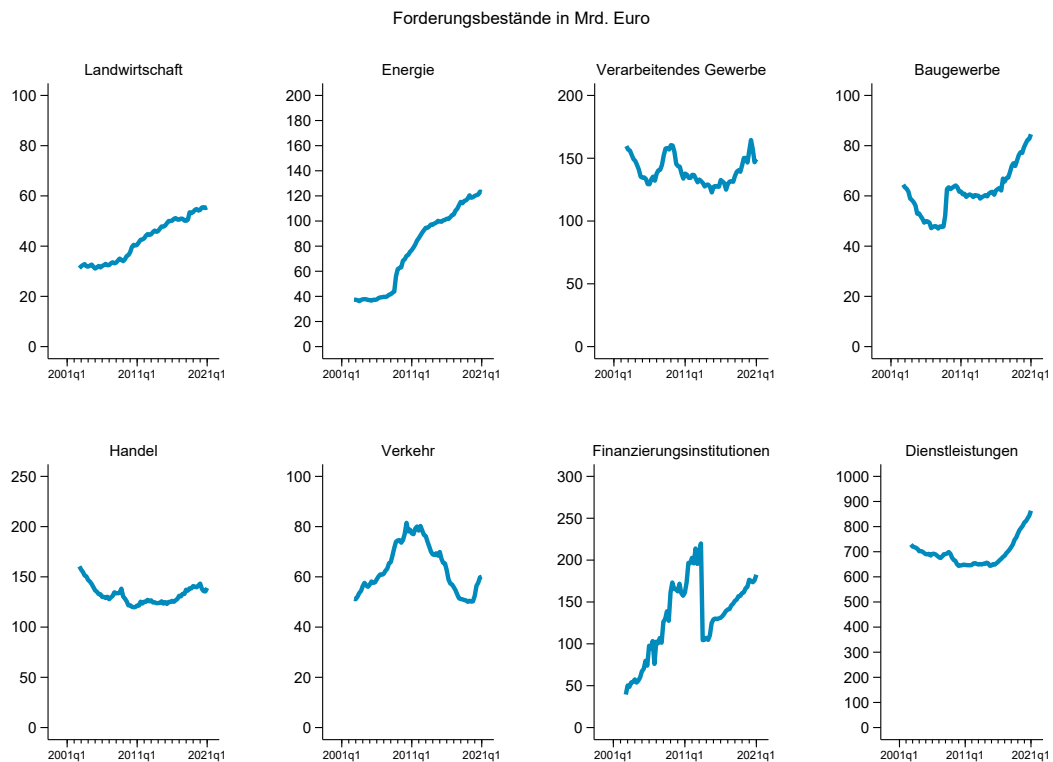


Abbildung 16:
Bilanzielle Forderungen im inländischen Unternehmenskreditgeschäft - Alle Branchen

Die Abbildung stellt den Bestand der Forderungen gegenüber inländischen Unternehmen je Branche in Mrd. Euro dar. Die Bestände beruhen auf dem statistischen Meldewesen (Kreditnehmerstatistik), siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Die Stichprobe enthält im März 2021 1.464 Banken.

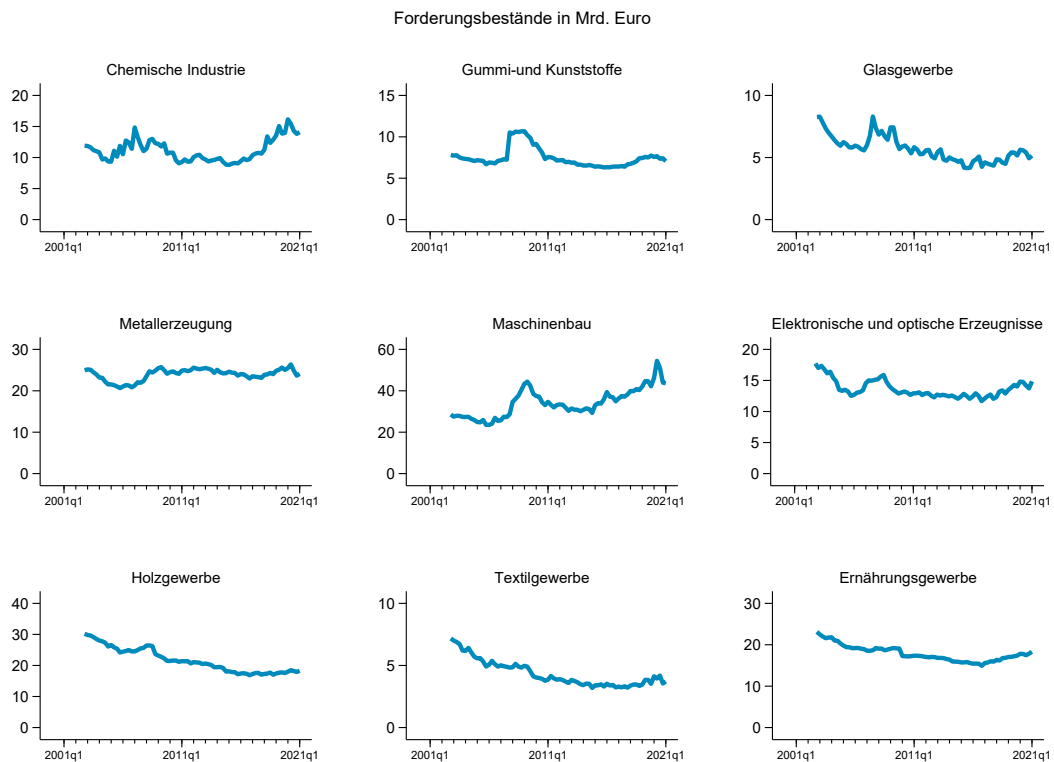


Abbildung 17:
Bilanzielle Forderungen im inländischen Unternehmenskreditgeschäft - Verarbeitendes Gewerbe

Die Abbildung stellt den Bestand der Forderungen gegenüber inländischen Unternehmen in den Unterbranchen des Verarbeitenden Gewerbes in Mrd. Euro dar. Die Bestände beruhen auf dem statistischen Meldewesen (Kreditnehmerstatistik), siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Die Stichprobe enthält im März 2020 1.464 Banken.

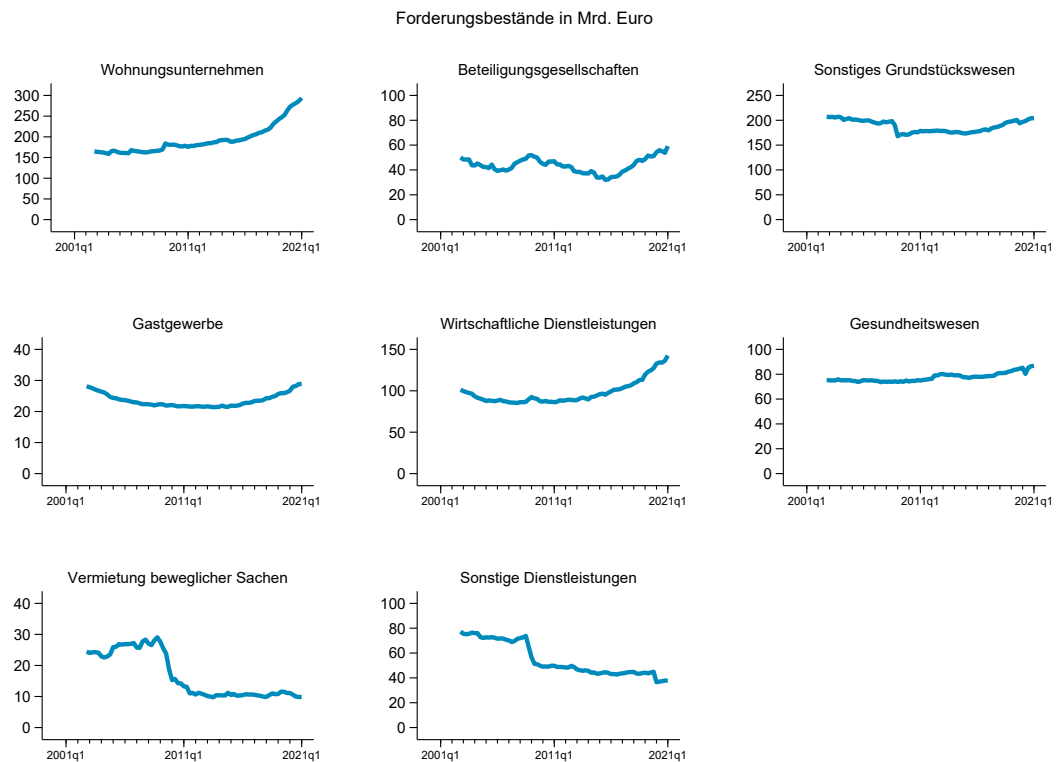


Abbildung 18:
Bilanzielle Forderungen im inländischen Unternehmenskreditgeschäft - Dienstleistungen

Die Abbildung stellt den Bestand der Forderungen gegenüber inländischen Unternehmen in den Unterbranchen der Dienstleistungen in Mrd. Euro dar. Die Bestände beruhen auf dem statistischen Meldewesen (Kreditnehmerstatistik), siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Die Stichprobe enthält im März 2020 1.464 Banken.

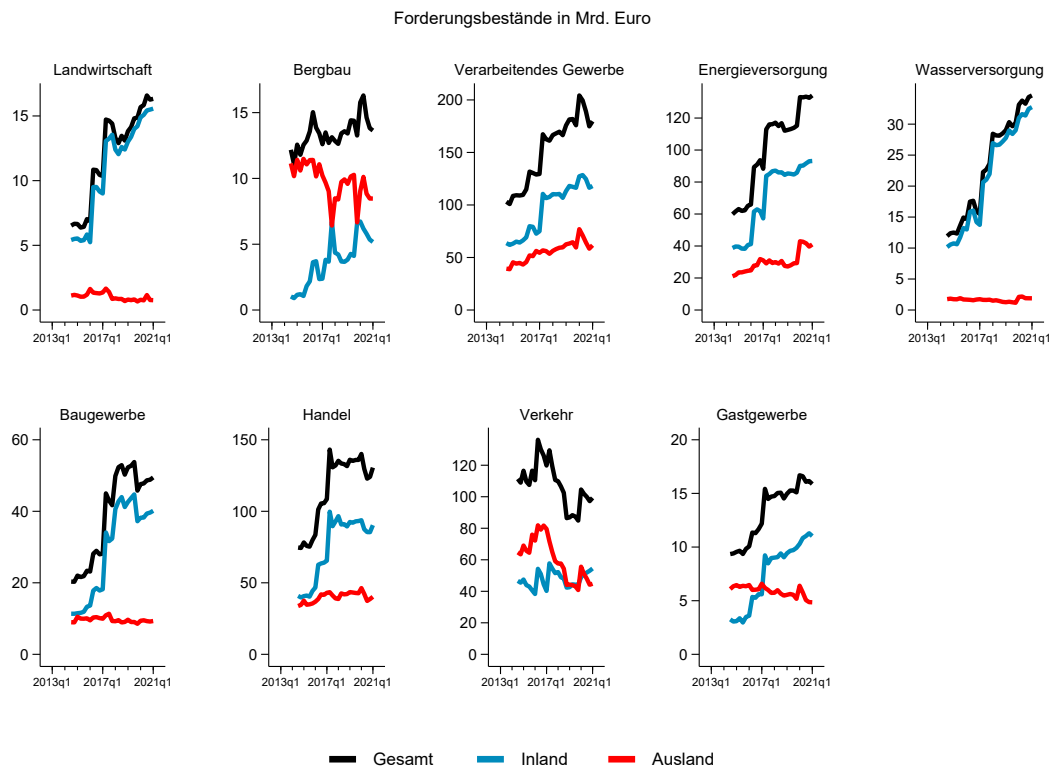


Abbildung 19:
Bilanzielle Forderungen im Unternehmenskreditgeschäft - NACE Abschnitt A bis Abschnitt I

Die Abbildung stellt den Bestand der Forderungen je Branche und Quartal in Mrd. Euro dar. Die Bestände beruhen auf dem bankaufsichtlichen Meldewesen (FINREP). Die Stichprobe enthält 305 Banken im März 2021.

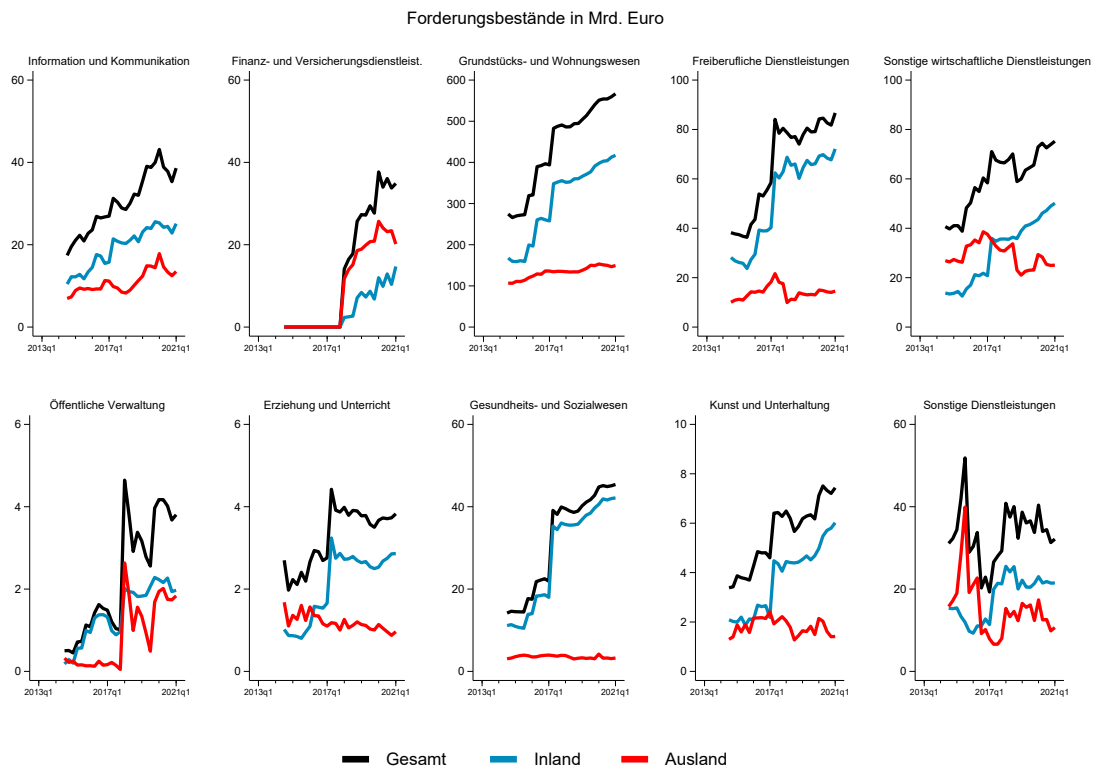


Abbildung 20:
Bilanzielle Forderungen im Unternehmenskreditgeschäft - NACE Abschnitt J bis Abschnitt S

Die Abbildung stellt den Bestand der Forderungen je Branche und Quartal in Mrd. Euro dar. In der Branche Finanz- und Versicherungsdienstleistungen liegen Beobachtungen erst seit dem ersten Quartal 2018 vor. Die Bestände beruhen auf dem bankaufsichtlichen Meldewesen (FINREP). Die Stichprobe enthält 305 Banken im März 2021.

	Basisszenario	Stress-Szenario 1	Stress-Szenario 2	Stress-Szenario 3
Verluste in Prozent der Forderungen	0,4	1,2	1,9	2,6
Verluste in Prozent des CET-1	1,5	4,3	7,1	10,0

Tabelle 1
Verluste in der Szenario-Analyse

Die Tabelle stellt die Verluste im Unternehmenskreditgeschäft für verschiedene Bankengruppen dar. Es sei N die Anzahl der Banken in der Stichprobe, N_1 die Anzahl der Banken, die Kreditgeschäft im In- und Ausland betreiben, während N_2 die Anzahl der Banken bezeichnet, die nur an inländische Unternehmen Kredite vergeben, wobei $N = N_1 + N_2$. Dann gilt:

$$\text{Verlust}_{i,s} = \begin{cases} \sum_{b=1}^B \frac{\text{Verlustquote}_{b,s}}{100} \cdot \text{Forderungsbestand}_{i,b,s}, & i = 1, 2, \dots, N_1, \\ \sum_{b=1}^B \frac{\text{Verlustquote}_{b,s}^{\text{Inland}}}{100} \cdot \text{Forderungsbestand}_{i,b,s}^{\text{Inland}}, & i = N_1 + 1, N_1 + 2, \dots, N, \end{cases}$$

wobei $\text{Verlustquote}_{b,s}$ die Verlustquote in Branche b und Szenario s bezeichnet, $b = 1, \dots, B$ (siehe [Unterabschnitt 2.2](#) und Abbildungen [9](#) und [10](#)) und $s \in \{\text{Basisszenario}, \text{Stress-Szenario 1}, \text{Stress-Szenario 2}, \text{Stress-Szenario 3}\}$. Analoge Bezeichnungen gelten für $\text{Verlustquote}_{b,s}^{\text{Inland}}$ (siehe [Unterabschnitt 2.1](#) und Abbildungen [3](#) - [5](#)) sowie den Forderungsbestand, wobei sich dieser nur aufgrund der Höhe der in Anspruch genommenen Kreditlinien zwischen den Szenarien unterscheidet. In Stress-Szenario 1 werden die historisch größten Verlustquoten für ausgewählte Branchen (fett hervorgehoben) unterstellt, während die übrigen Branchen nur einen milden Stress erfahren. In Stress-Szenario 2 werden historisch größten Verlustquoten für alle Branchen verwendet. In Stress-Szenario 3 werden diese maximalen Verlustquoten je Branche zusätzlich um zwei Standardabweichungen erhöht. Die drei Stress-Szenarien werden mit einem Basisszenario verglichen, in dem die Verlustquoten in allen Branchen um rund 40 % ansteigen. Es werden 1368 Banken betrachtet.

Tabelle 2 – *Beginn*

Branche	Wert im Jahre 2020	Basisszenario	Stress-Szenario 1	Stress-Szenario 2	Stress-Szenario 3
Landwirtschaft	0,46	0,65	0,88	0,88	1,27
Energie	-0,07	0,00	0,06	0,43	0,69
Chemische Industrie	0,10	0,14	0,60	2,22	3,22
Gummi- und Kunststoffe	1,26	1,77	1,83	1,87	3,01
Glasgewerbe	0,33	0,46	0,96	1,82	3,08
Metallerzeugung	0,84	1,19	1,42	2,07	3,23
Maschinenbau	1,83	2,58	2,89	2,89	4,23
Elektronische und optische Erzeugnisse	2,21	3,11	2,29	2,29	3,76
Holzgewerbe	0,26	0,37	1,94	1,94	3,09
Textilgewerbe	0,77	1,08	3,40	3,40	4,97
Ernährungsgewerbe	0,52	0,73	0,77	0,97	1,46

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 2 – Fortsetzung

Branche	Wert im Jahre 2020	Basisszenario	Stress-Szenario 1	Stress-Szenario 2	Stress-Szenario 3
Baugewerbe	0,05	0,07	0,68	2,28	3,55
Handel	0,25	0,36	0,58	1,37	2,03
Verkehr	-0,12	0,00	6,94	6,94	10,53
Finanzierungsunternehmen (ohne MFIs)	0,45	0,63	0,56	0,56	0,68
Wohnungsunternehmen	0,03	0,04	0,31	0,87	1,44
Beteiligungsgesellschaften	0,41	0,58	0,92	2,27	3,31
Sonstiges Grundstückswesen	0,04	0,06	0,47	1,35	2,20
Gastgewerbe	0,51	0,72	1,62	1,62	2,53
Wirtschaftliche Dienstleistungen	0,30	0,42	1,47	1,47	2,30
Gesundheitswesen	0,21	0,30	0,40	0,57	0,94
Vermietung beweglicher Sachen	0,57	0,80	2,64	2,64	4,14
Sonstige Dienstleistungen	0,03	0,04	1,96	1,96	2,95

Tabelle 2 – Ende

Tabelle 2

Verlustquoten im inländischen Unternehmenskreditgeschäft im Jahr 2020 und in den Szenarien

Die Verlustquote in Branche b und Jahr 2020 ist definiert als

$$\text{Verlustquote}_{b,2020}^{\text{Inland}} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Bewertungskorrekturen}_{i,2020,q,b}}{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^N \sum_{q=1}^4 \text{Forderungsbestand}_{i,2020,q,b}},$$

wobei $\text{Bewertungskorrekturen}_{i,2020,q,b}$ die Bewertungskorrekturen bezeichnet, die von Bank i im Jahr 2020 und Quartal q , $q \in \{1, 2, 3, 4\}$, und Branche b vorgenommen wurden, $b = 1, 2, \dots, B$. Die Bewertungskorrekturen umfassen die Veränderungen von Einzelwertberichtigungen sowie vorgenommene Abschreibungen oder Zuschreibungen auf Not leidende Forderungen. Diese Verlustquoten werden auf Grundlage der Kreditnehmerstatistik ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(2021c\)](#). Die Verlustquoten in den Szenarien werden in [Unterabschnitt 2.1](#) beschrieben. In Stress-Szenario 1 werden die historisch größten Verlustquoten für ausgewählte Branchen (fett hervorgehoben) unterstellt, während die übrigen Branchen nur einen milden Stress erfahren. In Stress-Szenario 2 werden historisch größten Verlustquoten für alle Branchen verwendet. In Stress-Szenario 3 werden diese maximalen Verlustquoten je Branche zusätzlich um zwei Standardabweichungen erhöht. Branchen, die in Stress-Szenario 1 einem besonders starken Stress ausgesetzt sind, sind fett hervorgehoben. Die drei Stress-Szenarien mit einem Basisszenario verglichen, in dem die Verlustquoten in allen Branchen um rund 40 % ansteigen.

Branche	Wert im Jahre 2020	Basisszenario	Stress-Szenario 1	Stress-Szenario 2	Stress-Szenario 3
Landwirtschaft	0,24	0,33	1,24	1,24	1,78
Bergbau	0,31	0,44	0,68	1,51	2,26
Verarbeitendes Gewerbe	0,55	0,77	3,58	3,58	5,19
Energieversorgung	0,25	0,35	0,88	2,53	3,80
Wasserversorgung	0,17	0,25	0,61	1,84	2,71
Baugewerbe	0,18	0,26	0,57	1,53	2,30
Handel	0,46	0,65	1,12	3,02	4,35
Verkehr	0,64	0,91	2,15	2,15	3,32
Gastgewerbe	0,45	0,63	1,62	1,62	2,44
Information und Kommunikation	0,36	0,51	1,78	1,78	2,52
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,17	0,24	0,39	0,80	1,23
Grundstücks und Wohnungswesen	0,18	0,25	0,46	1,15	1,71
Freiberufliche Dienstleistungen	0,31	0,44	1,99	1,99	2,88
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	0,38	0,54	1,78	1,78	2,57
Öffentliche Verwaltung	0,06	0,08	0,14	0,32	0,48
Erziehung und Unterricht	0,06	0,08	1,57	1,57	2,33
Gesundheits- und Sozialwesen	0,70	0,99	0,89	0,89	1,15
Kunst und Unterhaltung	0,28	0,40	1,86	1,86	2,74
Sonstige Dienstleistungen	0,20	0,28	1,00	1,00	1,44

Tabelle 3

Verlustquoten im Unternehmenskreditgeschäft im Jahr 2020 und in den Szenarien

Die Konstruktion der Verlustquoten im Jahre 2020 und in den Szenarien wird in [Unterabschnitt 2.2](#) beschrieben. Die Verlustquoten werden auf Grundlage der Evidenzzentrale für Millionenkredite ermittelt, siehe [Deutsche Bundesbank \(1998\)](#). In Stress-Szenario 1 werden die historisch größten Verlustquoten für ausgewählte Branchen (fett hervorgehoben) unterstellt, während die übrigen Branchen nur einen milden Stress erfahren. In Stress-Szenario 2 werden historisch größten Verlustquoten für alle Branchen verwendet. In Stress-Szenario 3 werden diese maximalen Verlustquoten je Branche zusätzlich um zwei Standardabweichungen erhöht. Branchen, die in Stress-Szenario 1 einem besonders starken Stress ausgesetzt sind, sind fett hervorgehoben. Die drei Stress-Szenarien mit einem Basisszenario verglichen, in dem die Verlustquoten in allen Branchen um rund 40 % ansteigen.

Durchschnittliches Risikogewicht (in Prozent)	Basisszenario	Stress-Szenario 1	Stress-Szenario 2	Stress-Szenario 3
Landwirtschaft	92	107	110	117
Bergbau	91	100	108	115
Verarbeitendes Gewerbe	103	122	125	133
Energieversorgung	87	99	111	120
Wasserversorgung	86	96	107	115
Baugewerbe	83	93	101	108
Handel	99	107	117	123
Verkehr	92	97	99	104
Gastgewerbe	71	82	84	89
Information und Kommunikation	98	114	118	125
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	89	91	98	104
Grundstücks und Wohnungswesen	72	82	90	96
Freiberufliche Dienstleistungen	87	104	107	113
Sonstiges wirtschaftliche Dienstleistungen	81	94	97	103
Öffentliche Verwaltung	81	89	96	103
Erziehung und Unterricht	82	101	104	112
Gesundheits- und Sozialwesen	86	92	96	101
Kunst und Unterhaltung	75	90	92	98
Sonstige Dienstleistungen	72	87	90	96
RWA Unternehmenskredite (in Mrd. EUR)	659	725	766	811

Tabelle 4

Durchschnittliche Risikogewichte im Unternehmenskreditgeschäft im Basisszenario und den Stress-Szenarien (in Prozent)

Die Konstruktion der Verlustquoten im Jahre 2020 und in den Szenarien wird in [Abschnitt 6](#) beschrieben. Ferner sind die aggregierten risikogewichteten Aktiva (RWA) im Unternehmenskreditgeschäft, die sich aus den Forderungsbeständen und den dargestellten Risikogewichten ergeben, in Mrd. EUR angegeben. Dieses Aggregat beruht auf 28 IRBA-Instituten. In Stress-Szenario 1 werden die historisch größten Verlustquoten für ausgewählte Branchen (fett hervorgehoben) unterstellt, während die übrigen Branchen nur einen milden Stress erfahren. In Stress-Szenario 2 werden historisch größten Verlustquoten für alle Branchen verwendet. In Stress-Szenario 3 werden diese maximalen Verlustquoten je Branche zusätzlich um zwei Standardabweichungen erhöht. Branchen, die in Stress-Szenario 1 einem besonders starken Stress ausgesetzt sind, sind fett hervorgehoben. Die drei Stress-Szenarien mit einem Basisszenario verglichen, in dem die Verlustquoten in allen Branchen um rund 40 % ansteigen.

Tabelle 5 – Beginn

Abhängige Variable: Ausfallrate (in Prozent)	Landwirtschaft	Bergbau	Verarbeitendes Gewerbe	Energie- versorgung	Wasser- versorgung	Bau- gewerbe	Handel
BIP-Wachstum $(\tau - 1)$ in %	-0,11 (0,029)	-0,26 (0,053)	-0,47 (0,083)	-0,58 (0,085)	-0,31 (0,054)	-0,13 (0,045)	-0,30 (0,067)
p -Wert $H_0: \beta \geq 0$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
Konstante	0,95 (0,221)	1,24 (0,405)	2,64 (0,637)	1,65 (0,653)	1,48 (0,415)	1,82 (0,342)	2,60 (0,510)
p -Wert $H_0: \alpha = 0$	0,000	0,004	0,000	0,015	0,001	0,000	0,000
Anzahl der Beobachtungen	47	47	47	47	47	47	47
Bestimmtheitsmaß R^2	0,34	0,40	0,44	0,54	0,45	0,25	0,37

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5 – Fortsetzung

Abhängige Variable: Ausfallrate (in Prozent)	Verkehr	Gastgewerbe	Information und Kommunikation	Finanz- und Versicherungs- dienstleistungen	Grundstücks- und Wohnungswesen	Freiberufliche Dienstleistungen
BIP-Wachstum $(\tau - 1)$ in %	-0,16 (0,100)	-0,19 (0,072)	-0,21 (0,048)	-0,05 (0,038)	-0,14 (0,037)	-0,29 (0,048)
p -Wert $H_0: \beta \geq 0$	0,063	0,005	0,000	0,079	0,000	0,000
Konstante	3,81 (0,764)	1,94 (0,369)	1,50 (0,293)	0,50 (0,281)	1,23 (0,368)	1,60 (0,352)
p -Wert $H_0: \alpha = 0$	0,000	0,001	0,000	0,092	0,000	0,000
Anzahl der Beobachtungen	47	47	47	47	47	47
Bestimmtheitsmaß R^2	0,10	0,24	0,36	0,41	0,28	0,48

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5 – Fortsetzung

Abhängige Variable: Ausfallrate (in Prozent)	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	Öffentliche Ver- waltung	Erziehung und Unterricht	Gesundheits- und Sozialwesen	Kunst und Unterhaltung	Sonstige Dienstleistungen
BIP-Wachstum $(\tau - 1)$ in %	-0,28 (0,046)	-0,02 (0,018)	-0,24 (0,046)	-0,10 (0,023)	-0,33 (0,061)	-0,13 (0,032)
p -Wert $H_0: \beta \geq 0$	0,000	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000
Konstante	1,77 (0,352)	0,12 (0,138)	1,36 (0,350)	0,89 (0,173)	1,85 (0,466)	1,11 (0,244)
p -Wert $H_0: \alpha = 0$	0,000	0,407	0,000	0,000	0,000	0,000
Anzahl der Beobachtungen	47	47	47	47	47	47
Bestimmtheitsmaß R^2	0,48	0,49	0,41	0,36	0,43	0,33

Tabelle 5 – Ende

Tabelle 5**Ausfallraten und BIP-Wachstum, Q2 2008 - Q4 2019**

Die Tabelle stellt die Schätzwerte und Standardfehler der Parameter in dem folgenden linearen Regressionsmodell dar:

$$y_{b,\tau} = \alpha + \beta \cdot \mu_{\tau-1} + \gamma' d_{\tau} + \varepsilon_{b,\tau},$$

wobei $y_{b,\tau}$ die annualisierte Ausfallrate in Branche b und Quartal τ darstellt, $y_{b,\tau} = 4 \cdot p_{b,\tau}$, $b = 1, 2, \dots, B$, $\tau = 2, 3, \dots, T$, und $p_{b,\tau}$ in [Gleichung 6](#) definiert ist. Die Stichprobe beginnt im zweiten Quartal 2008 und endet im vierten Quartal 2019. Die Ausfallrate gibt die Anzahl der neuen Kreditereignisse in einem gegebenen Quartal und einer gegebenen Branche in Prozent der gesamten Bank-Kreditnehmer Paare in dieser Branche und diesem Quartal an. Ein neues Kreditereignis tritt ein, falls eine Bank bei einem gegebenen Kreditnehmer erstmalig eine Erhöhung des Bestandes der Einzelwertberichtigungen von Null auf einen positiven Wert meldet. Ferner bezeichnet μ_{τ} die annualisierte, vierteljährliche Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Prozent. Ist X_{τ} das kalender- und saisonbereinigte reale BIP, so ist $\mu_{\tau} = 100 \left((X_{\tau}/X_{\tau-1})^4 - 1 \right)$. Schließlich stellt d_{τ} einen Vektor vierteljährlicher Indikatorvariablen dar, die das erste, zweite bzw. vierte Quartal bezeichnen. Um die Darstellung zu vereinfachen, sind die Kleinst-Quadrate (OLS) Schätzwerte des Parameters γ nicht dargestellt. Unter den Schätzwerten sind die OLS Standardfehler in Klammern angegeben. Zuletzt sind die p -Werte für die Tests der Nullhypothesen $\beta \geq 0$ bzw. $\alpha = 0$ ausgewiesen.

Tabelle 6 – *Beginn*

Abhängige Variable: Ausfallrate (in Prozent)	Landwirtschaft	Bergbau	Verarbeitendes Gewerbe	Energie- versorgung	Wasser- versorgung	Bau- gewerbe	Handel
BIP-Wachstum $(\tau - 1)$ in %	-0,02 (0,015)	-0,06 (0,028)	-0,09 (0,046)	-0,12 (0,050)	-0,06 (0,030)	-0,03 (0,022)	-0,07 (0,035)
p -Wert $H_0: \beta \geq 0$	0,068	0,019	0,023	0,012	0,021	0,098	0,029
Konstante	0,70 (0,229)	0,68 (0,435)	1,65 (0,720)	0,48 (0,792)	0,82 (0,473)	1,46 (0,350)	1,90 (0,550)
p -Wert $H_0: \alpha = 0$	0,004	0,127	0,027	0,544	0,089	0,000	0,001
Anzahl der Beobachtungen	52	52	52	52	52	52	52
Bestimmtheitsmaß R^2	0,14	0,14	0,10	0,14	0,10	0,11	0,12

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 6 – Fortsetzung

Abhängige Variable: Ausfallrate (in Prozent)	Verkehr	Gastgewerbe	Information und Kommunikation	Finanz- und Versicherungs- dienstleistungen	Grundstücks- und Wohnungswesen	Freiberufliche Dienstleistungen
BIP-Wachstum $(\tau - 1)$ in %	-0,04 (0,046)	-0,03 (0,034)	-0,04 (0,025)	-0,01 (0,018)	-0,03 (0,018)	-0,06 (0,027)
p -Wert $H_0: \beta \geq 0$	0,219	0,182	0,057	0,238	0,062	0,013
Konstante	3,30 (0,721)	1,51 (0,537)	1,05 (0,393)	0,39 (0,284)	0,90 (0,290)	0,99 (0,427)
p -Wert $H_0: \alpha = 0$	0,000	0,007	0,010	0,175	0,003	0,025
Anzahl der Beobachtungen	52	52	52	52	52	52
Bestimmtheitsmaß R^2	0,04	0,12	0,10	0,31	0,08	0,14

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 6 – Fortsetzung

Abhängige Variable: Ausfallrate (in Prozent)	Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	Öffentliche Ver- waltung	Erziehung und Unterricht	Gesundheits- und Sozialwesen	Kunst und Unterhaltung	Sonstige Dienstleistungen
BIP-Wachstum ($\tau - 1$) in %	-0,05 (0,026)	-0,00 (0,008)	-0,05 (0,025)	-0,04 (0,017)	-0,06 (0,033)	-0,03 (0,016)
p -Wert $H_0: \beta \geq 0$	0,027	0,300	0,024	0,019	0,045	0,046
Konstante	1,18 (0,412)	0,07 (0,133)	0,81 (0,391)	0,66 (0,271)	1,16 (0,527)	0,79 (0,254)
p -Wert $H_0: \alpha = 0$	0,006	0,613	0,044	0,019	0,032	0,003
Anzahl der Beobachtungen	52	52	52	52	52	52
Bestimmtheitsmaß R^2	0,10	0,41	0,09	0,15	0,10	0,10

Tabelle 6 – Ende

Tabelle 6 Ausfallraten und BIP-Wachstum, Q2 2008 - Q1 2021

Es gelten die gleichen Bemerkungen wie in [Tabelle 5](#). Der einzige Unterschied zu [Tabelle 5](#) besteht in der betrachteten Stichprobe: Die Ergebnisse in dieser Tabelle beruhen auf den Beobachtungen vom zweiten Quartal 2008 bis zum vierten Quartal 2020. In [Tabelle 5](#) endet die Stichprobe im vierten Quartal 2020.

Abschnitt A: Lineares Regressionsmodell				
Zeitraum der Schätzung	Verluste in Prozent der Forderungen		Verluste in Prozent des CET-1	
	Basis-Szenario (1)	Stress-Szenario (2)	Basis-Szenario (3)	Stress-Szenario (4)
Vor COVID-19: Schätzung bis Q4 2019	1, 5	1, 9	5, 1	7, 2
Nach COVID-19: Schätzung bis Q1 2021	1, 6	1, 6	5, 6	6, 1

Abschnitt B: Maximum Likelihood (Fractional Regression Model)				
Vor COVID-19: Schätzung bis Q4 2019	1, 6	1, 7	5, 3	6, 5
Nach COVID-19: Schätzung bis Q1 2021	1, 6	1, 6	5, 6	6, 1

Tabelle 7

Kreditrisiken und das makroökonomische Umfeld: Verluste im Basis- und Stress-Szenario

Die Tabelle stellt die Verluste in Prozent der Forderungen bzw. in Prozent des harten Kernkapitals (CET-1) laut Q1 2021 in einem Basis- und einem Stress-Szenario dar. Die Szenarien beziehen sich auf das reale Bruttoinlandsprodukt (BIP) und sind in [Abbildung 15](#) dargestellt. Im Zähler der jeweiligen Quote wird die Summe der Verluste im gesamten Szenario-Horizont bis Ende 2023 erfasst. Die Grundlage für die geschätzten Verluste stellt das folgende lineare Regressionsmodell dar:

$$p_{b,\tau} = \alpha + \beta \cdot \mu_{\tau-1} + \varepsilon_{b,\tau}, \quad \tau = 2008Q2, 2008Q3, \dots, T,$$

wobei $p_{b,\tau}$ die Ausfallrate in Branche b und Quartal τ bezeichnet, siehe [Gleichung 6](#), und $b = 1, 2, \dots, B$. Die Ausfallrate gibt die Anzahl der neuen Kreditereignisse in einem gegebenen Quartal und einer gegebenen Branche in Prozent der gesamten Bank-Kreditnehmer Paare in dieser Branche und diesem Quartal an. Ein neues Kreditereignis tritt ein, falls eine Bank bei einem gegebenen Kreditnehmer erstmalig eine Erhöhung des Bestandes der Einzelwertberichtigungen von Null auf einen positiven Wert meldet. Ferner bezeichnet μ_τ die vierteljährliche Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts (BIP) in Prozent. Dieses Modell wird jeweils für $T = 2019Q4$ (vor COVID-19) und $T = 2021Q1$ (nach COVID-19) geschätzt. Mit Hilfe der geschätzten Parameter $\hat{\alpha}$ und $\hat{\beta}$ sowie den vorgegebenen Entwicklungen des BIP werden dann die Ausfallraten $\hat{p}_{b,\tau}$ in den Szenarien ermittelt, wobei $0 \leq \frac{\hat{p}_{b,\tau}}{100} \leq 1$ gilt. Liegt in einem Quartal und einer Branche ein negativer Wert für $\hat{p}_{b,\tau}$ vor, so wird $\hat{p}_{b,\tau} = 0$ gesetzt. Die Ausfallraten werden darauf mit einer durchschnittlichen LGD der jeweiligen Branche multipliziert, um eine Verlustquote für diese Branche zu erhalten. Für jede Bank und jede Branche ergeben sich schließlich die Verluste als Produkt des Forderungsbestands mit dieser Verlustquote. Die Forderungsbestände beruhen auf den bilanziellen Forderungen laut aufsichtlichem Meldewesen (FINREP) sowie unwiderruflichen Kreditzusagen, die der Evidenzzentrale für Millionenkredite entnommen werden. Die Ergebnisse sind in Abschnitt A der Tabelle ausgewiesen. In Abschnitt B werden analog die Ergebnisse gezeigt, falls ein Schätzverfahren gewählt wird, in dem stets $\frac{\hat{p}_{b,\tau}}{100} \in [0, 1]$ gilt, siehe [Papke and Wooldridge \(1996\)](#). Es werden 1,368 Banken betrachtet.

Anhang 1: Baseler Formel für die Risikogewichte

$$RW = 1,06 \cdot 12,5 \cdot MA \cdot LGD \cdot UL$$

$$MA = (1 + (\overline{M} - 2.5) \cdot b) / (1 - 1.5 \cdot b)$$

$$b = (0,11852 - 0,05478 \cdot \log(PD))^2$$

$$UL = \Phi \left(\frac{\Phi^{-1}(PD) + \sqrt{\rho} \cdot \Phi^{-1}(0,999)}{\sqrt{1 - \rho}} \right) - PD$$

$$\rho = 0,24 - 0,12 \cdot (1 - \exp(-50 \cdot PD))$$

Für die Laufzeit setzen wir $\overline{M} = 3$ Jahre und für die LGD einen Wert von 45%. Die PD hat einen Mindestwert von 0,03%.

Anhang 2

Der Zusammenhang zwischen Ausfallwahrscheinlichkeiten (PDs), die von IRBA-Instituten in der Mio-Evidenz quartalsweise gemeldet werden, und Spreads (handelstächlich) für Unternehmensanleihen eines Sektors soll empirisch geschätzt werden. Dazu wird folgendes Modell geschätzt:

$$PD_{t,b} = \alpha + \beta \cdot Spread_{t,b} + \varepsilon_{t,b}$$

mit t: Quartalsende (2008Q4-2019Q4); b: Wirtschaftssektor (10 Sektoren). Für jeden Tag h (und jeden Sektor b) ergibt sich dann eine geschätzte PD aus dem beobachtbaren Spread:

$$\widehat{PD}_{t+h,b} = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot Spread_{t+h,b}$$

bzw.

$$\widehat{PD}_{t+h,b} = PD_{t,b} + \hat{\beta} (Spread_{t+h,b} - Spread_{t,b})$$

In einem Ansatz mit logarithmierten Ausfallwahrscheinlichkeiten und logarithmierten Spreads wurde für den Parameter *beta* ein Wert von rund 0,3 geschätzt (Vgl. [Tabelle 8](#)). Schätzgleichung:

$$\log(PD_{t,b}) = \alpha + \beta \cdot \log(Spread_{t,b}) + \varepsilon_{t,b}$$

	Koeffizient	Standardfehler
α	0,1821***	0,0280
β	0,2562**	0,0904
R^2 (within)	13,3%	
Anzahl Beobachtungen/Branchen	450	10

Tabelle 8

Quartalsdaten von 2008Q4-2019Q4; ** und *** bedeuten Signifikanz auf dem 5%- und 1%-Niveau.

Folgender Schätzwert kann für die zukünftige PD verwandt werden:

$$\widehat{PD}_{t+h,b} = \exp(\log(PD_{t,b}) + 0,2562 \cdot (\log(Spread_{t+h,b}) - \log(Spread_{t,b})))$$

Anhang 3: Änderung der Kernkapitalquote

Ausgehend von der Formel für die Kernkapitalquote $KKQ = KK/RWA$ (mit KK : Kernkapital und RWA : risikogewichtete Aktiva) können wir für kleine Änderungen schreiben:

$$\Delta KKQ = \frac{\partial KKQ}{\partial KK} \cdot \Delta KK + \frac{\partial KKQ}{\partial RWA} \cdot \Delta RWA$$

Gleichung (13) ergibt sich durch Umformung der Ableitungen.