

**Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften**  
**School of Management and Law**

**Abteilung Banking, Finance, Insurance**  
Master of Science in Banking and Finance

Frühlingssemester 2023

Masterarbeit

**Risikoanalyse für Hypothekendarnehmer auf dem Schweizer Immobilienmarkt**  
-  
**Erarbeitung eines Prototyps zur Bewertung von Kreditereignissen anhand einer  
Monte-Carlo-Simulation**

vorgelegt von:  
Luca Rizzo

eingereicht bei:  
Dr. Christoph Kley  
ZHAW School of Management and Law  
8400 Winterthur

Zürich, 08.06.2023

## Wahrheitserklärung

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und nur unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst habe und dass ich ohne schriftliche Zustimmung der Studiengangleitung keine Kopien dieser Arbeit an Dritte aushändigen werde.“

Gleichzeitig werden sämtliche Rechte am Werk an die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) abgetreten. Das Recht auf Nennung der Urheberschaft bleibt davon unberührt.

Name/Vorname: Rizzo Luca

Unterschrift:



## **Gender-Disclaimer**

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Masterarbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

## Management Summary

Der Schweizer Immobilienmarkt war lange Zeit durch ein begrenztes Angebot und steigende Immobilienpreise bei einer gleichzeitig hohen Nachfrage, bedingt durch tiefe Hypothekarzinsen, gekennzeichnet. Die jüngsten Entwicklungen der Finanzierungsbedingungen, insbesondere aufgrund der Leitzinsanpassungen der Nationalbank, führten jedoch noch nicht zur theoretisch erwarteten Abnahme der Immobilienpreise. Die finanziellen Hürden für potenzielle Hypothekarnnehmer sind dennoch umgehend gestiegen, weshalb im Rahmen dieser Arbeit die Eintrittswahrscheinlichkeit von Kreditereignissen für repräsentative Immobilienkäufer in der Schweiz unter aktuellen Marktbedingungen analysiert wird. Unter Kreditereignis wird die Begebenheit verstanden, bei der der Hypothekarnnehmer, die im Kontext der Hypothekarvergabe definierte Tragbarkeitsregel, basierend auf effektiven Kosten, nicht mehr erfüllen kann und somit eine Überschuldung des Schuldners oder eine negative Refinanzierungssituation zum Ende der Laufzeit eintritt. Der Begriff des repräsentativen Immobilienkäufers wird anhand der Sinus-Milieus für die Schweiz definiert, wobei deren Präferenzen in Kombination mit regionalen Preisunterschieden für einzelne Immobilientypen zu Personas zusammengefasst werden und anhand welcher der entworfene Prototyp getestet und veranschaulicht wird.

Der vorgeschlagene Prototyp basiert dabei auf den in der Literatur definierten Haupttreibern des Risikos, gruppiert nach darlehens-, immobilien- sowie hypothekarnnehmerbezogenen Faktoren. Das entworfene Analysetool ermöglicht hier die Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit der beschriebenen Kreditereignisse, beruhend auf 14 Eingabeparametern sowie historischen Zins- und Immobilienpreisen und weiteren demographischen Variablen wie der regionalen Arbeitslosenquote und der Scheidungsrate. Diese historischen Daten wurden mittels Curve-Fitting-Ansatz untersucht und eine grosse Anzahl an Sample-Datenpunkten generiert, die für den stochastischen Prozess erforderlich sind. Zur Minimierung eines Hindsight-Bias und zur Entwicklung einer realitätsnahen aber konservativen Monte-Carlo-Simulation wurden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen teilweise angepasst.

Wie die Ergebnisse zeigen, ist das Risiko eines Ausfalls aufgrund einer Unterdeckung sehr gering und liegt in allen Szenarien im tiefen einstelligen Prozentbereich sowie in den meisten Fällen sogar bei unter 1.0 %. Das Risiko einer negativen Refinanzierungssituation, in der Schwierigkeiten bei der Anschlussfinanzierung auftreten, ist jedoch höher und variiert zwischen den betrachteten Objekten und Marktregionen, wobei Werte von bis nahezu 10 % festgestellt wurden. Ebenso konnte verzeichnet werden, dass das Risiko eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit stark schwankt und je nach Szenario Ausfall-

wahrscheinlichkeiten zwischen 0.0 % und 93.9 % während der Laufzeit beziehungsweise zwischen 0.0 % und 41.5 % am Ende der Laufzeit aufweist. Eine Festhypothek kann das Risiko in den meisten Fällen erheblich reduzieren, obwohl in einzelnen Fällen immer noch Ausfallwahrscheinlichkeiten im zweistelligen Prozentbereich vernommen werden können. Eine sorgfältige Planung und Preisfixierung sind daher wichtige Massnahmen, um die Tragbarkeit während und am Ende der Laufzeit sicherzustellen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Risiko eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit das grösste seiner Art darstellt, was die Resultate aus dem aktuellen Forschungsstand ebenfalls belegen. Insbesondere bei verheirateten Paaren ist eine sorgfältige Planung und Berücksichtigung der Scheidungsgefahr entscheidend, um das Risiko eines Ausfalls zu minimieren. Da die Resultate dieser Arbeit auf einem Prototyp basieren und Prognosewerte darstellen, ist es jedoch ratsam, die quantitativen Ergebnisse mit den qualitativen Erkenntnissen aus der Untersuchung des Schweizer Immobilien- und Hypothekarmarktes zu kombinieren. Langfristige Prognosen sind stets mit Zweifeln behaftet, der Prototyp aber ermöglicht eine erste Risikoanalyse, die nichtsdestotrotz mit Vorsicht genutzt werden sollte.

Zukünftige Forschungsarbeiten können den Prototypen weiter verbessern und die Ergebnisse präzisieren. Dabei eröffnen sich durch diese Arbeit vielfältige Möglichkeiten für kommende Studien. So können beispielweise weitere Eingabeparameter hinzugezogen, die Genauigkeit des Curve-Fittings optimiert oder eine detailliertere Unterscheidung der analysierten Immobilien oder Hypothekarneher vorgenommen werden. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass Prognosetools zur Risikomessung immer mit Unsicherheiten verbunden sind, da sie auf Annahmen basieren. Ihre Verwendung sollte daher mit Vorsicht erfolgen und dahingehend ein Overengineering vermieden werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>X</b>
<b>1   Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Relevanz und Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung und Fragestellung .....	3
1.3 Methodenwahl.....	4
1.4 Aufbau und Schwerpunkt der Arbeit.....	4
1.5 Abgrenzungen und Definitionen .....	5
<b>2   Aktueller Forschungsstand</b>	<b>8</b>
2.1 Treiber des Risikos.....	8
2.1.1 Historische Studien.....	8
2.1.2 Angewandte Modelle .....	11
2.2 Der Einfluss und Zusammenhang bestimmter Variablen .....	13
2.2.1 Darlehens- und immobilienbezogene Variablen.....	13
2.2.2 Hypothekarknehmerbezogene Variablen.....	16
<b>3   Analyse des Schweizer Immobilien- und Hypothekarmarktes</b>	<b>18</b>
3.1 Immobilienmarkt.....	18
3.2 Hypothekarmarkt.....	25
3.2.1 Richtlinien und Regulierungen.....	25
3.2.2 Hypothekarkvolumen und Privatschulden in der Schweiz.....	29
3.3 Demografie .....	30
<b>4   Definition der Personas</b>	<b>36</b>

---

<b>5   Quantitative Analyse</b>	<b>40</b>
5.1 Erstellung des Hypothekarmodells .....	40
5.1.1 Block: Kosten .....	41
5.1.2 Block: Persönlich.....	50
5.1.3 Block: Einkommen.....	52
5.2 Konvergenz- und Sensitivitätsanalyse .....	53
5.2.1 Konvergenzanalyse.....	53
5.2.2 Sensitivitätsanalyse.....	55
5.3 Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation.....	57
 <b>6   Diskussion und Ausblick</b>	 <b>64</b>
6.1 Diskussion der Ergebnisse .....	64
6.2 Ausblick und Empfehlungen .....	69
 <b>7   Literaturverzeichnis</b>	 <b>71</b>
 <b>8   Appendix</b>	 <b>81</b>

## Abkürzungsverzeichnis

BFS	Bundesamt für Statistik
BSV	Bundesamt für Sozialversicherungen
EGW	Eigentumswohnung
EFH	Einfamilienhaus
EFV	Eidgenössische Finanzverwaltung
etc.	et cetera
ETW	Eigentumswohnung
FINMA	Eidgenössische Finanzmarktaufsicht
LIBOR	London Interbank Offered Rate
LTV	Loan to Value
p. a.	per annum
SARON	Swiss Average Rate Overnight
SNB	Schweizerische Nationalbank
STWE	Stockwerkeigentum
z. B.	zum Beispiel



## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	<i>Grafische Darstellung der Marktregionen (Wüest Partner, 2023a).....</i>	<i>6</i>
<b>Abbildung 2:</b>	<i>Immobilienpreisindex für Wohneigentum – Veränderungsraten gegenüber Vorquartal (BFS, 2023d).....</i>	<i>18</i>
<b>Abbildung 3:</b>	<i>Immobilienpreisindex für Wohneigentum – Index seit 2019 (BFS, 2023g).....</i>	<i>19</i>
<b>Abbildung 4:</b>	<i>Risiko einer Immobilienblase in den vergangenen 40 Jahren (UBS, 2022a) .....</i>	<i>20</i>
<b>Abbildung 5:</b>	<i>Entwicklung des Angebotspreisindex nach Marktregionen (eigene Darstellung anhand der Daten von Wüest Partner (2023b)) .....</i>	<i>23</i>
<b>Abbildung 6:</b>	<i>«Anteil tragbarer inserierter Objekte (EFH und EWG) mit vier und mehr Zimmern für Haushalte mit CHF 134'000 Einkommen (mittleres Einkommen)» (Hansen, Hasenmaile, Rieder, Waltert, et al., 2022, S. 14).....</i>	<i>24</i>
<b>Abbildung 7:</b>	<i>An private Haushalte von Banken vergebene Hypothekarkredite, in % des BIP (Darstellung von Avenir Suisse (2020) anhand der Daten der SNB und des EFV).....</i>	<i>29</i>
<b>Abbildung 8:</b>	<i>Monatlicher Bruttolohn nach Grossregionen (BFS, 2022h) .....</i>	<i>32</i>
<b>Abbildung 9:</b>	<i>Verteilung der Arbeitslosenquote unterteilt nach Kanton (Januar 1975 – März 2023) in % (eigene Darstellung anhand der Daten des BFS (2023a)).....</i>	<i>33</i>
<b>Abbildung 10:</b>	<i>Entwicklung der Scheidungsrate in der Schweiz (1950 – 2021) (BFS, 2022i).....</i>	<i>34</i>
<b>Abbildung 11:</b>	<i>Entwicklung der altersstandardisierten Sterberate der Schweiz (1969 - 2020) (eigene Darstellung anhand Daten des BFS (2023f)) .....</i>	<i>35</i>

<b>Abbildung 12:</b> Sterbewahrscheinlichkeit (Stand 2021) für Männer und Frauen in der Schweiz (eigene Darstellung anhand Daten des BFS (2022e, 2022f)) .....	35
<b>Abbildung 13:</b> Grafische Darstellung der zehn Sinus-Milieus der Schweiz (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023c) .....	36
<b>Abbildung 14:</b> Analyse der Kreuz-Korrelation zwischen der Zinsentwicklung und den Immobilienpreisen für die Marktregion Zürich (eigene Darstellung anhand der normalisierten Daten von Wüest Partner (2023c) und der SNB (2023b, 2023c)) .....	41
<b>Abbildung 15:</b> Schematische Darstellung des Modells zur Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit für Hypothekendarnehmer in der Schweiz (eigene Darstellung) .....	42
<b>Abbildung 16:</b> Entwicklung der Immobilienpreise anhand von Testsimulationen für ausgewählte Verteilungen basierend auf nicht zentrierten Daten-Samples (eigene Darstellung) .....	45
<b>Abbildung 17:</b> Boxplot der historischen Immobilienpreise für einzelne Marktregionen (eigene Darstellung anhand der Daten von Wüest Partner (2023c)) .....	46
<b>Abbildung 18:</b> Entwicklung der Immobilienpreise und Verteilung der Endpreise anhand einer Testsimulation für eine Laplace-Verteilung basierend auf einem zentrierten Daten-Sample (ohne Korrelation zur Zinsentwicklung) (eigene Darstellung) .....	47
<b>Abbildung 19:</b> Histogramm der SARON- und LIBOR-Werte für die analysierte Zeitdauer (eigene Darstellung anhand der Daten der SNB (2023b, 2023d)) .....	49
<b>Abbildung 20:</b> QQ-Plot sowie Dichte-Funktion des historischen Datensets (orange) und der gewählten Verteilung (blau) (eigene Darstellungen) .....	50
<b>Abbildung 21:</b> Monte-Carlo-Simulation der Tragbarkeitsberechnung über die gesamte Laufzeit für Persona 2 mit Szenario Basel-Landschaft (oben) und Zürich (unten) (eigene Darstellung) .....	62

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	<i>Unterteilung der Marktregionen nach Wüest Partner (2023d).....</i>	<i>7</i>
<b>Tabelle 2:</b>	<i>Entwicklung des Angebotspreisindex bei Einfamilienhäusern und Eigentumswohnungen in den Marktregionen von 1996 bis 2022 gemäss Wüest Partner (2023b).....</i>	<i>22</i>
<b>Tabelle 3:</b>	<i>Mittelwert und Schiefe (pro Marktregion).....</i>	<i>47</i>
<b>Tabelle 4:</b>	<i>Eingabeparameter für die unterschiedlichen Szenarien zur Ermittlung der Konvergenzrate .....</i>	<i>54</i>
<b>Tabelle 5:</b>	<i>Ergebnisse der Konvergenzanalyse .....</i>	<i>55</i>
<b>Tabelle 6:</b>	<i>Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für das Kriterium der Tragbarkeit (am Ende der Laufzeit) .....</i>	<i>56</i>
<b>Tabelle 7:</b>	<i>Zusammenfassung der Kriterien und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Szenarien für Persona 1 .....</i>	<i>58</i>
<b>Tabelle 8:</b>	<i>Zusammenfassung der Kriterien und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Szenarien für Persona 2.....</i>	<i>58</i>
<b>Tabelle 9:</b>	<i>Zusammenfassung der Kriterien und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Szenarien für Persona 3.....</i>	<i>59</i>

## 1 | Einführung

### 1.1 Relevanz und Problemstellung

Wie eine Analyse des Bundesamts für Statistik (BFS) (2022j) zeigt, ist die Schweiz nach wie vor ein Land der Mieter. So wohnten Ende 2020 rund 2.3 Millionen Haushalte beziehungsweise 60 % aller Haushalte zur Miete. Dennoch ist die Mieterzahl seit 1980 rückläufig und nahm um sechs Prozentpunkte ab, während die Menge der Eigentümer um denselben Wert anstieg. Eine derartige Tendenz zeigt sich auch in den Resultaten einer Studie der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Wohnungswesen (BWO) aus dem Jahr 2022. Aus dieser geht hervor, dass der Wunsch nach Wohneigentum in der Schweiz fortwährend hoch ist, auch wenn die Schweiz im internationalen Vergleich eine der niedrigsten Wohneigentumsquoten aufweist (Lehner & Hohgardt, 2022, S. 3). Wie anhand der Studie weiter demonstriert wird, ist der Wunsch nach Wohneigentum zudem eine Generationenfrage. So wünschen sich bei den 30- bis 39-Jährigen nahezu die Hälfte (45.8 %) ein Eigenheim als nächste Wohnform, wohingegen bei den 50- bis 69-Jährigen nur noch rund ein Viertel (23.7 %) dieses Verlangen äussern (Lehner & Hohgardt, 2022, S. 7). Zu einem ähnlichen Resultat kommt auch eine Studie im Auftrag der Credit Suisse, die konkludiert, dass rund drei Viertel aller jungen Erwachsenen später im Leben ein Eigenheim erwerben möchten, das Thema Wohneigentum jedoch erst ab einem Alter von 30 Jahren an Bedeutung gewinnt (Hasenmaile et al., 2021, S. 9). Letzteres ist damit erklärbar, dass die meisten jungen Erwachsenen (unter 30 Jahren) an mindestens einer der beiden finanziellen Hürden – Eigenmittel oder Tragbarkeit – scheitern (Hasenmaile et al., 2021, S. 10).

Neben den materiellen Hindernissen ist es aber auch die Angebotsknappheit, die für die Diskrepanz zwischen dem Wunsch nach Wohneigentum und dem effektiven Kauf von diesem sorgt. Denn einerseits ist die Wohnbauprojekt-Pipeline in der Schweiz eine der tiefsten im internationalen Vergleich und andererseits treibt die ungebrochene Nachfrage die Preise in die Höhe, was die Knappheit an bezahlbarem Wohnraum weiter verstärkt (Fleury et al., 2023, S. 4).

Anders als im Ausland führt die Zinswende nach über einer Dekade der Niedrigzinspolitik und die damit verbundenen teureren Finanzierungskonditionen in der Schweiz noch zu keiner Preiskorrektur. Ein wie der beispielsweise in Schweden beobachtete Preisrückgang für Häuser von 14 % ist somit in der Schweiz vorerst nicht ersichtlich (Fleury et al., 2023, S. 18). Immobilienexperten sind sich jedoch einig, dass es sich hierbei lediglich um eine Verzögerung handeln dürfte und nicht um eine Resistenz des Immobilienmarktes gegenüber steigenden Zinsen (Fleury et al., 2023, S. 18). Denn ein Anstieg der

Hypothekarzinsen und die damit einhergehenden höheren Finanzierungskosten erschweren die Aufnahme einer Hypothek für potenzielle Käufer. Die sinkende Nachfrage führt schlussendlich zumindest theoretisch dazu, dass die Immobilienpreise fallen. Steigende Leitzinsen äussern sich aber auch in erhöhten Zinsen auf Spar- und Anlagekonten, wodurch mehr Menschen dazu geneigt sein könnten, ihr Geld zu sparen oder in andere Anlageformen zu investieren, anstatt es für den Kauf einer Immobilie aufzuwenden. Dies resultiert schlussendlich ebenfalls in einem Rückgang der Nachfrage nach Immobilien und somit in fallenden Immobilienpreisen. Herrscht jedoch zeitgleich eine Inflation, kann die Nachfrage auch steigen, da Immobilien als Inflationsschutz dienen können (Demary, 2017, S. 219).

Der gegenwärtige Zustand der potenziell fallenden Immobilienpreise dürfte dazu führen, dass Banken bei der Hypothekenvergabe die Immobilienbewertung am unteren Ende ansetzen, was wiederum zur Folge hat, dass sich weniger Leute eine Immobilie leisten können. Divergieren nämlich die Schätzung der Bank und der effektive Kaufpreis zu weit, bedeutet dies, dass der Käufer mehr Eigenkapital aufbringen muss, was häufig eine unüberwindbare Hürde darstellt (Hämmerli, 2018). Der potenzielle Rückgang der Immobilienpreise birgt aber auch für Wohneigentümer mit bereits laufenden Hypotheken einige Risiken. So kann eine tiefere Bewertung der Immobilie dazu führen, dass der Wert der Hypothek plötzlich über dem der Immobilie liegt, was bei einer Anschlussfinanzierung, der Rückzahlung der Hypothek und einem allfälligen Verkauf der Immobilie Probleme verursachen kann. Zudem kann eine solche Unterdeckung auch mit Teilamortisationen beziehungsweise einer Nachschusspflicht einhergehen (Budliger, 2022, S. 48).

Die hohen Belehnungsraten, die in der Regel für einen Immobilienkauf nötig sind, sind zudem insofern problematisch, als dass die Hebelwirkung des Fremdkapitals das Risiko bei einem Wertverlust für Hypothekarneher deutlich erhöht. Doch nicht nur die eventuell fallenden Preise bilden für Hypothekarneher eine Gefahr, sondern auch die drohende Zinswende. So sollten Banken bereits heute mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 5 % und einer Obergrenze von 33.3 % im Vergleich zum Haushaltseinkommen rechnen. Wie eine Untersuchung der Handelszeitung aber zeigt, setzen Banken diese Regel weniger strikt um (Hämmerli, 2018). Zu diesem Schluss kam auch die FINMA (2022), die in ihrem Risikobarometer 2022 festhält, dass das Tragbarkeitsrisiko in den vergangenen vier Jahren bei neu abgeschlossenen Hypotheken zugenommen hat, da in Vor-Ort-Kontrollen beobachtet wurde, dass knappere Tragbarkeitsberechnungen akzeptiert wurden. Weiter zeigt ein Blick auf die historischen Hypothekarzinsen, dass die 5 % noch im Jahre 1995 übertroffen wurden (SNB, 2023a). Sollten die Zinsen folglich weiter

steigen, kann dies für Hypothekendarnehmer dazu führen, dass die Tragbarkeit nicht mehr gewährleistet werden kann und im schlimmsten Fall die Immobilie zwangsversteigert werden muss. Dies würde, wie oben beschrieben, bei gleichzeitig fallenden Immobilienpreisen nicht zwingend zu einer vollständigen Deckung der Schuld führen. Wohneigentümer sind daher in der aktuellen Situation einem beachtlichen Risiko ausgesetzt, das es genauer zu analysieren gilt.

## 1.2 Zielsetzung und Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, einen Prototyp eines Analysetools zu kreieren, mit dem anhand von realistischen Monte-Carlo-Simulationen die Wahrscheinlichkeit eines Kreditereignisses (engl. Credit Event) für typische Immobilienkäufer in der Schweiz geschätzt werden kann. Dabei wird anhand von definierten Eingabeparametern wie dem Immobilienpreis, der Laufzeit, dem Einkommen etc. (siehe Kapitel 5) eine Eintrittswahrscheinlichkeit eines Kreditereignisses errechnet. Letzteres tritt ein, wenn der Hypothekendarnehmer entweder im Rahmen der Tragbarkeitsberechnung zahlungsunfähig wird oder die Immobilie an Wert verliert und es zu einer Überschuldung oder Schwierigkeiten im Rahmen der Anschlussfinanzierung kommt (siehe Kapitel 1.5). Der Prototyp wird zudem durch die Verwendung von drei spezifischen Anwendungsfällen / Personas auf die Genauigkeit und Aussagekraft hin geprüft und veranschaulicht.

Es stehen folgende Forschungsfragen und Subfragen im Mittelpunkt:

- *Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines Kreditereignisses für repräsentative Immobilienkäufer in der Schweiz in der aktuellen Marktsituation?*
- *Was sind die relevanten Variablen, die bei der Modellierung des Risikos einer Hypothek in Bezug auf ein Kreditereignis eine Rolle spielen?*
- *Wie kann die Wahrscheinlichkeitsverteilung für diese Variablen geschätzt werden?*
- *Welche Korrelationen bestehen zwischen den Variablen beziehungsweise wie muss die Monte-Carlo-Simulation aufgebaut sein?*
- *Was sind repräsentative Immobilienkäufer in der Schweiz und wie lassen sich diese kategorisieren?*

### 1.3 Methodenwahl

Diese Arbeit besteht aus zwei wesentlichen Teilen: In einem ersten Schritt werden anhand einer Literaturrecherche der aktuelle Stand der Forschung in Bezug auf die Treiber des Risikos sowie die zur Analyse angewandten Modelle beleuchtet. Weiter werden bedeutsame Charakteristiken des Schweizer Immobilien- und Hypothekarmarktes sowie relevante demografische Merkmale anhand einer Sekundärforschung analysiert. Diese Methode bietet sich insofern an, als dass ein Grossteil der nötigen Informationen in publizierten Daten des BFS, der Schweizerischen Nationalbank (SNB) und in Form von anderweitigen Studien bereits vorhanden ist und so eine einfache und kosteneffiziente Grundlage für den zweiten Teil der Arbeit geschaffen werden kann.

In der zweiten Hälfte der Arbeit wird basierend auf den Ergebnissen aus dem ersten Teil mittels Modellierung und Anwendung einer Monte-Carlo-Simulation versucht, die Forschungsfrage zu beantworten. Die Verwendung einer Monte-Carlo-Simulation ist insofern zentral, da es im Rahmen der Wahrscheinlichkeitsberechnung eines Kreditereignisses einige Risiken und Unsicherheiten in Bezug auf künftige Variablen gibt, die mittels dieser Methode quantifiziert werden können. Durch die Generierung einer grossen Anzahl an stochastischen Simulationen / Wiederholungen kann hier eine realistische Wahrscheinlichkeitsverteilung erstellt werden. Die Resultate beziehungsweise deren Abhängigkeit von den unterschiedlichen Eingabeparametern werden zudem anhand einer Konvergenz- und Sensitivitätsanalyse kritisch geprüft.

Zur Modellierung der Monte-Carlo-Analyse wird dabei teilweise auf zeit- und kosteneffiziente KI-Programme zurückgegriffen, um bei der Erstellung des Codes von komplexen Modellen spezifisch bei der Fehlersuche unterstützend zu wirken.

### 1.4 Aufbau und Schwerpunkt der Arbeit

Im Rahmen der Einleitung wurde bisher auf die Relevanz, Problemstellung, Zielsetzung sowie Methodenwahl dieser Arbeit eingegangen. Im Folgenden werden zunächst einige für die hier erfolgende Ausarbeitung relevante Abgrenzungen definiert, bevor in Kapitel 2 der aktuelle Stand der Forschung erörtert wird. Das Kapitel ist dabei zweigeteilt, wobei zunächst die Treiber des Ausfallrisikos sowie die zur Analyse möglichen Modelle unter Zuhilfenahme von historischen Studien beleuchtet werden. In einem zweiten Teil werden die zugrunde liegenden Variablen und deren Zusammenhänge genauer analysiert, bevor in Kapitel 3 eine auf die Schweiz bezogene Analyse dieser Variablen behandelt wird. Der Fokus des Kapitels 3 liegt dabei auf der Analyse statistischer Kennzahlen und Grössenordnungen, die für den weiteren Verlauf der Arbeit von Bedeutung sind.



Die Kapitel 4 und 5 bilden den eigentlichen Hauptteil dieser Arbeit, in dem zunächst drei Personas definiert werden, die repräsentative Immobilienkäufer darstellen sollen. Anschliessend wird zuerst der Prototyp des Analysetools erörtert, bevor dieser mittels der definierten Personas getestet wird und die Ergebnisse kritisch bewertet werden.

Zum Abschluss der Arbeit erfolgt in Kapitel 6 eine Diskussion zur Beantwortung der Forschungsfrage sowie ein Ausblick auf potenzielle zukünftige Forschungsarbeiten.

## 1.5 Abgrenzungen und Definitionen

### KREDITEREIGNIS

Unter dem Begriff des Kreditereignisses wird in dieser Arbeit das Ereignis verstanden, bei dem der Hypothekarnehmer die im Kontext der Hypothekarvergabe definierte Tragbarkeitsregel (siehe Kapitel 3.2.1) basierend auf den effektiven Kosten nicht mehr erfüllen kann (Zahlungsunfähigkeit während und / oder am Ende der Laufzeit) oder eine Überschuldung des Schuldners eintritt. Eine solche Überschuldung ist im Zuge dieser Arbeit als der Zeitpunkt definiert, an dem der Wert der Immobilie unter den Wert der Hypothek gerät und somit eine LTV-Ratio von über 100 % gegeben ist. Der Eintritt einer der beiden Szenarien wird im Rahmen der hier stattfindenden Untersuchung auch als Ausfall (engl. default) bezeichnet, wobei es wichtig ist anzumerken, dass der Zeitpunkt eines Ausfalls nicht zwangsläufig mit dem Zeitpunkt einer Zwangsversteigerung übereinstimmen muss (Ambrose & Capone, 1998, S. 391–392). Mögliche Lösungsansätze nach dem Zeitpunkt des Ausfalls zur Behebung einer Überschuldung werden in dieser Arbeit nicht behandelt. Dazu gehört auch die in Realität vorhandene Möglichkeit potenzielle Liquiditätsengpässe, aufgrund von geforderten Teilamortisationen oder Eigenkapitalnachsüssen, durch andere Vermögensquellen (Pensionskassengelder, Ersparnisse, Gelder von Familie und Freunden) abzufedern. Diese Annahmen decken sich grösstenteils mit dem in der Literatur beschriebenen rücksichtslosen Ausfall (englisch: ruthless default), der besagt, dass Hypothekarnehmer in erster Linie ihr Vermögen maximieren und die Hypothek als Option verstanden werden kann. Der Eintritt eines Kreditereignisses beziehungsweise eines Ausfalls, kann dabei als Put-Option betrachtet werden, bei der der Hypothekarnehmer das Recht hat, die Immobilie zu übergeben und die Verpflichtungen zu beenden. Gleichzeitig kann eine vorzeitige Rückzahlung des Darlehens als Call-Option verstanden werden, bei der der Hypothekarnehmer von günstigen Marktbedingungen profitieren kann (Ambrose & Capone, 1998, S. 401). In dieser Arbeit werden vorzeitige Rückzahlungen ausserhalb der nötigen Amortisationszahlungen (siehe Kapitel 3.2.1) aber ausgeklammert. Es gilt dabei zusätzlich zu erwähnen, dass sowohl vorzeitige Rückzahlungen



als auch die Betrachtung einer Hypothek als Put-Option in der Schweiz aufgrund von gängigen Vertragswerken oder den rechtlichen Rahmenbedingungen keine oder eine nur bedingte Gültigkeit haben (siehe Kapitel 2.1.1).

Neben dem Risiko eines Ausfalls, der durch eine Unterdeckung («negatives Eigenkapital») oder das Nichteinhalten der Tragbarkeit (während der Laufzeit) bedingt ist, wird im Rahmen der Analyse aber auch das Risiko einer Sicherstellung der Anschlussfinanzierung als Kreditereignis bewertet. Hierbei spielen neben der Tragbarkeit auch der Immobilienpreis sowie die Restschuld der Hypothek am Ende der Laufzeit (Zeitpunkt der Anschlussfinanzierung) eine Rolle. So darf die Restschuld nicht mehr als 80 % des Immobilienpreises betragen («negative Refinanzierungssituation»).

Anderweitige Risiken einer Hypothek werden zwar vereinzelt behandelt, sind aber für die hier erfolgenden Untersuchungen unwesentlich.

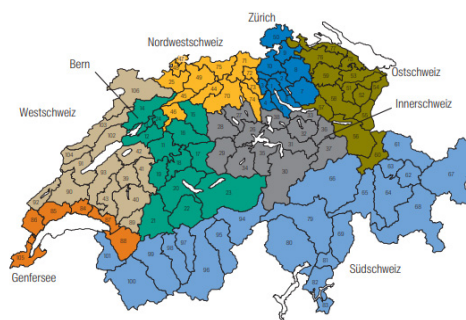
### FORM DER HYPOTHEK UND LAUFZEIT

Der Prototyp des Analysetools ist so ausgestaltet, dass sowohl Festhypotheken als auch SARON-Hypotheken analysiert werden können. Variable Hypotheken werden hingegen ausgeschlossen. Die Laufzeit kann dabei frei gewählt werden, wobei vor dem Hintergrund der Analyse darauf geachtet werden muss, dass unter anderem die Kombination aus Laufzeit, Ehedauer und Rentenalter realistisch bleibt.

Weiter wird die Annahme getroffen, dass jede Hypothek zu Beginn maximal ausgeschöpft wird, also ein Belehnungsgrad von 80 % gewählt wird. Der Einfachheit halber wird dabei angenommen, dass die Erst- und Zweithypothek zu identischen Konditionen und zeitgleich aufgenommen werden.

### MARKTREGIONEN

Die in dieser Arbeit verwendeten Marktregionen der Schweiz (siehe Abbildung 1 und Tabelle 1) beruhen auf der Klassifizierung nach Wüest Partner (2023d) und gliedern sich dabei wie folgt:



**Abbildung 1:** Grafische Darstellung der Marktregionen (Wüest Partner, 2023a)

Markregion	Kantone
Zürich	SH, ZH
Ostschweiz	AI, AR, SG, TG
Innerschweiz	GL, LU, NW, OW, SZ, UR, ZG
Nordwestschweiz	AG, BL, BS, SO
Bern	BE
Südschweiz	GR, TI, VS
Genfersee	GE, VD (Genfersee-Gemeinden)
Westschweiz	FR, JU, NE, VD (ländliche Gemeinden)

**Tabelle 1:** Unterteilung der Markregionen nach Wüest Partner (2023d)

### SELBST GENUTZTES WOHN EIGENTUM UND RENDITEOBJEKTE

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf selbst genutztem Wohneigentum und nicht auf Renditeobjekten. Dies ist insofern relevant, da je nach Kategorie unterschiedliche Bonitäts- und Tragbarkeitsrichtlinien angewendet werden.

### REPRÄSENTATIVE IMMOBILIENKÄUFER

Der Begriff des repräsentativen Immobilienkäufer wird in Kapitel 4 genauer definiert. Im Kontext dieser Arbeit werden Hypothekarnnehmer, die während der Dauer der Hypothek in Rente treten, jedoch ignoriert, da für diese zusätzliche Regeln (z. B. raschere Pflichtamortisationen) gelten (Hypothek.ch, 2023b). Es werden folglich nur Personen analysiert, die bis zum Ablauf der Hypothek noch nicht in Rente getreten sind. Im Falle einer 15-jährigen Hypothek beträgt das maximale Alter somit 50 Jahre. Die Differenz des Rentenalters zwischen Mann und Frau wird der Einfachheit halber vernachlässigt. Des Weiteren werden im Rahmen des Prototyps nur Personen analysiert, die in einem Anstellungsverhältnis stehen. Selbstständigerwerbende werden aufgrund der Volatilität des Einkommens ausgeschlossen (siehe Kapitel 2.2.2).

### ANDERWEITIG AUSGESCHLOSSENE FAKTOREN

Neben den erwähnten Abgrenzungen werden in dieser Arbeit insbesondere bei der Ausgestaltung des Prototyps zudem folgende Punkte ignoriert:

- Anderweitige Verpflichtungen im Rahmen von Alimenten oder Privatkrediten
- Langzeitarbeitslosigkeit
- Mobilitätskosten
- Steuerliche Themen (Kosten- und Steueroptimierungen)
- Potenzielle Gesetzesänderungen oder -erlasse wie beispielsweise das Bundesgesetz über den Erwerb von Grundstücken durch Personen im Ausland («Lex Koller») oder die Zweitwohnungsverordnung

## 2 | Aktueller Forschungsstand

Die globale Finanzkrise 2008, die ihren Ursprung in der Subprime-Krise und somit auf dem US-Hypothekarmarkt nahm, zeigte, wie risikobehaftet die Vergabe von Hypotheken sein kann. Nicht zuletzt deshalb wurden im Nachgang die Regulierungen im Hypothekarbereich verschärft. So auch in der Schweiz, wo die Lehren in den Feldern der Eigenmittelanforderungen, der Liquiditätsreserven, des Bilanzwachstums sowie in der Analyse von Risikopositionen gezogen wurden (FINMA, 2009).

Da solche Ausfälle von Hypotheken für viele Parteien mit erheblichen Kosten verbunden sind, ist es nicht verwunderlich, dass eine grosse Vielfalt an Literatur über das Ausfallrisiko bei Hypotheken existiert (Bhattacharya et al., 2019, S. 1112). Im Folgenden soll ein Überblick über bisherige Studien geschaffen werden. Die Übersicht stützt sich dabei auf die Forschungsergebnisse von Quercia und Stegman, die das Thema 1992 aufarbeiteten, sowie auf die Ergebnisse von Leece aus dem Jahre 2004.

### 2.1 Treiber des Risikos

#### 2.1.1 Historische Studien

Wie Quercia und Stegman (1992) aufzeigen, beschäftigte sich eine erste Reihe von Autoren seit den 1960er-Jahren mit der Frage nach der Beziehung zwischen dem Risiko einer Hypothek und den zugrunde liegenden Variablen wie der LTV-Ratio, dem Zinssatz und generellen Vertragsbedingungen. Die Studien und Modelle nehmen dabei den Blickwinkel der Hypothekengeber ein, wobei das Forschungsziel darin bestand, Charakteristiken zu identifizieren, die eine hohe Korrelation zur Ausfallwahrscheinlichkeit aufzeigen (Quercia & Stegman, 1992, S. 344). Diese können dabei in drei unterschiedliche Kategorien aufgeteilt werden. So finden sich in den Modellen neben immobilien- und darlehensbezogenen Variablen auch spezifisch den Hypothekarnnehmer betreffende Charakteristiken (Quercia & Stegman, 1992).

Die meisten Untersuchungen in dieser ersten Reihe von Studien weisen jedoch drei wesentliche Probleme auf: Erstens wurde nur der Zeitpunkt der Darlehensvergabe analysiert und nicht die Gesamtlaufzeit der Hypothek. Zweitens wurden lediglich Hilfsvariablen und nicht die effektiven Charakteristiken verwendet, von denen ausgegangen wurde, dass sie für das Ausfallrisiko relevant sind und drittens wurden nur Festhypotheken analysiert (Quercia & Stegman, 1992, S. 351). Erst später wurden Ergänzungen zu diesen Untersuchungen vorgenommen. So komplettierte Vandell (1978, S. 1281) das Modell um eine Zeitkomponente und hypothekarnnehmerbezogene Charakteristiken wie Arbeitslosigkeit sowie Todes- und Scheidungsfälle, die eine grosse Auswirkung auf die

Ausfallwahrscheinlichkeit haben. Auch in seiner Arbeit wurden diese Komponenten (jedoch nur über das Einkommen als Hilfsvariable) gemessen (Vandell, 1978, S. 1281). Weitere Untersuchungen von Zorn und Lea (1989) und Cunningham und Capone (1990) demonstrieren zudem, dass variable Hypotheken eine grössere Ausfallwahrscheinlichkeit aufweisen als Festhypotheken (Cunningham & Capone, 1990, S. 1702; Quercia & Stegman, 1992, S. 352–353; Zorn & Lea, 1989, S. 131).

Da sich aus diesen ersten Studien ergab, dass hypothekarneherbezogene Variablen sowohl bei der Vergabe der Hypothek als auch zum Zeitpunkt des Ausfalls erhoben werden sollten, formte sich in den 1970er-Jahren ein zweiter Zweig an empirischen Studien, die sich auf das Konsumverhalten der Kreditnehmer stützten und anhand derer versucht wurde, zu beurteilen, wie die Kreditnehmer ihren Nutzen maximieren (Quercia & Stegman, 1992, S. 353). Im Grunde basieren diese Modelle dabei auf der Annahme, dass der Hypothekarneher zu jedem Zahlungszeitpunkt vier unterschiedliche Möglichkeiten hat: eine reguläre Zahlung, eine Späzzahlung, eine Nichtzahlung oder eine Rückzahlung der Hypothek (Campbell & Dietrich, 1983, S. 1571; Quercia & Stegman, 1992, S. 356). Weiter wird bei diesen Modellen davon ausgegangen, dass der Hypothekarneher jederzeit seinen Nutzen maximieren will und die Hypothek nötigenfalls ausfallen lässt. Dieses Szenario wird in der Literatur als «ruthless default» deklariert (Bhattacharya et al., 2019, S. 1).

Ein Modell, dass diesen Fall genauer beschreibt, kommt von Jackson und Kaserman (1980), die in ihrer Arbeit anhand zweier Hypothesen erläutern, wann ein rationaler Hypothekarneher die Zahlungen im Rahmen der Hypothek nicht ausführen wird. Das erste Szenario (Equity Model of Default) tritt dann ein, wenn der Marktwert der belehnten Immobilie unter den Wert der Hypothek sinkt (Jackson & Kaserman, 1980). Wie Jackson und Kaserman (1980) weiter zeigen, impliziert diese Hypothese und die daraus abgeleitete Ausfallwahrscheinlichkeit, dass alle drei Darlehenscharakteristiken (LTV-Ratio, vertraglich vereinbarte Zinsrate und die Laufzeit) positiv mit der Ausfallwahrscheinlichkeit in Verbindung stehen. Als zweites Szenario (Ability-to-pay Model of Default) gehen sie davon aus, dass der Hypothekarneher die Zahlungen aussetzen wird, sobald die Nettoeinnahmen nicht mehr ausreichen, um die periodischen Zahlungen leisten zu können (Jackson & Kaserman, 1980). Bei dieser Hypothese lässt sich bei der Zinsrate und der LTV-Ratio eine positive Verbindung zur Ausfallwahrscheinlichkeit erkennen, nicht aber bei der Laufzeit (Jackson & Kaserman, 1980). Die für den Hypothesentest durchgeführten empirischen Untersuchungen anhand eines Datensets der Federal Housing Administration (FHA) zeigten schlussendlich, dass die erste Hypothese

(Equity Model of Default) tendenziell anzunehmen ist (Jackson & Kaserman, 1980). Das Modell erklärt jedoch nur rund 1 % der Variation der individuellen Ausfallwahrscheinlichkeit (Jackson & Kaserman, 1980). Zu ähnlichen Resultaten kamen auch Campbell und Dietrich (1983), die aussagen, dass es eine statistisch signifikante Verbindung zwischen einem Kreditausfall bei einer Hypothek und der aktuellen und vergangenen LTV-Ratio gibt. Dies wird dabei in einem Grossteil der Literatur als Nettoeigenkapital verstanden, das sich aus dem gegenwärtigen Marktwert der Immobilie abzüglich des aktuellen Marktwerts der Hypothek berechnet (Quercia & Stegman, 1992, S. 375). Der Zeitpunkt, an dem das Nettoeigenkapital dabei in den negativen Bereich fällt und die Immobilie somit weniger Wert hat als die Hypothek wird als Auslöser für den ruthless default betrachtet. Foster und Van Order (1984) zeigen jedoch, dass Hypothekendarnehmer aufgrund von Transaktionskosten ihre Hypotheken nicht so häufig ausfallen lassen, wie anzunehmen ist. Die Annahme des ruthless defaults ist zudem umstritten und einige Autoren beweisen in ihren Studien die Ungültigkeit dieser Hypothese (Bhattacharya et al., 2019, S. 1). Giliberto und Houston (1989, S. 67) führen weiter aus, dass weder das Equity Model of Default noch das Ability-to-pay Model of Default gegeben sein muss, damit ein Kunde die Option des Ausfalls wählt.

Grundsätzlich gilt bei diesen Modellen zu beachten, dass die Option des ruthless default in der Schweiz kein oder nur ein geringes Gewicht hat, da die Schuld trotz Ausfall beim Käufer verbleibt. Dies betrifft auch eine allfällige Zwangsversteigerung, falls aus dieser nicht die komplette Hypothekarschuld beglichen werden kann. Ähnlich beschreiben dies auch Lambrecht, Perraudin und Satchell (1997, S. 486) in ihrer Analyse des Ausfallrisikos von Hypotheken in Grossbritannien. Es überrascht daher nicht, dass in ihrer Analyse die Komponenten des Ability-to-pay Model of Default höher gewichtet sind als die des Equity Model of Default (Lambrecht et al., 1997, S. 499).

Wird das Augenmerk zudem auf die Immobilienpreisentwicklung in der Schweiz (siehe Kapitel 3) gelegt, ist davon auszugehen, dass das Ability-to-pay Model of Default stärker ins Gewicht fallen dürfte. Wichtige Parameter sind folglich jene, die das Einkommen direkt beeinflussen. Zu diesem Schluss kommen auch Campbell und Dietrich (1983, S. 1580), die behaupten, dass eine statistisch relevante Verbindung zwischen einem Ausfall und den meisten ökonomischen Treibern besteht, die einen solchen in der Theorie beeinflussen. So weist die Ausfallwahrscheinlichkeit im untersuchten Zeitraum etwa eine hohe Relation zur regionalen Arbeitslosenquote auf. Campbell und Dietrich (1983, S. 1580) weisen jedoch auch darauf hin, dass die Ergebnisse kaum für eine künftige Extrapolation genutzt werden können. Vandell und Thibodeau (1985) demonstrieren

ebenso, dass neben der LTV-Ratio die Einkommensquelle eine entscheidende Rolle spielt. Zudem erwähnen Quercia und Stegman (1992, S. 361,369–370), dass auch andere hypothekarneherbezogene Variablen wie Scheidungen, Todesfälle oder Veränderungen im Arbeitsverhältnis einen Einfluss haben, das Ausmass dieser aber nicht gänzlich geklärt ist beziehungsweise unterschiedliche Ergebnisse gefunden werden können. Elmer und Seelig (1999) weisen ebenfalls darauf hin, dass zum Verständnis des Ausfallrisikos bei Hypotheken ein Link zwischen den individuellen finanziellen Charakteristiken und Option-basierten Variablen (Immobilienpreis, Eigenkapital etc.) gefunden werden muss. Alternative Modelle, die den Mechanismus des *ruthless defaults* ablehnen, verwenden in der Regel die Hazard-Rate zur Modellierung der Zeit bis zum Ausfall. Die Hazard-Rate quantifiziert dabei die Wahrscheinlichkeit eines Kreditereignisses pro Zeiteinheit und berücksichtigt direkte Determinanten. Diese können dabei ebenfalls auf den Hypothekarneher oder die Hypothek selbst bezogen sein (Bhattacharya et al., 2019). Durch die Analyse dieser Faktoren ermöglichen diese Modelle prädiktive Vorhersagen über den Zeitpunkt eines Ausfalls. Wie Deng (1997) in seiner Studie ausführt, sollte das Ausfallrisiko zudem in Kombination mit dem Risiko einer vorzeitigen Rückzahlung verstanden werden. Dieser Ansatz hat sich dabei als nützlich erwiesen, um die Vorhersage von Hypothekenkündigungen zu verbessern (Bhattacharya et al., 2019).

Abschliessend kann festgehalten werden, dass die Ergebnisse der Literatur zwar mehrheitlich kongruent sind, dass jedoch der Einfluss einzelner Parameter nicht in vollem Umfang geklärt ist. Wie Quercia und Stegman (1992, S. 374–375) festhalten, liegt dies auch an fehlenden Panel-Daten, was wiederum mittels einer langfristigen Erhebung verbessert werden könnte. Gerade für diese Arbeit ist dies insofern zentral, da sich keine auf die Schweiz konzentrierten und datenbasierte Forschungsergebnisse finden lassen. Es kann zwar davon ausgegangen werden, dass die einzelnen Finanzinstitute, die Hypotheken vergeben, derartige Datensätze für interne Modellierungen besitzen. Diese sind jedoch nicht öffentlich zugänglich und müssten für fortführende Arbeiten zunächst auf ihren Umfang und ihre Granularität hin geprüft werden.

### **2.1.2 Angewandte Modelle**

In den von Quercia und Stegman (1992, S. 367) erwähnten Studien kamen eine Vielzahl an unterschiedlichen Modellen zur Anwendung. Darunter befinden sich Regressionsanalysen, multivariate und schrittweise Diskriminanzanalysen, Tobit- und (multinominale) Logit-Modelle. Weiter führen die Autoren aus, dass Proportional-Hazard-Modelle am erfolgversprechendsten sind (Quercia & Stegman, 1992). An dieser Stelle gilt es jedoch zu beachten, dass die Arbeit aus dem Jahre 1992 stammt.



Auch Aktekin, Soyer und Xu (2013) kategorisieren in ihrer Arbeit die Modelle auf ähnliche Weise in zwei Gruppen. Eine erste Gruppe beinhaltet die Modelle, die auf der Annahme beruhen, dass die Hypothek als Option gesehen werden kann und die Ausfalloptionen durch das stochastische Verhalten von Preisen und Zinssätzen bestimmt werden. Die zweite Gruppe umfasst die Hazard-Modelle, in denen die Zeit bis zum Ausfall eine Zufallsvariable ist, die von individuellen Merkmalen des Hypotheknehmers und der Hypothek abhängt (Aktekin et al., 2013, S. 1451). Ein Beispiel eines solchen Hazard-Modells ist dabei die Cox Regressionsanalyse, die eine Technik zur Bewertung des Zusammenhangs mehrerer beobachteter Variablen und der Überlebenszeit ist. Mit Hilfe von dieser kann das Risiko eines Ausfalls unter der Annahme, dass das Analyseobjekt bis zu einem bestimmten Zeitpunkt überlebt hat, quantifiziert werden (LaMorte, 2016). Diese Methode ist dabei ideal geeignet, um die Ausfallwahrscheinlichkeit von Hypotheken nach einer bestimmten Anzahl von Jahren zu bestimmen und die Faktoren zu analysieren, die die Ausfallrate beeinflussen (Quercia & Stegman, 1992, S. 367).

Eine aktuelle Reihe von Studien fokussiert sich zudem auf die Verwendung von Bayschen Modellen, unter anderem einem Bayschen Zeitreihenmodell (Aktekin et al., 2013; Lee et al., 2016) oder einem Bayschen Mischungs- und Segmentierungsmodell (Galloway et al., 2017) (Bhattacharya et al., 2019). Eine Technik, um solche Bayschen Modelle zu schätzen, stellt dabei die Markov-Chain-Monte-Carlo-Methode (MCMC) dar, bei der es sich um eine spezielle Form der Monte-Carlo-Simulation handelt und mit deren Hilfe Stichproben aus der Posteriorverteilung gezogen werden können, ohne dass diese explizit berechnet werden muss. Jede Ziehung wird dabei auf Basis der vorhergehenden Ziehung korrigiert, um die Ziel-Posteriorverteilung in einem konvergierenden Prozess besser zu approximieren (Gelman et al., 1995, S. 275).

In einem einfacheren Modell kann neben der MCMC-Methode auch eine reguläre Monte-Carlo-Simulation angewendet werden. Dies setzt jedoch voraus, dass eine realistische Schätzung der Verteilung der Parameter, die einen Einfluss auf die Ausfallwahrscheinlichkeit haben, getroffen werden kann. Ist diese unbekannt, sollte die MCMC-Methode bevorzugt werden, sodass die Posteriorverteilung geschätzt werden kann.

Eine weitere Analysemöglichkeit, die aber das Vorhandensein von historischen Daten bedingt, ist die Value at Risk (VaR) Methode. Diese hat sich dabei vielerorts als Standardmass durchgesetzt, bringt aber einige Schwierigkeiten mit sich. So werden für den VaR, aufgrund seiner rein analytischen Form zwar keine leistungsstarken Computer gebraucht, doch aufgrund der zu treffenden Annahmen ist die Anwendbarkeit stark eingeschränkt und der Approximationsfehler nicht zu unterschätzen (Tuor, 2003, S. 1–3).

Auch Brereton, Kroese und Chan (2013, S. 1) schreiben, dass häufig verwendete Modelle, die wenig Rechenleistung erfordern und mathematisch nachvollziehbar sind, sich im Zuge der Finanzkrise als fehlerhaft erwiesen haben. Des Weiteren vertreten die Autoren die Meinung, dass realistischere und komplexere Modelle mit erheblich erhöhten Rechenleistungen verbunden sind und häufig Monte-Carlo-Methoden benötigen. Um diesen erhöhten Rechenleistungen entgegenzuwirken, kann jedoch entweder eine Varianz-Reduktionstechnik oder eine Approximation der Gewinn-Verlust-Funktion angewendet werden, sodass nicht jede Simulation zeitintensive Neubewertungen errechnen muss (Tuor, 2003, S. 3–5).

Da im Zuge dieser Arbeit keine historischen Daten zum Ausfallrisiko von Hypotheken in der Schweiz zur Verfügung stehen, wird versucht, die Fragestellung mittels Monte-Carlo-Simulation zu beantworten. Hierfür ist es jedoch unerlässlich, dass ein genaues Verständnis der einzelnen Parameter, die zu einem Ausfall führen können, und deren Zusammenhang geschaffen wird.

## **2.2 Der Einfluss und Zusammenhang bestimmter Variablen**

Wie in Kapitel 2.1 gezeigt, spielen eine Vielzahl von Variablen bei der Bewertung des Ausfallrisikos eine Rolle. Im Folgenden werden diese anhand der Kategorisierung von Quercia und Stegman (1992) genauer beleuchtet. Dabei wird einerseits deren Zusammenhang und andererseits die Abhängigkeit von ausgewählten makroökonomischen Grössen erörtert.

### **2.2.1 Darlehens- und immobilienbezogene Variablen**

Zu den wichtigsten darlehensbezogenen Charakteristiken, die sich auf das Ausfallrisiko einer Hypothek auswirken können, zählen unter anderem die LTV-Ratio, die Zinsrate und generelle Vertragsbedingungen (Quercia & Stegman, 1992). Obschon die LTV-Ratio bei Hypotheken in der Schweiz aufgrund von Regulierungen bei maximal 80 % liegen darf sowie auf 65 % zurückgeführt werden muss und wenngleich mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 5 % gerechnet werden sollte (siehe Kapitel 3.2.1), sind die zuvor aufgeführten Aspekte auch hierzulande bedeutende Treiber des Risikos. Gerade beim Zinssatz spielt die makroökonomische Variable der Inflation (beziehungsweise die Geldpolitik der SNB) eine entscheidende Rolle. Dies hängt damit zusammen, dass sich die zur Bekämpfung der Inflation häufig angewandte Leitzinserhöhung direkt auf die Hypothekarzinsen auswirkt. Die höheren Finanzierungskosten führen dann zu einem erhöhten Risiko, die Tragbarkeit nicht mehr gewährleisten zu können, was vor allem bei variablen oder SARON-Hypotheken rasch spürbar ist (siehe Kapitel 3.2.). Zudem hat eine erhöhte Inflation in der



Regel auch direkte Auswirkungen auf die Kostenbasis eines Landes, was dazu führt, dass die Lebensunterhaltskosten steigen und somit (bei ausbleibendem Teuerungsausgleich) weniger Geld für die Bewirtschaftung der Hypothek zur Verfügung steht. Dies erhöht das Risiko einer Zahlungsunfähigkeit weiter.

Neben der Gefahr von erhöhten Finanzierungskosten besteht zudem das Risiko von sinkenden Immobilienpreisen, das jedoch eher als systemisches Risiko zu verstehen ist. Letzteres kann damit erklärt werden, dass nach Demary (2017, S. 216–218) eine klare Wechselwirkung zwischen dem Immobilienmarkt und der Gesamtwirtschaft besteht, da sich makroökonomische Schocks direkt auf die Immobilienpreise auswirken. Aufgrund der Tatsache, dass sich ein Grossteil der Portfolios von institutionellen Investoren aus Wertpapieren zusammensetzen, die direkt oder indirekt an Immobilien beziehungsweise deren Wert gekoppelt sind, besteht auch die Gefahr, dass sich ein Immobilienpreissturz zurück auf das Finanzsystem überträgt (Demary, 2017, S. 216–218). So beschreiben auch Soyer und Xu (2010, S. 308), dass die Entwicklung auf dem Hypothekarmarkt eine Schlüsselfunktion für die Wirtschaft und die Finanzmärkte hat. Die erwähnte Subprime-Krise oder das Platzen der Immobilienblase in der Schweiz in den 1990er-Jahren gelten als Beispiel hierfür.

Ein weiterer zentraler Wirkungskanal auf die Immobilienpreise ist die Immobiliennachfrage (siehe Kapitel 3), die wiederum selbst von unterschiedlichen makroökonomischen Grössen abhängt (z. B. dem Haushaltseinkommen, der Zinsrate, dem Kreditangebot oder der Inflation). Denn je höher das aggregierte Einkommen ist, desto grösser wird gemäss Theorie auch die Immobiliennachfrage sein. Sinkt das Angebot in der Kreditvergabe, werden weniger Immobilien nachgefragt (Demary, 2017, S. 218). Wie die Studie von Tsatsaronis und Zhu (2004, S. 75) zeigt, ist die Inflation zwar ein wichtiger Treiber der Immobilienpreise, ihre Wirkung ist jedoch ambivalent. Denn steigende Finanzierungskosten führen zu einer sinkenden Nachfrage und somit zu sinkenden Immobilienpreisen (Demary, 2017, S. 219). Neben den potenziell sinkenden Immobilienpreisen kann auch argumentiert werden, dass bei einer steigenden Inflation die Immobilienpreise steigen, da die Mieteinnahmen einer zu Renditezwecken gehaltenen Immobilien an die Inflationsentwicklung gekoppelt sind und somit eine Absicherung darstellen.

Auch Davidson und Steffen (2022) halten fest, dass der Effekt eines Zinsanstieges auf die Immobilienpreise komplex ist und nicht eindeutig vorausgesehen werden kann. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Zins einerseits selbst ein Produkt diverser makroökonomischer Grössen ist und sich dieser zweitens über mehrere Wege auf den

Immobilienmarkt auswirkt, von welchen sich gewisse Mechanismen verstärken und andere wiederum abschwächen (Davidson & Steffen, 2022). So erwähnen Davidson und Steffen (2022), dass die Immobilienpreise zwar durch höhere Finanzierungskosten und eine tiefere Nachfrage beeinflusst werden, jedoch machen sie gleichzeitig darauf aufmerksam, dass höhere Investitionskosten auch einen Angebotsrückgang bedeuten können. Zudem fallen Zinserhöhungen häufig mit positiven Konjunkturschwankungen zusammen, die den Wert von Immobilien positiv beeinflussen.

Diese Ambivalenz zeigt sich auch in empirischen Studien. So belegt eine Studie von Wüest Partner, dass sowohl das Bevölkerungswachstum als auch die reale BIP-Entwicklung und die Inflation (vorwiegend bei Einfamilienhäusern) einen verteuernenden Einfluss auf den Preis von Immobilien in der Schweiz haben (Fontana, 2022). Allerdings hält Demary (2017, S. 232) in einer Untersuchung der Korrelation von inflationären Schocks und Immobilienpreisen in mehreren Ländern fest, dass eine negative Korrelation vorherrscht, was das Argument der steigenden Zinsen und sinkenden Nachfrage unterstützt. Diesen Link bestätigen unter anderem Balmer, Hoher und Schwald (2018, S. 13), die im Rahmen ihrer Untersuchungen hervorheben, dass der Zins in der Schweiz einen «signifikanten negativen Effekt auf die Immobilienpreise hat» und sich mit einer Verzögerung von rund zwei Jahren auf diese auswirkt. Weiter argumentiert Demary (2017, S. 243), dass der Einfluss des Preisniveaus und somit der Inflation auf die Immobilienpreise gering ist und letztere mehrheitlich durch die Zinsen und einen unerklärbaren Teil (aufgrund von unvollständigen Informationen, einer eingeschränkten Vergleichbarkeit und lokalen Gegebenheiten) bestimmt sind. Solche lokalen Gegebenheiten werden auch von Quercia und Stegman (1992, S. 350–351) ausgeführt. Die Ergebnisse von Demary (2017, S. 243) und Balmer, Hoher und Schwald (2018, S. 13) schliessen sich insofern nicht kategorisch aus, als dass Zentralbanken zur Inflationsbekämpfung in der Regel die Zinsen anheben und somit ein direkter Link gegeben ist.

Zuletzt finden sich bei den immobilien- und darlehensbezogenen Variablen auch idiosynkratische Risiken, die den Wert einzelner Immobilien direkt beeinflussen können. Zu diesen Risiken zählen sich ändernde vertragliche Bestimmungen, Schäden an der Immobilie selbst oder eine stark veränderte Umgebung (beispielsweise aufgrund neu erlassener Gesetze etc.).

### 2.2.2 Hypothekarnnehmerbezogene Variablen

Zu den hypothekarnnehmerbezogenen Variablen gehören unter anderem sich verändernde finanzielle Situationen und Lebensbedingungen des Schuldners (Erbschaften, Scheidungen, Krankheiten etc.), die Auswirkungen auf die Tragbarkeit und letztendlich das Ausfallrisiko haben. Wie Quercia und Stegman (1992, S. 349) ausführen, sind solche kreditnehmerbezogene Faktoren jedoch ein weniger eindeutiges Merkmal für einen Default als Merkmale der eigentlichen Hypothek. Sie argumentieren, dass sich etwa ein Einkommensverlust zwar sofort in einem höheren Ausfallrisiko niederschlägt, in einem solchen Fall jedoch die LTV-Ratio in der Regel höher ist, da einkommensschwache Hypothekarnnehmer nur geringe Amortisationszahlungen vornehmen können. Es ist folglich nicht eindeutig, welcher Effekt für das Ausfallrisiko höher ist, der Einkommensverlust (individuelles Merkmal) oder der höhere Belehnungsgrad (Merkmal der Hypothek) (Quercia & Stegman, 1992, S. 349–350). Da in der Schweiz jedoch der Belehnungsgrad normalerweise innerhalb von 15 Jahren auf 65 % rückgeführt werden muss (siehe Kapitel 3.2.1), kann davon ausgegangen werden, dass das hypothekarnnehmerbezogene Merkmal stärker ins Gewicht fällt.

Weiter zeigen Herzog und Earley (1970), dass weder das Alter des Hypothekarnnehmers noch der Zivilstand einheitliche Aussagen in Bezug auf das Ausfallrisiko zulassen, der Beruf hingegen schon. Dies lässt sich insofern erklären, als dass sich eine hohe Einkommensvolatilität negativ auf ein derartiges Risiko auswirkt. Gerade bei Selbstständigerwerbenden oder Mitarbeitenden im Bereich des Verkaufs ist dies ersichtlich (Herzog & Earley, 1970; Quercia & Stegman, 1992, S. 350; Webb, 1982). Die Erkenntnisse bezüglich des Zivilstandes sind zudem zumindest anzuzweifeln, da Scheidungen einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf das Haushaltseinkommen haben und bei einer anfänglichen maximalen Ausreizung des Belehnungsgrades das Risiko eines teilweisen Wegfalls des Haushaltseinkommens nicht zu gering bewertet werden darf.

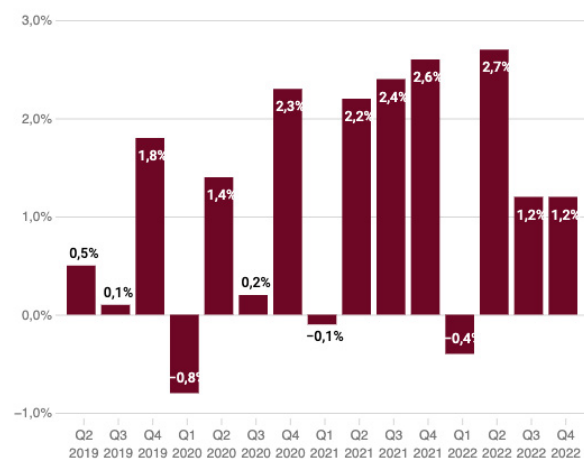
Bei der Betrachtung des Risikos der Arbeitslosigkeit und dem Versuch, einen Zusammenhang zur Inflation herzustellen, wird häufig auf die Keynesianische Phillips-Kurve von Samuelson und Solow zurückgegriffen. Aus dieser geht hervor, dass mit steigendem Preisniveau die Arbeitslosenquote sinkt und zwischen den beiden Variablen ein nicht lineares Verhältnis besteht (Samuelson & Solow, 1960). Die Schwierigkeit besteht jedoch darin, dass diese Beziehung nicht quantitativ bestimmbar ist und zeitlichen Schwankungen unterliegt (Wohltmann, 2023).

Da für die Schweiz keine öffentlich zugänglichen Paneldaten zur Verfügung stehen und die Analyse des Ausfallrisikos auf einer Monte-Carlo-Simulation basiert, müssen für die in diesem Kapitel definierten relevanten Parameter folglich realistische Annahmen getroffen werden, um deren Wahrscheinlichkeitsverteilungen genau abschätzen zu können. Dabei handelt es sich um den Immobilienpreis, die LTV-Ratio, generelle vertragliche Bestimmungen in Bezug auf die Hypothek, das Haushaltseinkommen, die Arbeitslosenquote, das Ausbildungsniveau als Proxy für die Jobsicherheit sowie die Scheidungsrate. Angesichts dessen werden im folgenden Kapitel der Immobilien- und Hypothekarmarkt und weitere relevante Parameter anhand einer demografischen Analyse genauer beleuchtet.

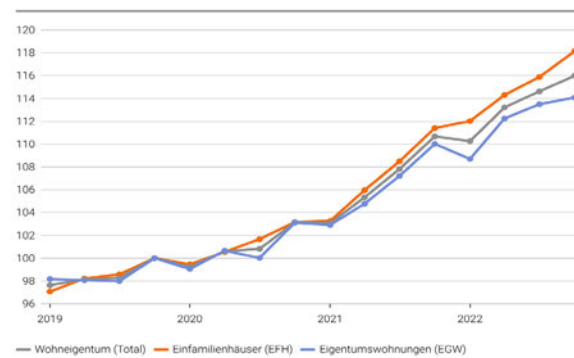
### 3 | Analyse des Schweizer Immobilien- und Hypothekarmarktes

#### 3.1 Immobilienmarkt

Wie in Kapitel 1.1 erwähnt, hatten die Inflation und die steigenden Zinsen noch keinen grossen Einfluss auf den Schweizer Immobilienmarkt (Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 4). So waren bis zum Sommer 2022 (mit vereinzelt Ausnahmen) keine rückläufigen Immobilienpreise zu beobachten (Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 4). Ganz im Gegensatz zu anderen Märkten wie Kanada, Neuseeland, Australien oder Schweden, wo die Preise für Immobilien um bis zu 14 % rückläufig waren (Fleury et al., 2023, S. 18; Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 4). Die weiterhin steigenden Immobilienpreise spiegeln sich dabei auch im vom BFS vierteljährlich veröffentlichten Wohnimmobilienpreisindex wider. So betrug der quartalsweise Anstieg in Q4 2022 zum dritten Mal hintereinander über 1 % (siehe Abbildung 2) (BFS, 2023c, 2023d). Wird ein Vergleich mit den Preisen von Q4 2019 angestellt, zeigt sich, dass die Immobilienpreise, trotz eines leichten Rückgangs Ende 2021, je nach Kategorie um 14 % (EGW) oder gar 18 % (EFH) gestiegen sind (siehe Abbildung 3) (BFS, 2023g). Zum gleichen Schluss kommt auch der Raiffeisen Transaktionspreisindex, der ein Wachstum von über 20 % (EFH) beziehungsweise 15 % (STWE) in der Zeitperiode von 2020 bis 2022 aufzeigt (Fleury et al., 2023, S. 13).



**Abbildung 2:** Immobilienpreisindex für Wohneigentum – Veränderungsraten gegenüber Vorquartal (BFS, 2023d)



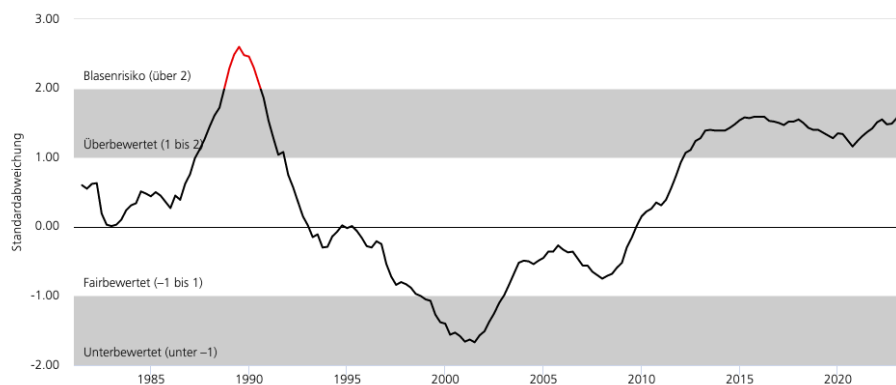
**Abbildung 3:** Immobilienpreisindex für Wohneigentum – Index seit 2019 (BFS, 2023g)

Ein noch stärkerer Preisanstieg konnte bei Luxusimmobilien verzeichnet werden, die 2021 um 10 % teurer wurden, was dem Dreifachen des Durchschnitts der letzten zehn Jahre entspricht (Hofer et al., 2022). Dies dürfte unter anderem auch an der Covid-19-Pandemie liegen, die die Nachfrage nach Luxusimmobilien in der Schweiz – einem Land, das den geopolitischen Unsicherheiten dank stabilen Institutionen trotzte – aufrechterhielt oder sogar steigerte (Hofer et al., 2022). Hofer et al. (2022) halten aber auch fest, dass sich in diesem Segment das Preiswachstum ebenfalls verlangsamen dürfte, da der Wachstumszenit überschritten ist.

Es ist folglich nicht der Fall, dass die steigenden Hypothekarzinsen keinen Einfluss auf die Nachfrage nach Wohneigentum hätten, doch in erster Linie wird vorerst die Übernachfrage reduziert. Der anhaltende Konkurrenzkampf beim Kauf von Immobilien treibt die Preise aber weiter in die Höhe, auch wenn der herrschende Wettstreit, trotz wachsender Zuwanderung, schwächer ist als vor einigen Jahren (Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 4). Auch Fleury et al. (2023, S. 12) halten in ihrer Studie fest, dass zwar eine leichte Abkühlung des Eigenheimmarktes wahrscheinlich ist, die höheren Zinsen die Preisdynamik aber nicht gänzlich ändern beziehungsweise umkehren werden. Zum gleichen Schluss kommen Hansen et al. (2022, S. 16), die es als annehmbar ansehen, dass der Nachfrageüberhang anhalten dürfte.

Gemäss Budliger (2022, S. 51) wird sich aber die Nachfrage insofern verändern, als dass aufgrund der sich wandelnden Demografie (siehe Kapitel 3.3) beziehungsweise der Überalterung der Schweizer Bevölkerung die Nachfrage nach kleinen städtischen Wohnungen für Senioren zunehmen wird. Weiter erwähnt Budliger (2022, S. 51) auch, dass die Anzahl der Privathaushalte voraussichtlich stagnieren oder sogar zurückgehen wird. Dies steht jedoch im Kontrast zu den vom BFS (2020b) veröffentlichten Daten zum Bevölkerungswachstum. Obwohl auch das BFS eine Überalterung prognostiziert, erwartet dieses selbst im Falle eines konservativen Szenarios eine generell steigende Bevölkerungszahl und einen Anstieg der Zahl der 20- bis 64-Jährigen.

Die nach wie vor hohen Immobilienpreise zeigen sich auch im Real Estate Bubble Index der UBS (2022a), anhand dessen die Immobilienpreise seit circa 2012 als überbewertet erachtet werden (siehe Abbildung 4). Das konstant hohe Niveau der letzten Jahre kann dabei insofern problematisch sein, als dass sich eine Immobilienblase schnell akzentuieren kann. So stieg der Index rund um das Jahr 1990 innerhalb weniger Jahre von einer leichten Überbewertung rasant zu einer Immobilienblase an, was schlussendlich im Platzen der Blase zu Beginn der 1990er-Jahre endete und die Schweiz in eine lange und tiefe Rezession stürzte (Raiffeisen, 2021; UBS, 2022a). Der Anstieg ist dabei durch die lockere Geldpolitik der SNB, die hohe Zuwanderung, die die Arbeitsnachfrage deckte und die Wirtschaft wachsen liess, sowie den sinkenden Hypothekarzinsen (von 6.5 % auf 3 %) begründet. Zudem stiessen mit der Einführung der obligatorischen beruflichen Vorsorge viele neue Pensionskassen auf den Markt, die ihre Gelder anlegen mussten. Die Immobiliennachfrage und die Preise stiegen daher rasant an (Budliger, 2022, S. 48). Das Anheben der Hypothekarzinsen auf 10 % durch die SNB trug unter anderem dazu bei, dass die Immobilienblase schlussendlich platzte.



**Abbildung 4:** Risiko einer Immobilienblase in den vergangenen 40 Jahren (UBS, 2022a)

Auch auf der Angebotsseite lässt sich eine gewisse Trendwende erkennen. Hier kann eine Markterholung daran festgestellt werden, dass seit Kurzem eine Angebotsausweitung sichtbar ist, da wieder vermehrt Bestandsobjekte in den Verkauf kommen. Weil während der Covid-19-Pandemie aber absolute Tiefstwerte erreicht wurden, ist dieser aktuelle Aufwärtstrend vorerst nur ein «Tropfen auf den heissen Stein» (Fleury et al., 2023, S. 13). Bis Mitte 2022 zeichneten die vom BFS erhobenen Zahlen zu Leerständen jedoch ein klares Bild. So standen gerade einmal rund 60'000 Wohnungen leer (inklusive Mietobjekte) und der verzeichnete Rückgang war der grösste seit über 40 Jahren, wobei dieser über alle Segmente ersichtlich war (BFS, 2022g; Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 6). Die Leerwohnungsziffer bei Eigentumswohnungen lag per Mitte 2022 sogar auf dem tiefsten Stand seit 20 Jahren (Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 6).

Einer der Treiber für diese tiefen Leerstände ist dabei die mangelnde Bautätigkeit, die unter anderem auf Lieferengpässe und steigenden Baupreise zurückzuführen ist (Hansen, Hasenmaile, Rieder, & Waltert, 2022, S. 6). Dies ist auch in den vom BFS (2022a, S. 7) erhobenen Daten ersichtlich, die zeigen, dass die Zahl der neu erstellten Gebäude mit Wohnnutzung und die Zahl der neu geschaffenen Einfamilienhäuser seit rund zehn Jahren rückläufig ist. Allein im Jahr 2020 war im Vergleich zum Vorjahr ein Rückgang von 12 % bei den Einfamilienhäusern feststellbar (BFS, 2022a, S. 8). Der Neubau von Wohneigentum brach seit 2011 gar um 40 % ein (Hansen, Hasenmaile, Rieder, Waltert, et al., 2022, S. 15). Die Tatsache, dass die durchschnittliche Dauer einer Baubewilligung (für ein Haus mit mehr als drei Wohnungen) in den vergangenen 20 Jahren um rund 60 % gestiegen ist, ist ebenfalls kontraproduktiv (Rehberg-Sossidi, 2022). Nach Meinung von Fredy Hasenmaile, Head Real Estate Economics bei Credit Suisse, spielen jedoch noch weitere Faktoren eine zentrale Rolle, darunter die steigende Zahl an ungerechtfertigten Einsprachen bei Neubauprojekten, bürokratische Hürden durch sich widersprechende Interessen und Verordnungen oder die lange Umsetzung des neuen Raumplanungsgesetzes (Lüthy, 2023; Schnorf, 2022; Vollenweider, 2023). Besonders der letztgenannte Punkt im Zusammenspiel mit dem Wunsch nach einem ökonomischen Umgang mit dem Boden und der Verhinderung einer Zersiedelung hat einen starken Einfluss auf die Angebotsseite.

Dem entgegen könnte die Gegebenheit wirken, dass die Generation der Babyboomer mittelfristig ein fortgeschrittenes Alter erreicht und ihre Immobilien verkauft, da sie den Wohnraum im Alter verkleinern möchte (Budliger, 2022, S. 52).

Zudem bewirken die steigenden Zinsen auf der Angebotsseite auch, dass sich Investoren wieder vermehrt dem Bau von Wohneigentum zuwenden, denn der Mietwohnungsbau hat, trotz stetiger Cashflows, teilweise an Attraktivität verloren. Der Effekt sollte gemäss einer Studie von Wüest Partner aber gering bleiben, da es sich bei den Neubauten mehrheitlich um Ersatzbauten für abgerissenes Wohneigentum handeln dürfte (Schnorf, 2022).

### **REGIONALE UNTERSCHIEDE**

Wird die Angebotsseite in der Schweiz nach regionalen Unterschieden untersucht, zeigt sich ein differenziertes Bild. Wie eine Studie von Wüest Partner aus dem Jahr 2022 sichtbar macht, ist der Schweizer Wohneigentumsmarkt zwar vielerorts aufgekauft, es bestehen aber grosse regionale Unterschiede (Schnorf, 2022). So steht der Angebotsrückgang in nachfragestarken Wirtschaftsräumen wie der Grossraum Zürich-Zentralschweiz im starken Kontrast zum Tessin, dem Wallis und dem Kanton Waadt (Schnorf, 2022).

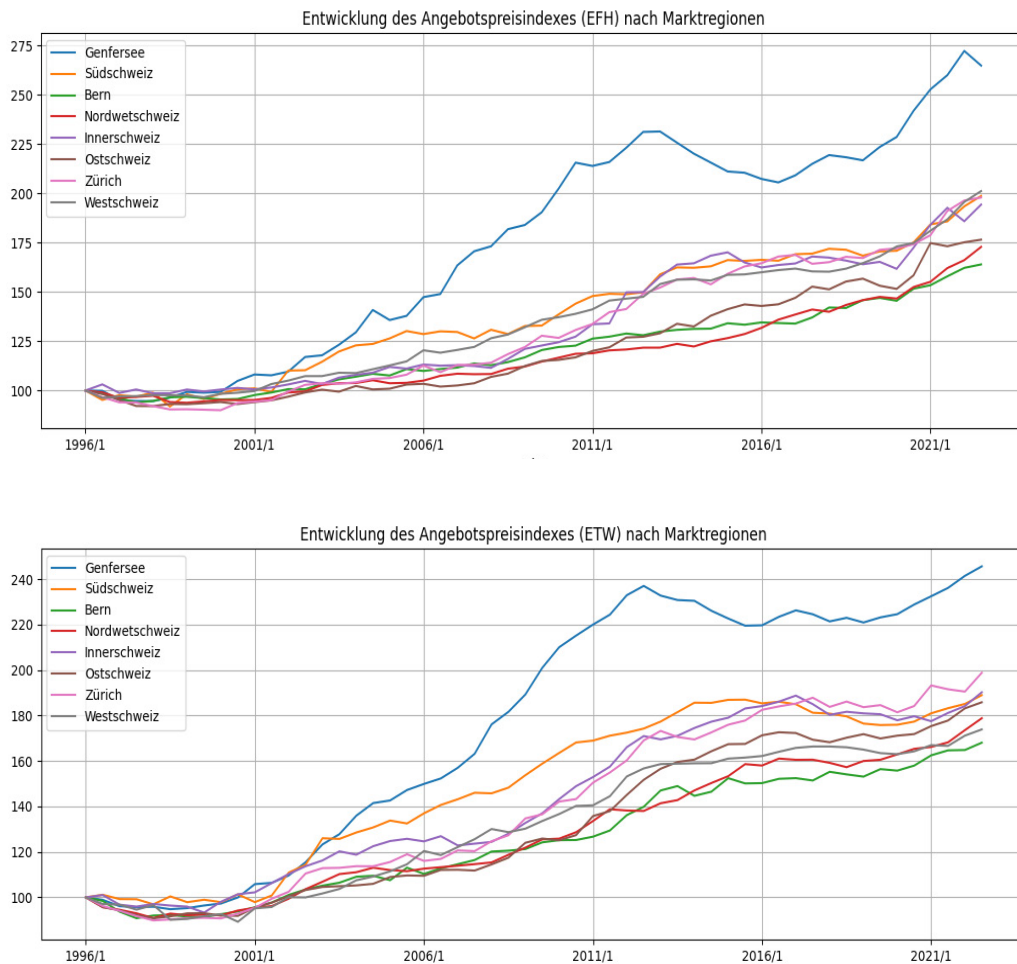


Ein ähnlich heterogenes Bild ergeben auch die Daten des Angebotspreisindex von Wüest Partner (2023b), der Daten von 1970 bis heute beinhaltet. Bei Betrachtung der Preisentwicklung seit 1996 ist zu erkennen, dass die Angebotspreise bei Eigentumswohnungen in der Region Bern um 68 % und in der Region Genfersee um mehr als das Doppelte, nämlich 146 %, gestiegen sind. Bei Einfamilienhäusern ist die Differenz mit 64 % (Region Bern) und 165 % (Region Genfersee) ähnlich gross (siehe Tabelle 2).

Marktregion	Einfamilienhäuser (EFH)	Eigentumswohnungen (ETW)
Zürich	+98 %	+99 %
Ostschweiz	+77 %	+86 %
Innerschweiz	+94 %	+90 %
Nordwestschweiz	+73 %	+79 %
Bern	+64 %	+68 %
Südschweiz	+99 %	+89 %
Genfersee	+165 %	+146 %
Westschweiz	+101 %	+74 %

**Tabelle 2:** Entwicklung des Angebotspreisindex bei Einfamilienhäusern und Eigentumswohnungen in den Marktregionen von 1996 bis 2022 gemäss Wüest Partner (2023b)

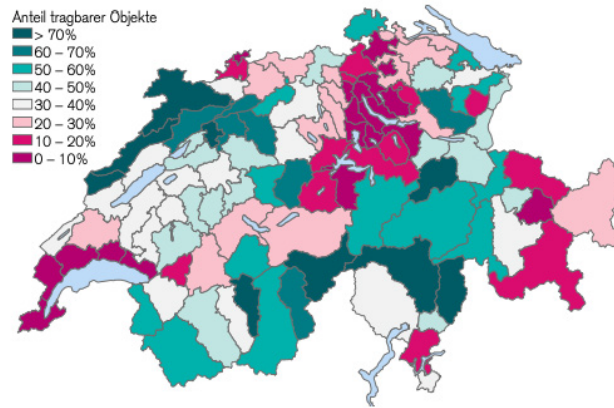
Im Rahmen dieser Arbeit stellt jedoch vor allem ein potenzieller Preisrückgang eine Gefahr dar. Zwar führen rückläufige Immobilienpreise nicht zwingend zu einer Unterdeckung der Hypothek, doch bei falschem Timing beziehungsweise wenn der Preiszerfall kurz nach Aufnahme der Hypothek beginnt und die Immobilie noch keine Wertsteigerung erfuhr, liegt eine derartige Gefährdung vor. Wird für die einzelnen Marktregionen der maximale Preisrückgang des Angebotspreisindex bei Einfamilienhäusern seit 1996 ins Auge gefasst, zeigt sich, dass insbesondere die Westschweiz (-3.7 %) und die Innerschweiz (-4.9 %) ein geringes Risiko aufweisen. Am anderen Ende der Liste finden sich die Region rund um den Genfersee (-11.1 %) und Zürich (-10.0 %). Bei Eigentumswohnungen sind ebenfalls Rückgänge in der gleichen Grössenordnung feststellbar, auch wenn die Unterschiede weniger gross ausfallen. Interessanterweise traten die Preisrückgänge nicht in allen Regionen gleichzeitig auf. In der Region Genfersee geschah dies beispielsweise zwischen 2013 und 2016, in der Region Zürich hingegen zwischen 1996 und 2000. Eine übergeordnete Tendenz ist dennoch erkennbar (siehe Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Entwicklung des Angebotspreisindexes nach Marktregionen (eigene Darstellung anhand der Daten von Wüest Partner (2023b))

Wird der Transaktionspreisindex untersucht, der ebenfalls von Wüest Partner (2023c) auf vierteljährlicher Basis zur Verfügung gestellt wird, kann ein ähnliches Muster erkannt werden. So liegen bei auf 1985 indextierten Daten für Eigentumswohnungen ebenfalls die Regionen Zürich und Genfersee an der Spitze. Bei den Einfamilienhäusern sind es die Regionen Innerschweiz und Zürich, die das grösste Wachstum verzeichnen konnten. Die Region Genfersee liegt nur an dritter Stelle, was jedoch den Jahren 1989 bis 2002 geschuldet ist, in welchen die Transaktionspreise deutlich unter dem Schweizer Durchschnitt lagen. Umso stärker war jedoch der Anstieg von 2002 bis 2013, woraufhin eine Abkühlung und ein Preiserückgang von -8.2 % innerhalb von vier Jahren folgte.

Bei einem Vergleich des Anteils tragbarer inserierter Objekte in den einzelnen Kantonen ergibt sich ein ähnliches Bild (Abbildung 6). An dieser Stelle wird erkennbar, dass es mit einem Einkommen von 134'000 CHF (mittleres Einkommen) in der Region Zürich und rund um den Genfersee schwierig ist, eine tragbare Immobilie zu finden (Hansen, Hasenmaile, Rieder, Waltert, et al., 2022, S. 14).



**Abbildung 6:** «Anteil tragbarer inserierter Objekte (EFH und EWG) mit vier und mehr Zimmern für Haushalte mit CHF 134'000 Einkommen (mittleres Einkommen)» (Hansen, Hasenmaile, Rieder, Waltert, et al., 2022, S. 14)

Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass es sich hierbei lediglich um Schätzungen handelt, da keine amtlich bereitgestellten hedonischen Preisindizes vorhanden sind und die Schätzungen der einzelnen Unternehmen teilweise divergieren. Gerade die Beobachtungen für die Region Genfersee sind umstritten und daher mit Vorsicht zu betrachten. Der weitere Verlauf der Arbeit ist aber auf die Ergebnisse von Wüest Partner gestützt, was damit zu erklären ist, dass diese Daten auch von der SNB verwendet werden (Eidgenössische Steuerverwaltung, 2021, S. 27).

### STADT - LAND - GRABEN

Die Tatsache, dass die Region rund um den Genfersee und die Metropolregion Zürich mitunter den stärksten Anstieg an Immobilienpreisen aufweisen, zeigt sich auch im von der UBS (2022b) publizierten Real Estate Bubble Index. Dort befindet sich die Stadt Zürich, hinter Toronto und Frankfurt, auf Platz 3 von 25 analysierten Städten und weist somit ein hohes Risiko für eine Preisblase auf. Auch Immobilien in Genf werden als überbewertet erachtet.

Dass sich die Lage in den grossen Ballungszentren nicht entschärft hat, dürfte wohl auch an der weiterhin ausgeprägten Zuwanderung in diese wirtschaftsstarken Regionen liegen, die nicht zwingend im Gegensatz zu der während der Covid-19-Pandemie proklamierten Stadtflucht steht. Wie Daten zeigen, gab es während der Pandemiejahre zwar einerseits eine verstärkte Nachfrage nach Wohneigentum, was sich auch in der Entwicklung der Suchabos für Einfamilienhäuser und Eigentumswohnungen widerspiegelte, andererseits aber ebenso eine verstärkte Nachfrage in der Agglomeration und kleineren Städten (Meyer, 2020). Dies belegt auch eine Erhebung des Kantons Zürich, mit der die These bezüglich einer zunehmenden Stadtflucht widerlegt werden kann (Weingartner, 2021).

So sind es vielmehr die stadtnahen Regionen mit einer guten Infrastruktur, die beliebte Zuzugsziele darstellten. Als Beispiel können hier die Regionen Glattal, Limmattal, Zimmerberg und Pfannenstiel erwähnt werden, die in den vergangenen zehn Jahren rund zwei Drittel der Abwanderung aus der Stadt Zürich auffingen (Weingartner, 2021). Ähnlich beschreibt dies auch Meyer (2020), die erwähnt, dass es kleinere Städte und nicht ländliche Regionen waren, die Zuwanderung zählten, was wiederum erklärt, wieso der Preisanstieg in ruralen Gebieten ausblieb. Allerdings widerspricht diese Einschätzung den neuesten Ergebnissen des BFS (2023e), die besagen, dass im letzten Quartal 2022 der Preisanstieg bei Einfamilienhäusern und Eigentumswohnungen in ruralen Gebieten besonders ausgeprägt war, währenddem urbane Gegenden einen Preisrückgang verzeichneten. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Einschätzung von Meyer (2020) bereits zwei Jahre zurückliegt und es zu analysieren gilt, ob es sich bei den neusten Beobachtungen um einen anhaltenden Trend oder eine Momentaufnahme handelt.

## **3.2 Hypothekarmarkt**

### **3.2.1 Richtlinien und Regulierungen**

Da viele Eigenheimkäufer nicht über die nötigen finanziellen Mittel verfügen, um eine Immobilie lediglich aus Rücklagen zu erwerben, nehmen sie einen langfristigen Hypothekarkredit (Hypothek) auf, wobei es sich um einen grundpfandgesicherten Kredit handelt. Das Wort Hypothek stammt dabei aus dem Altgriechischen (ὑποθήκη), was so viel bedeutet wie Unterlegung / Pfand und eigentlich das Grundpfandrecht und nicht die ausgeliehene Geldsumme beschreibt. Letztere werden jedoch häufig als synonym begriffen (Financescout24, 2023).

Um den Schweizer Hypothekarmarkt zu verstehen, bedarf es zuerst einer Beschreibung der grundlegenden Mechanismen und Regulationen, die im Folgenden aufgeführt sind. Grundsätzlich muss dabei zwischen regulatorischen Mindeststandards, die die Kreditgeber einhalten müssen, und den vertraglich zwischen den Parteien festgehaltenen Konditionen unterschieden werden. Hierbei gilt es zu beachten, dass die definierten Mindeststandards keine direkte Auswirkung auf das zivilrechtliche Verhältnis zwischen den beiden Parteien haben, das sich ausschliesslich auf die vertragliche Grundlage, das Obligationenrecht und das Zivilgesetzbuch bezieht (Schweizerische Bankiervereinigung, 2014, S. 2).

Als Grundlage für die von der FINMA anerkannten Mindeststandards dienen die «Richtlinien für die Prüfung, Bewertung und Abwicklung grundpfandgesicherter Kredite» und die «Richtlinien betreffend Mindestanforderungen bei Hypothekarfinanzierungen» der Schweizer Bankiervereinigung von August 2019. Das zuvor relevante Rundschreiben 2008/10 der FINMA wurde zu Beginn des Jahres 2020 aufgehoben (FINMA, 2020).

### **RISIKOKATEGORIEN**

Bei der Vergabe einer Hypothek bestehen für die ausleihende Partei drei wesentliche Risiken. Zum einen das Kreditrisiko, das darin besteht, dass der Hypothekarneher die Schuld nicht aus den ihm zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln begleichen oder aus sonstigen Gründen seiner Verpflichtung nicht nachkommen kann. Des Weiteren existiert ein Pfandausfallrisiko, anhand dessen die Gefahr beschrieben wird, dass die Schuld auch bei einem Verkauf der verpfändeten Immobilie nicht gedeckt werden kann. Zuletzt dürfen auch operationelle Risiken, beispielsweise bei der Überwachung der Tragbarkeit, nicht vernachlässigt werden (Schweizerische Bankiervereinigung, 2014, S. 16).

### **BONITÄT UND TRAGBARKEIT**

Wie bei der Vergabe jedes Kredites ist der Kreditgeber verpflichtet, eine Bonitätsprüfung durchzuführen, bei der die Kreditwürdigkeit und Kreditfähigkeit eines Schuldners überprüft wird. Als Basis für die Tragbarkeitsberechnung bei selbst genutztem Wohneigentum werden dabei die nachhaltigen Einnahmen und Ausgaben des Kreditnehmers herangezogen, wobei die Analyse systematisch und nach bankinternen Regeln unter Einhaltung des kalkulatorischen Hypothekarzinsatzes geschehen soll (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019a, S. 7). Dieser ist dabei vorsichtig zu ermitteln und soll auf «langfristige Mittelwerte als Berechnungsgrundlage» gestützt sein (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019a, S. 20). Bei der Bewertung der Einnahmen und Ausgaben soll dabei analysiert werden, ob diese «mittelfristig und mit angemessener Wahrscheinlichkeit angenommen werden können». Weiter sollen «mit dem Belehnungsobjekt verbundene Kosten, wie Zinsen, Amortisationszahlungen und Nebenkosten, und weitere wesentliche, nicht mit dem Belehnungsobjekt verbundene Verpflichtungen, wie z. B. Alimente oder Raten für Privatkredite» in die Bewertung einfließen (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019a, S. 22).

### **BELEHNUNGSSATZ (LTV-RATIO)**

Die Bank bestimmt unter Berücksichtigung der eigenen Risikofähigkeit und objektbezogenen Kriterien den Belehnungssatz und hält diesen intern fest. Es gilt zu beachten, dass die angewandte Faustregel von 80 % des Marktwertes einer Immobilie nicht in den «Richtlinien für die Prüfung, Bewertung und Abwicklung grundpfandgesicherter Kredite» festgehalten ist, denn gemäss diesen spezifiziert die Bank den Belehnungssatz und -wert intern. Letzterer darf dabei maximal dem Marktpreis entsprechen und es ist wesentlich, dass das Niederstwertprinzip angewandt wird (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019a). Der Marktwert wird im Zuge dessen als realistische Annahme geschätzt, zu der das Objekt innert Jahresfrist veräussert werden könnte.

Bei fallenden Preisen muss die Bank das Risiko neu einschätzen und allfällige Massnahmen definieren (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019a). In den «Richtlinien betreffend Mindestanforderungen bei Hypothekarfinanzierungen» wird jedoch festgehalten, dass bei selbst genutztem Wohneigentum mindestens 10 % an Eigenmitteln aufgebracht werden muss, das nicht aus der 2. Säule der Altersvorsorge (berufliche Vorsorge) stammen darf (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019c, S. 6). Denn zur Hinterlegung der Mittel darf auch das angesparte Vermögen in der Pensionskasse genutzt werden, was allgemein als Wohneigentumsförderung (WEF) bekannt ist. Dem Hypothekarnnehmer stehen dabei zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Einerseits besteht die Option eines sogenannten Vorbezugs, im Rahmen dessen das Vorsorgeguthaben teilweise oder vollständig bezogen werden kann und danach als Eigenmittel taxiert wird. Dieser Bezug kann auch zur Rückzahlung einer Hypothek, dem Erwerb von Beteiligungen oder einer wertmehrenden Renovation eingesetzt werden, jedoch nicht zur Finanzierung einer Zweitwohnungen (BSV, 2023). Andererseits hat der Hypothekarnnehmer die Möglichkeit, das Vorsorgeguthaben zu verpfänden, was mit dem Vorteil einhergeht, dass über die Jahre keine Spareinlagen getätigt werden müssen, um die Pensionskasse wieder auf den gleichen Stand zu bringen (BSV, 2023; Wenger, 2023a).

Sollte der Belehnungsgrad zudem über zwei Drittel des Belehnungswertes liegen, muss die Schuld innerhalb von 15 Jahren auf ebendiesen Schwellenwert (linear) reduziert werden und spätestens ein Jahr nach Auszahlung beginnen (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019c, S. 7). Banken gliedern diesen Teil häufig in einer sogenannten Zweithypothek aus, die ein höheres Risiko birgt, da im Falle einer Zwangsversteigerung die Ersthypothek vorab bedient wird (Hypothek.ch, 2023a).

### BEISPIELBERECHNUNG

Angenommen der Marktpreis einer Immobilie beläuft sich auf 1'000'000 CHF, so kann maximal eine Hypothek in Höhe von 800'000 CHF (80 %) aufgenommen werden. Die restlichen 200'000 CHF (20 %) müssen als Eigenkapital zur Verfügung gestellt werden, wovon maximal 100'000 CHF (10 %) aus Pensionskassengeldern stammen dürfen. Die Hypothek besteht dabei aus einer Ersthypothek von 666'667 CHF (maximal zwei Drittel des Immobilienpreises) und einer Zweithypothek in Höhe von 133'333 CHF, die über 15 Jahre amortisiert werden muss.

Anhand der Tragbarkeitsberechnung müssen folglich 40'000 CHF an Zinsen (kalkulatorischer Zinssatz von 5 % auf 800'000 CHF), 10'000 CHF an Unterhaltskosten (bei 1 %) sowie 8'889 CHF für die Amortisation aufgebracht werden. Der Jahreslohn muss dabei das Dreifache dieser Summe übersteigen und somit bei mindestens 176'667 CHF liegen.



### **EIGENMITTELHINTERLEGUNG**

Die vom Bund herausgegebene ERV (Verordnung über die Eigenmittel und Risikoverteilung der Banken und Wertpapierhäuser, 2013) hält in Art. 72 die Risikogewichte für Hypothekarkredite fest, die massgebend für die Berechnung der Eigenmittelhinterlegung sind. Weiter wird in Art. 44 der antizyklische Kapitalpuffer geregelt, mit dem die Eigenmittelanforderungen weiter verschärft werden können. Grundsätzlich gilt, dass mit steigender Belehnung auch die Eigenmittelanforderungen steigen (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019b). Wenn eine Bank gegen die Richtlinien verstösst oder die Mindestanforderungen nicht einhält, wird ein «wenig vorteilhaftes» Risikogewicht angewendet (Schweizerische Bankiervereinigung, 2019b).

### **BANKEN / PENSIONS KASSEN / VERSICHERUNGEN**

In der Schweiz vergeben nicht nur Banken Hypothekarkredite, sondern vermehrt auch Pensionskassen und Versicherungen. Gerade für Pensionskassen ist dies ein interessantes Geschäftsmodell, da die langfristig gebundenen Pensionskassenguthaben im Rahmen des Asset Liability Managements dauerhaft angelegt werden können und positive Renditen abwerfen. Im Falle von Banken ist die Situation hingegen eine andere, da diese Hypotheken häufig mit kurzfristigen Kundeneinlagen refinanzieren müssen. Aus diesem Grund können Versicherungen oder Pensionskassen Hypotheken teilweise zu besseren Konditionen anbieten als Banken.

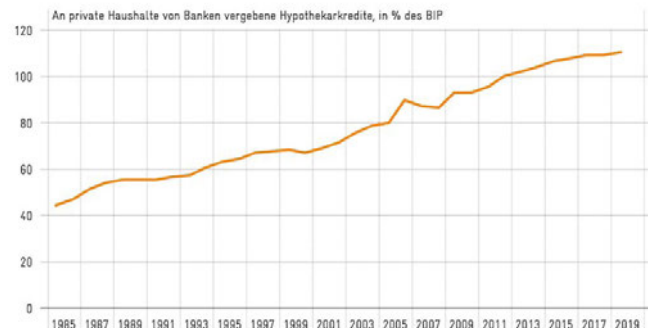
### **ARTEN VON HYPOTHEKEN**

In der Schweiz stehen drei unterschiedliche Hypothekarmodelle zur Auswahl: die Festhypothek, die variable Hypothek und die SARON-Hypothek (Valuu, 2023a).

Bei der Festhypothek wird ein fixer Zinssatz für die gesamte Laufzeit definiert, der je nach Kreditgeber bis zu 36 Monate vor Start der Hypothek fixiert werden kann. Typische Laufzeiten betragen dabei zwischen einem und zehn Jahren, wobei aber auch längere Zeithorizonte möglich sind. Die variable Hypothek ist am Kapitalmarkt orientiert und hat dabei in der Regel keine feste Laufzeit (Valuu, 2023c). Die SARON-Hypothek ist der variablen Hypothek ähnlich. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass die Transparenz in der Zinssatzgestaltung höher ist, da Zinsanpassungen in vereinbarten Zeitabständen (in der Regel quartalsweise) geschehen und dem SARON plus einer dem Kunden bekannten Marge folgen (Valuu, 2023b; Wenger, 2023b).

### 3.2.2 Hypothekarvolumen und Privatschulden in der Schweiz

Wie Zahlen der SNB belegen, hat sich die Schuldenhöhe von Privathaushalten (inklusive privater Organisationen ohne Erwerbszweck) in der Schweiz von 2001 bis 2021 mehr als verdoppelt (SNB, 2023h). Per Ende 2021 lag die Verschuldung bei 950 Milliarden CHF, was mehr als dem jährlichen Bruttoinlandprodukt der Schweiz entspricht (siehe Abbildung 7) (Avenir Suisse, 2020; Budliger, 2022, S. 46; SNB, 2023e, 2023h). Die Privatschuldenquote der Schweiz ist zudem mehr als doppelt so hoch wie die der Eurozone oder der G-20-Länder (Ammann & Müller, 2020). Es sei hier jedoch angemerkt, dass sich im gleichen Zeitraum auch das Reinvermögen (finanzielle Forderungen abzüglich der Verpflichtungen) der Haushalte mehr als verdoppelt hat und per Ende 2021 bei rund 4'500 Milliarden CHF lag (SNB, 2023f). Es ist nicht überraschend, dass Hypotheken den grössten Anteil an der Verschuldung ausmachen, da sie normalerweise beträchtliche Geldbeträge betreffen (im Vergleich zu Kleinkrediten und ähnlichem). Wie Daten der SNB belegen, machten Hypotheken in den vergangenen Jahren jeweils zwischen 90 % und 93 % der Verschuldung aus (SNB, 2023g, 2023h). Wird die Höhe der Hypothekarschulden dem Reinvermögen gegenübergestellt, bewegt sich der Wert in den vergangenen 20 Jahren zwischen 20 % und 24 % (SNB, 2023g).



**Abbildung 7:** An private Haushalte von Banken vergebene Hypothekarkredite, in % des BIP (Darstellung von Avenir Suisse (2020) anhand der Daten der SNB und des EFV)

Das kontinuierlich steigende Hypothekenvolumen korreliert nicht nur mit steigenden Immobilienpreisen, sondern auch mit den Hypothekenzinsen, die seit 2009 und bis vor kurzem gesunken sind. So ermöglichten es die rekordtiefen Zinsen der letzten Jahre den Banken, von den 5 % (kalkulatorischer Zinssatz) abzuweichen und auch Hypotheken zu besseren Konditionen anzubieten. Eine diesbezügliche Untersuchung der Handelszeitung zeigt, dass Banken äusserst locker mit jener Regel umgehen (Hämmerli, 2018). Zum selben Schluss kam auch die FINMA (2022), die in ihrem Risikobarometer 2022 festhält, dass die Tragbarkeitsrisiken in den vergangenen vier Jahren bei neu abgeschlossenen Hypotheken zugenommen haben, da in Vor-Ort-Kontrollen beobachtet wurde, dass knappere Tragbarkeitsberechnungen akzeptiert wurden.



Dies könnte insofern problematisch werden, als die Zinsen noch vor rund 25 Jahren über 5 % lagen (SNB, 2023a). Gerade in Anbetracht der Langfristigkeit von Hypothekarverträgen, ist dies keine lange Zeitspanne. Schnell ansteigende Hypothekarzinsen, wie dies in den vergangenen Monaten beobachtbar war, können folglich dazu führen, dass die Tragbarkeit nicht mehr gewährleistet werden kann und im schlimmsten Fall die Immobilie zwangsversteigert werden muss. Gemäss UBS (2023) ist ein weiterer Anstieg, trotz Bekämpfung der Inflation und damit verbundenen steigenden Leitzinsen, jedoch nicht zwingend. Sollten keine unvorhergesehenen Ereignisse eintreten, rechnet die UBS (2023) mit einer Seitwärtsbewegung. Ähnlich prognostizieren dies auch Valuu (2023d), die Credit Suisse (2023) und Raiffeisen (2023), die von einer leichten Erhöhung ausgehen, bevor der Zenit erreicht sei. Wichtig ist jedoch anzumerken, dass es sich hierbei lediglich um Prognosen handelt und die Wahrscheinlichkeitsverteilung von steigenden beziehungsweise fallenden Zinsen im weiteren Verlauf dieser Arbeit analysiert wird (siehe Kapitel 5.1).

### 3.3 Demografie

#### BEVÖLKERUNGSWACHSTUM UND IMMOBILIENNACHFRAGE: TRENDS UND PROGNOSEN

Das Bevölkerungswachstum in der Schweiz hat sich intensiviert, was primär auf die substanzielle Zuwanderung zurückgeführt werden kann. Insbesondere der Konflikt in der Ukraine und die Aufnahme von Asylsuchenden mit dem Schutzstatus S haben diesem Wachstum einen zusätzlichen Impuls verliehen (Moille, 2023). Die zunehmende mediale Aufmerksamkeit betreffend einer Schweiz mit 10 Millionen Einwohnern dürfte aber unter anderem auch durch die anstehenden Wahlen 2023 bedingt sein, da die Parteien sich anhand der Zuwanderungsfrage zu positionieren versuchen. Dennoch stellt die Frage nach dem Bevölkerungswachstum einen nicht zu unterschätzenden Punkt bei der Analyse der Immobilienpreise (siehe Kapitel 3.1) dar. Ein zentraler Faktor in diesem Kontext ist die Frage der Immigration. Sollte diese ausbleiben, würde die Schweiz aufgrund der Überalterung voraussichtlich kaum weiterwachsen, obschon die Prognosen des BFS (2020c) für die einzelnen Kantone sehr unterschiedliche Szenarien aufzeigen. Während der Kanton Zürich überdurchschnittlich wächst, wird für die Kantone Graubünden und Tessin ein leichter Rückgang der Bevölkerungszahl prognostiziert.

Wie Budliger (2022, S. 58) ausführt, könnte die Zahl an Personen im erwerbstätigen Alter sogar bereits ab 2025 sinken. Auch das BFS (2020c) sagt voraus, dass sich der Altersquotient (Anzahl 65-Jährige und Ältere je hundert 20–64-Jährige) bis 2050 auf 46.5 erhöhen dürfte. Es bleibt abzuwarten, ob die Prognosen sich bestätigen und wie sich das Rentenalter sowie die Anzahl an Berufstätigen über 65 Jahren entwickeln werden (Lampart, 2023).

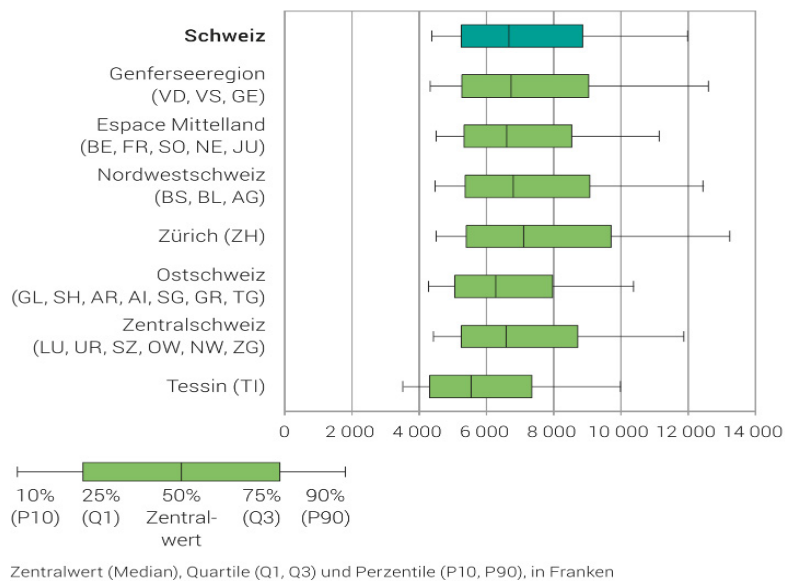
Wird davon ausgegangen, dass sich die Szenarien des BFS *ceteris paribus* bewahrheiten, würde dies vermutlich bedeuten, dass einerseits das Angebot an Immobilien steigt, da Personen im Rentenalter teilweise ihren Wohnraum verkleinern möchten, und andererseits die Nachfrage abnehmen wird (Budliger, 2022).

Neben der Überalterung existieren jedoch weitere Determinanten, die die Immobiliennachfrage und infolgedessen die Preise beeinflussen können. So nimmt etwa die Anzahl an Personen in einem Haushalt laufend ab, was unter anderem damit erklärt werden kann, dass sich das klassische Familienbild im Laufe der Zeit verändert hat und flexiblere Lebensformen zunehmen (Budliger, 2022, S. 54). Dagegen spricht jedoch die Tatsache, dass gemäss Lehner und Hohgardt (2022) rund 45 % der 30–39-Jährigen ein Eigenheim als nächste Wohnform suchen. Es ist folglich nicht zwingend notwendig, dass die Nachfrage nach Immobilien sinkt. Vielmehr könnte es zu einer Nachfrageverschiebung kommen, bei der vermehrt kleine Wohnungen / Häuser für Ein- bis Zweipersonenhaushalte gesucht werden. Letztere Annahme geht darauf zurück, dass das Zusammenspiel einer wachsenden Bevölkerung, einer Abnahme der Haushaltsgrösse und einem gleichbleibendem Wunsch nach Eigentum schlussendlich zu einer veränderten aber dennoch verstärkten Nachfrage führen könnte. Wenn das Angebot (siehe Kapitel 3.1) sich nicht ändert, dürfte weiterhin, zumindest im Segment der kleinen und mittelgrossen Wohnungen, von steigenden Immobilienpreisen auszugehen sein.

#### **HAUSHALTSEINKOMMEN**

Wie Studien des BFS (2020a) zeigen, beträgt der Medianlohn in der Schweiz 6'665 CHF pro Monat (Männer: 6'963 CHF / Frauen: 6'211 CHF). Je nach beruflicher Stellung sind aber beachtliche Unterschiede feststellbar. So verdienen Angestellte im oberen und mittleren Kader im Median 10'531 CHF (Männer: 11'116 CHF / Frauen: 9'249 CHF). Arbeitnehmer ohne Kaderfunktion verdienen hingegen nur 6'062 CHF (Männer: 6'214 CHF / Frauen: 5'787 CHF). Die Lohndiskrepanz zwischen den Geschlechtern hat sich dabei in den vergangenen 15 Jahren zwar etwas entschärft, beträgt aber per 2020 noch immer rund 10 % (BFS, 2020a).

Bei Betrachtung der verschiedenen Grossregionen in der Schweiz offenbaren sich ebenfalls signifikante Unterschiede. So beträgt der Medianlohn über alle beruflichen Stellungen im Tessin 5'546 CHF, währenddem der Medianlohn in der Grossregion Zürich bei 7'113 CHF rund 30 % höher liegt (siehe Abbildung 8). Angestellte im Tessin ohne Kaderfunktion (5'137 CHF) verdienen im Median weniger als halb so viel wie Mitarbeiter im mittleren und oberen Kader in Zürich (11'475 CHF) (BFS, 2022h).



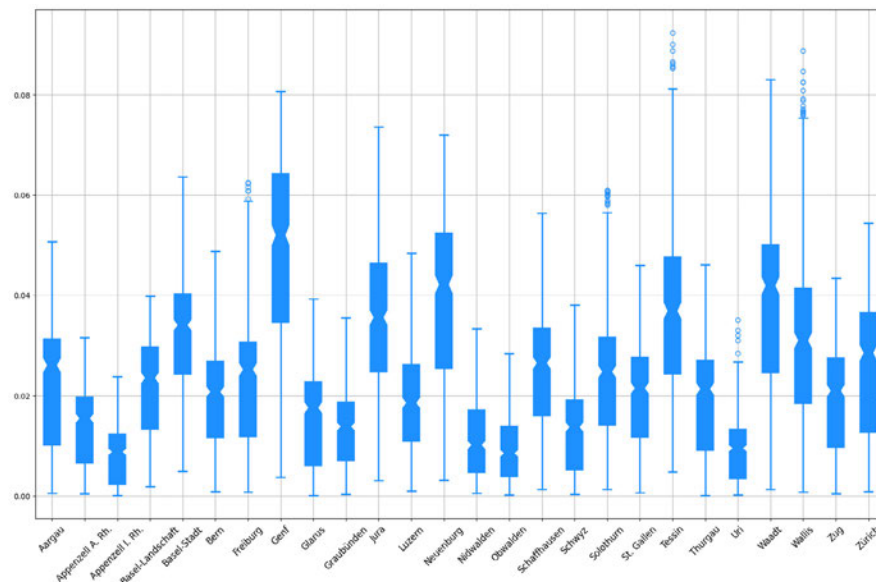
**Abbildung 8:** Monatlicher Bruttolohn nach Grossregionen (BFS, 2022h)

### ARBEITSLOSENQUOTE

Stand März 2023 beläuft sich die gesamtschweizerische Arbeitslosenquote auf 2.0 %, wobei sich eine beachtliche Diskrepanz zwischen der Deutschschweiz (1.7 %) und der Westschweiz und dem Tessin (2.9 %) zeigt (SECO, 2023a). Bei einer Untersuchung der Arbeitslosenquote auf Kantonebene und über einen ausgedehnten Zeitraum hinweg (Januar 1975 bis März 2023) ergeben sich ebenfalls signifikante Unterschiede (siehe Abbildung 9) (BFS, 2023a). Die durchschnittlich tiefste Arbeitslosenquote weist der Kanton Appenzell Innerrhoden auf (0.7 %) und die höchste der Kanton Genf (4.0 %). Das gleiche Bild zeigt sich bei der Standardabweichung (Appenzell Innerrhoden: 0.6 / Genf: 2.5). Eine grafische Darstellung aller Arbeitslosenquoten ist in Appendix A zu finden.

Im Jahr 2021 betrug der Anteil der Langzeitarbeitslosen – definiert als Personen, die mehr als zwölf Monate arbeitslos waren – 23.4 % aller Arbeitslosen (BFS, 2022c). Ein Vergleich der regionalen Unterschiede basierend auf den vom BFS (2022c) veröffentlichten Daten für die verschiedenen Arbeitsmarktreionen zeigt, dass der Kanton Graubünden der einzige Kanton ist, der im Durchschnitt eine Langzeitarbeitslosenquote von unter 10 % aufweist. Am anderen Ende der Rangliste findet sich der Kanton Neuenburg mit einer Langzeitarbeitslosenquote von durchschnittlich 31 %.

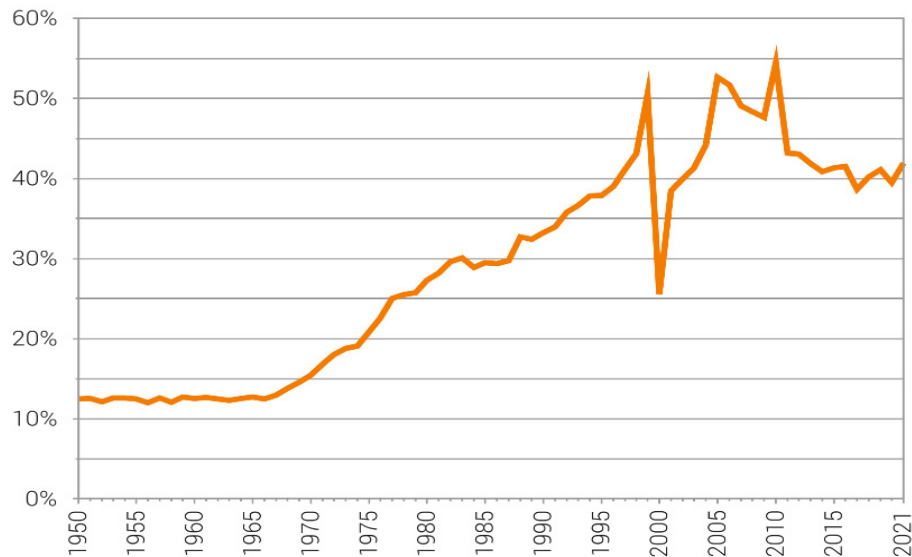
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Tatsache, dass ein höheres Bildungsniveau zu einer höheren Beschäftigungsquote und letztlich zu einem geringeren Risiko der Arbeitslosigkeit führt (BFS, 2023b). Andere relevante Faktoren, die in dieser Arbeit jedoch nicht berücksichtigt werden, sind das Geschlecht und die Nationalität (BFS, 2023b).



**Abbildung 9:** Verteilung der Arbeitslosenquote unterteilt nach Kanton (Januar 1975 – März 2023) in % (eigene Darstellung anhand der Daten des BFS (2023a))

## SCHEIDUNGSRATE

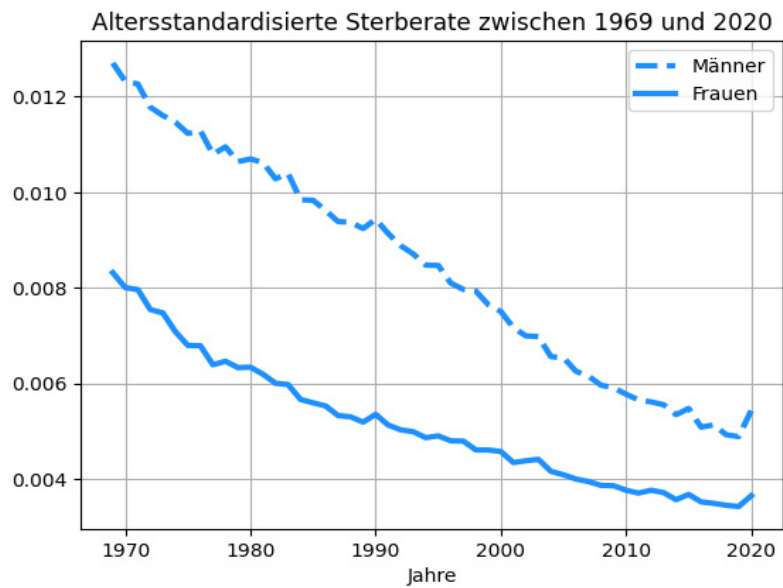
In der Schweiz werden Stand 2021 41.9 % der Ehen geschieden, wobei sich Ehepaare durchschnittlich nach 15.7 Jahren scheiden lassen (BFS, 2022d). Wie die Daten des BFS weiter belegen, stieg die durchschnittliche Ehedauer seit 1984 um 4.3 Jahre an. Auch die Scheidungshäufigkeit hat in den vergangenen Jahren zugenommen. Diesbezüglich lässt sich vor allem seit 1970 ein starkes Wachstum verzeichnen. Ab 2010 hat das Wachstum jedoch etwas nachgelassen und in den letzten fünf Jahren stabilisierte sich die Scheidungsrate (siehe Abbildung 10). Der grosse Sprung rund um das Jahr 2000 ist insofern zu begründen, als dass per Januar 2000 ein neues Scheidungsrecht eingeführt wurde, was einerseits die Zahl der erwirkten Scheidungen im Jahr 2000 nach unten fallen liess und andererseits für ein Rekordhoch im Jahr 1999 sorgte, da viele Scheidungen noch im Eilzugstempo nach altem Recht durchgeführt wurden (swissinfo.ch, 2001).



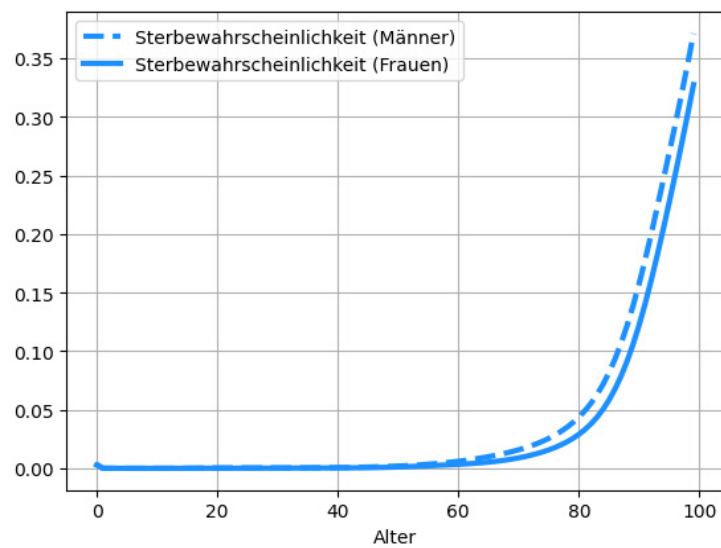
**Abbildung 10:** Entwicklung der Scheidungsrate in der Schweiz (1950 – 2021) (BFS, 2022i)

### STERBERATE

Im Jahr 2020 betrug die altersstandardisierte Sterberate (Todesfälle pro 100'000 Einwohner) in der Schweiz 543 (Männer) beziehungsweise 365 (Frauen), was 0.54 % beziehungsweise 0.36 % entspricht (BFS, 2022i, 2023f). Die Rate nimmt dabei seit Jahrzehnten kontinuierlich ab, mit Ausnahmen der Jahre 1990, 2015 sowie 2020, wobei die Zunahme im letztgenannten Jahr der Covid-19-Pandemie zugeschrieben werden kann (siehe Abbildung 11) (BFS, 2023f). Absolut betrachtet, steigen die Zahlen zwar an, dies ist jedoch in erster Linie dem durchschnittlich höheren Lebensalter der Schweizer Bevölkerung und dem stetigen Rückgang der Todesfälle bei den unter 80-Jährigen geschuldet (BFS, 2023f). Neben der altersstandardisierten Sterberate publiziert das BFS (2022e, 2022f) auch jährliche Sterbetafeln, in denen die Sterbewahrscheinlichkeit für jedes Altersjahr angegeben ist. Aufgrund der steigenden Lebenserwartung ist anzunehmen, dass sich die Wahrscheinlichkeit über die nächsten Jahrzehnte weiter nach unten korrigieren wird. In Bezug auf die vorliegende Arbeit beziehungsweise die Modellierung der Monte-Carlo-Simulation wird die Sterberate jedoch ohnehin ausgeklammert, da für die analysierte Zielgruppe die maximale Sterbewahrscheinlichkeit bei lediglich 0.2 % (Mann – 50 Jahre) und 0.12 % (Frau – 50 Jahre) liegt. Die Sterbewahrscheinlichkeit steigt erst ab dem 60. Altersjahr deutlich an (siehe Abbildung 12). Zudem sind Einkommensverluste in solchen Szenarien meist sowieso durch eine Witwerrente zumindest teilweise abgesichert.



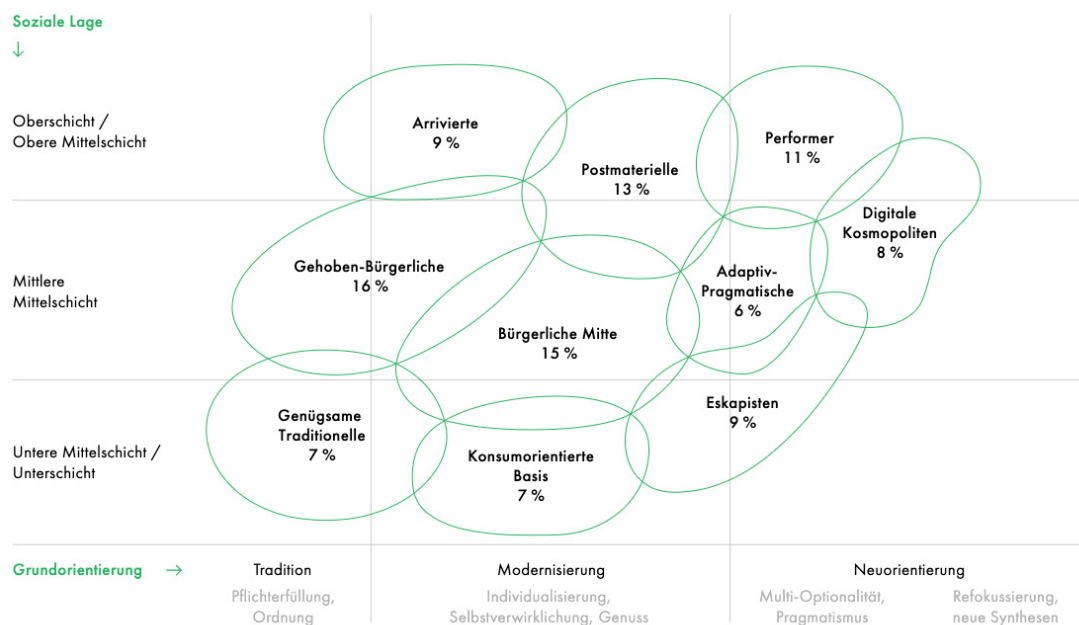
**Abbildung 11:** Entwicklung der altersstandardisierten Sterberate der Schweiz (1969 - 2020) (eigene Darstellung anhand Daten des BFS (2023f))



**Abbildung 12:** Sterbewahrscheinlichkeit (Stand 2021) für Männer und Frauen in der Schweiz (eigene Darstellung anhand Daten des BFS (2022e, 2022f))

## 4 | Definition der Personas

Vor der Darstellung der Monte-Carlo-Simulation und des entwickelten Modells zur Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit in Kapitel 5 werden zunächst drei Personas definiert. Diese dienen als exemplarische Testfälle zur Veranschaulichung des Modells. Die Personas sollen dabei repräsentative Immobilienkäufer in der Schweiz widerspiegeln. Da eine solche Typizität jedoch nur schwierig einschätzbar ist, wird auf die Verwendung von Sinus-Milieus zurückgegriffen. Bei letzteren handelt es sich um eine vom deutschen Sozialforschungsinstitut SINUS entwickelte Zielgruppen-Typologie, die die Gesellschaft anhand zweier Achsen (soziale Lage und Grundorientierung) in unterschiedliche Milieus aufteilt, wobei das Modell für über 50 Länder erstellt wurde (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023b, 2023a; Stange-Benz, 2021). Auch für die Schweiz existieren seit der letzten Überarbeitung aus dem Jahr 2019 zehn verschiedene Milieus (siehe Abbildung 13) (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023c).



**Abbildung 13:** Grafische Darstellung der zehn Sinus-Milieus der Schweiz (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023c)

Das Modell ist gerade in der Immobilienwirtschaft weit verbreitet, was sich unter anderem an der Tatsache zeigt, dass der Schweizerische Verband der Immobilienwirtschaft SVIT Schweiz, der rund 2'500 Unternehmen aus der Immobilienbranche vertritt, Teil des SINUS-Netzwerkes ist (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023d). Dieses Typologie-Modell kann zudem für eine Vielzahl an Zwecken gebraucht werden, beispielsweise auch als Basis für die «empirische Verortung von Personas» (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023a).



Aus diesem Grund soll es im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Grundlage für die Typologisierung und die Erarbeitung der Personas bilden. Das Modell weist dabei zwei der zentralen Merkmale eines Immobilienkäufers auf: einerseits das Einkommen (soziale Lage) und andererseits die Bedürfnisse beziehungsweise die Wünsche an die Wohnform (Grundorientierung).

Wird das Modell nach Grössen der einzelnen Milieus untersucht, zeigt sich, dass das «Gehoben-Bürgerliche» Milieu den grössten Anteil ausmacht, gefolgt von der «bürgerlichen Mitte» und den «Postmateriellen» (siehe Abbildung 13). Da der Kauf einer Immobilie, trotz eines Wunsches nach einem Eigenheim, für die mittlere Mittelklasse in der Schweiz kaum mehr möglich ist (siehe Kapitel 3.1), liegt der Fokus der Arbeit auf den drei Sinus Milieus der Oberschicht beziehungsweise der oberen Mittelschicht. Dabei handelt es sich um die «Arrivierten», die «Postmateriellen» sowie die «Performer», die im Folgenden alle kurz beschrieben werden:

#### **ARRIVIERTE**

Die wohl situierte, souveräne gesellschaftliche Elite (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023c)

- Zwischen 30 und 60 Jahren (Publisuisse, 2011)
- Brutto-Haushaltseinkommen: über 8'000 CHF (Publisuisse, 2011)
- Zivilstand: Meist verheiratet (angenommen)
- Haushaltsgrösse: zwei bis vier Personen (Publisuisse, 2011)
- Gehobener Bildungsstand (Publisuisse, 2011)
- Geld spielt keine Rolle / materieller Erfolg ist wichtig (Publisuisse, 2011)

#### **POSTMATERIELLE**

Die links-liberale, stark postmateriell geprägte obere Mitte (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023c)

- Zwischen 30 und 60 Jahren (Publisuisse, 2011)
- Brutto-Haushaltseinkommen: 8'000 CHF (Publisuisse, 2011)
- Zivilstand: Meist verheiratet oder geschieden (Publisuisse, 2011)
- Haushaltsgrösse: ein bis zwei Personen (angenommen)
- Zweckorientierte Erwerbung materieller Werte mit Fokus auf Funktion und Effizienz (Publisuisse, 2011)
- Kein besonderer Luxus notwendig (Publisuisse, 2011)



**PERFORMER**

Die flexible, global orientierte Leistungselite (SINUS Markt- und Sozialforschung, 2023c)

- Unter 30 Jahren (Publisuisse, 2011)
- Brutto-Haushaltseinkommen: über 8'000 CHF (Publisuisse, 2011)
- Zivilstand: meist ledig (Publisuisse, 2011)
- Haushaltsgrösse: ein bis zwei Personen (angenommen)
- Mittlerer und hohes Bildungsniveau (oder noch in Ausbildung) (Publisuisse, 2011)
- Exklusiver aber unkonventioneller Lebensstil / Image steht im Vordergrund (Publisuisse, 2011)

Da neben den Personas auch die Immobilienpreise für die entsprechenden Objekte eruiert werden müssen, wurden die Daten des Immobilienberatungsunternehmens IAZI herangezogen, das für die Handelszeitung eine Auswertung der durchschnittlichen Preise in diversen Gemeinden der Schweiz getätigt hat (Schirm-Gasser, 2021). Es gilt jedoch zu betonen, dass in der öffentlich zugänglichen Liste jeweils nur die zehn teuersten Gemeinden pro Region aufgeführt wurden. Bei den analysierten Objekten handelt es sich dabei um die Folgenden:

- **Objekt A:** 3,5-Zimmer-Eigentumswohnung: 90 Quadratmeter, Baujahr 2011, Balkon 15 Quadratmeter.
- **Objekt B:** 5,5-Zimmer-Eigentumswohnung: 140 Quadratmeter, Baujahr 2011, Terrasse 25 Quadratmeter.
- **Objekt C:** Reihenhäuser: in der Mitte von mehreren Reihenhäusern, 350 Quadratmeter, 5,5 Zimmer, Baujahr 1991.
- **Objekt D:** Einfamilienhaus: Freistehend, 450 Quadratmeter, 5,5 Zimmer, Baujahr 2010.

Werden die Sinus-Milieus mit den erwähnten Kaufobjekten kombiniert, ergeben sich die folgenden drei Personas, anhand derer das in Kapitel 5.1 definierte Modell mittels Monte-Carlo-Simulation zur Veranschaulichung getestet wird (siehe Kapitel 5.3). Die Personas werden dabei jeweils für drei unterschiedliche Marktregionen geprüft, wobei der Kaufpreis der Immobilie anhand der Erhebung von IAZI auf die entsprechenden Marktregionen beziehungsweise den jeweiligen Kanton bezogen ist.

**PERSONA 1**

- Sinus-Milieu: Arrivierte
- Alter: 45
- Zivilstand: verheiratet
- Einkommen: 180'000 CHF
- Einkommen Partner/in: 80'000 CHF
- Gesuchte Immobilie: Objekt D (Preis je nach Kanton)
- Bildungsfaktor: 3
- Ehejahre: 15
- Gesuchte Laufzeit: 15 Jahre
- Festhypothek: ja / nein
- Zinsen: 2.8 % / SARON + 2.0 %

**PERSONA 2**

- Sinus-Milieu: Postmaterielle
- Alter: 35
- Zivilstand: verheiratet
- Einkommen: 110'000 CHF
- Einkommen Partner/in: 60'000 CHF
- Gesuchte Immobilie: Objekt A (Preis je nach Kanton)
- Bildungsfaktor: 2
- Ehejahre: 5
- Gesuchte Laufzeit: 15 Jahre
- Festhypothek: ja / nein
- Zinsen: 3.0% / SARON + 2.2%

**PERSONA 3**

- Sinus-Milieu: Performer
- Alter: 28
- Zivilstand: ledig
- Einkommen: 150'000 CHF
- Gesuchte Immobilie: Objekt B (Preis je nach Kanton)
- Bildungsfaktor: 1
- Gesuchte Laufzeit: 10 Jahre
- Festhypothek: ja / nein
- Zinsen: 3.2% / SARON + 2.4%

## 5 | Quantitative Analyse

Basierend auf den Ergebnissen aus den Kapiteln 2 und 3 wird im Folgenden eine quantitative Analyse erarbeitet, mit der für drei Immobilienkäufer in der Schweiz (siehe Kapitel 4) die Wahrscheinlichkeit eines Kreditereignisses beurteilt werden soll. Wie bereits beschrieben, wird das Kreditereignis dabei als Ausfall einer Hypothek definiert, wobei entweder der Immobilienpreis unter den Wert der Hypothek sinkt oder die Einnahmen des Immobilienkäufers nicht ausreichen, um die mit der Hypothek verbundenen Kosten zu decken. Die an dieser Stelle angewandte Berechnungslogik ist an die generelle Berechnung der Tragbarkeit von Banken (siehe Kapitel 3.2.1) angelehnt, ohne dass mit dem kalkulatorischen Zinssatz von 5 %, sondern mit den effektiven Zinsen gerechnet wird.

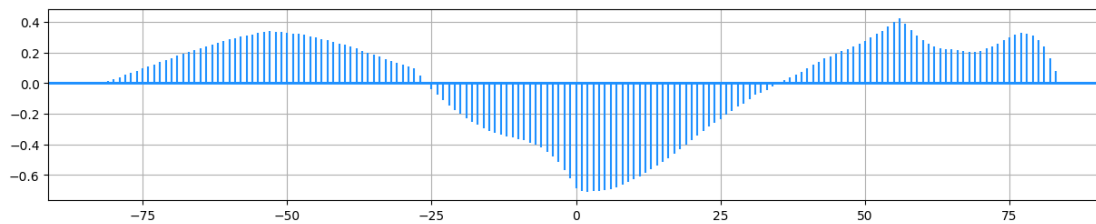
Im folgenden Abschnitt befindet sich eine Erklärung des Aufbaus beziehungsweise der Logik des Modells, das für die Monte-Carlo-Simulation benutzt wurde. Der daraus resultierende Python Code ist in Appendix B ersichtlich.

### 5.1 Erstellung des Hypothekarmodells

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Simulation basierend auf adjustierten historischen Daten getätigt wurde und nicht auf makroökonomischen Treibern beruht. Dies hängt damit zusammen, dass der Einfluss von makroökonomischen Treibern (wie der Inflation) auf etwa die Immobilienpreise nicht abschliessend geklärt ist und daher als ambivalent gesehen werden kann (siehe Kapitel 2.2.1). So werden für die Modellierung der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Immobilienpreise historische Daten von Wüest Partner (2023c) herangezogen und die Zinsentwicklung wird auf historischen Zinsen basiert. Makroökonomische und geldpolitische Schwankungen werden somit einzig direkt über Zinssprünge als Fat-Tail-Ereignisse in die Modellierung miteinfließen. Fat-Tail-Ereignisse bezeichnen dabei extreme Ereignisse (Black-Swan-Ereignisse), die eine niedrigere Wahrscheinlichkeit aber grössere Auswirkungen haben können.

Weiter gilt es zu beachten, dass sich die steigenden Zinsen in der Schweiz vorerst nicht auf die Immobilienpreise ausgewirkt haben und lediglich die Übernachtfrage korrigiert wurde (siehe Kapitel 3.1). Wie eine Kreuz-Korrelation- und Kointegrationsanalyse der historischen Daten (Immobilienpreise nach Markregion sowie Zinsentwicklung) zeigt, konnte eine Korrelation von rund -0.7 mit einem zeitlichen Versatz von rund 2 bis 4 Quartalen nachgewiesen werden (siehe Abbildung 14). Dies entspricht in der Grössenordnung auch den Resultaten von Balmer et al. (2018, S. 13), die einen negativen Effekt nach zwei Jahren zeigen. Da in diversen Studien jedoch festgehalten wird, dass ein Nachfrageüberhang bestehen bleiben dürfte und sich die Preisdynamik nicht gänzlich

ändern wird (zumal die Zuwanderung als grosse Unbekannte in der Gleichung verbleibt), wird auf eine etwas geringere Korrelation zwischen den beiden Parametern von -0.6 bei einem zeitlichen Versatz von zwei Jahren (anhand der Resultate von Balmer et al (2018, S. 13)) gesetzt. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass aufgrund der bestehenden Unsicherheit das Modell so aufgebaut wurde, dass der Korrelationskoeffizient und der zeitliche Versatz jederzeit schnell angepasst werden können. Eine Analyse ohne Korrelation ist somit durch das Verwenden eines Koeffizienten mit Wert 0.0 weiterhin möglich.



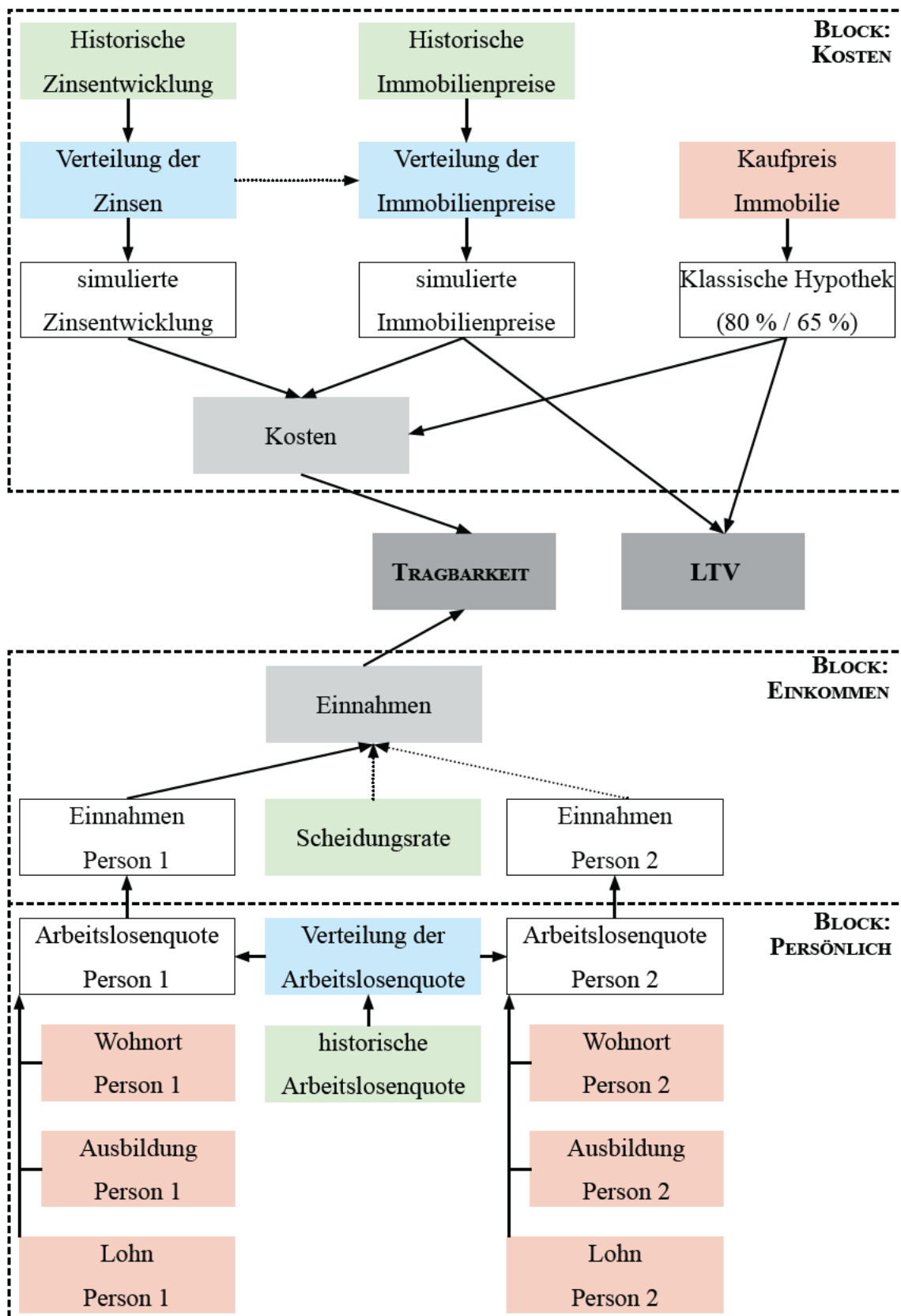
**Abbildung 14:** Analyse der Kreuz-Korrelation zwischen der Zinsentwicklung und den Immobilienpreisen für die Marktregion Zürich (eigene Darstellung anhand der normalisierten Daten von Wüest Partner (2023c) und der SNB (2023b, 2023c))

Neben den erwähnten Parametern spielen auch hypothekarnnehmerbezogene Variablen eine entscheidende Rolle bei der Modellierung (siehe Kapitel 2.2.2). Diese werden dabei einerseits als Eingabeparameter in die Simulation einfließen und andererseits im Zuge der Simulation direkt berechnet.

Aufgrund der zweiteiligen Analyse lässt sich das Modell zudem grundsätzlich in einen Teil zur Tragbarkeits- und einen zur LTV-Berechnung aufteilen. Da bei der Tragbarkeitsberechnung jedoch mehrere Stufen durchlaufen werden müssen, ist das effektive Modell beziehungsweise der dazugehörige Code der Einfachheit halber in drei Teile gegliedert (siehe Abbildung 15), die nachfolgend genauer erläutert werden. Als Bestandteil der Erläuterung wird dabei ebenfalls auf Schwierigkeiten in Bezug auf die Datenerhebung und Modellierung sowie die angewandten Methoden und Strategien zur Beseitigung beziehungsweise Minimierung dieser Schwierigkeiten eingegangen.

### 5.1.1 Block: Kosten

Wie Abbildung 15 zeigt, spielt sowohl die Entwicklung der Immobilienpreise als auch der ursprüngliche Kaufpreis beziehungsweise die dafür aufgenommene Hypothek eine zentrale Rolle bei den Kosten sowie bei der LTV-Berechnung. Letztere wurde dabei, um eine bessere Übersicht zu gewährleisten, ebenfalls in den Block der Kosten aufgenommen. Es ist an dieser Stelle wichtig zu betonen, dass es sich bei den analysierten Kosten lediglich um die klassischen Positionen im Sinne der Tragbarkeit handelt. Beim effektiven Kauf einer Immobilie sollten jedoch noch weitere Kostenpunkte wie die Steuerbelastung oder Mobilitätskosten berücksichtigt werden.



**Abbildung 15:** Schematische Darstellung des Modells zur Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit für Hypothekarknehmer in der Schweiz (eigene Darstellung)

## **HYPOTHEK**

Im Rahmen dieser Arbeit wird angenommen, dass es sich um eine klassische Hypothek handelt, bei der zu Beginn der Laufzeit ein Belehnungsgrad von 80 % vorhanden ist (bestehend aus einer Erst- und Zweithypothek). Durch die notwendige Rückzahlung der Zweithypothek wird der Belehnungsgrad innert 15 Jahren schrittweise und linear auf 65 % zurückgeführt. Dies entspricht demnach einer Amortisationszahlung von 1 % des ursprünglichen Kaufpreises pro Jahr, wobei diese Kosten einen zentralen Bestandteil der Tragbarkeitsberechnung darstellen. Nach Ablauf der 15 Jahre bleibt der Belehnungsgrad konstant bei 65 % und es finden keine weiteren Amortisationszahlungen mehr statt.

Der noch ausstehende Betrag der Hypothek auf der anderen Seite ist über die gesamte Laufzeit für die Berechnung der LTV-Ratio und einer allfälligen Unterdeckung relevant. Im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation wird die Laufzeit diesbezüglich gegen oben nicht begrenzt, wobei während der Analyse darauf geachtet werden muss, dass unter anderem die Kombination aus Laufzeit, Ehedauer und Rentenalter realistisch bleibt. Die Anwendungsfälle, basierend auf den drei Personas zur Veranschaulichung des Modells, sind zudem realitätsnah gehalten und weisen Laufzeiten zwischen 10 und 15 Jahren auf. Als Eingabeparameter ist somit lediglich der Kaufpreis und die Laufzeit notwendig, da die restlichen Berechnungen automatisiert sind. Es ist hierbei anzumerken, dass es sich bei dieser Vorgehensweise nicht um ein Annuitätsprinzip handelt, sondern der Ansatz einer linearen Rückzahlung gewählt wurde, bei welcher die jährlichen Kosten (bestehend aus Zinszahlung und Amortisation) in den ersten 15 Jahren abnehmen.

## **IMMOBILIENPREISE UND LTV**

Neben der Hypothek spielt auch die Entwicklung des Immobilienpreises eine wichtige Rolle zur Berechnung der Kosten und der Tragbarkeit sowie zur Evaluation der LTV-Ratio. Sollte nämlich der Preis der Immobilie stark an Wert verlieren, kann dies zu einer Unterdeckung und somit zu einem Kreditereignis führen.

Wie in Kapitel 3.1 beschrieben, ergibt sich bei der Beurteilung der Immobilienpreisentwicklung die Schwierigkeit, dass keine amtlich bereitgestellten hedonischen Preisindizes vorhanden sind und die Schätzungen der einzelnen Unternehmen teilweise divergieren (Eidgenössische Finanzverwaltung, 2013, S. 27). Da sich jedoch auch die SNB auf das Datenset von Wüest Partner (2023c) stützt, das die Entwicklung des Transaktionspreisindexes für verschiedene Marktreionen seit 1986 beinhaltet, bildet dies die Grundlage für die in dieser Arbeit stattfindenden Simulationen. Die Daten sind dabei pro Marktreion jeweils in zwei unterschiedliche Tabellen gegliedert, wovon die eine den quartalsweisen Transaktionspreisindex und die prozentuale Veränderung gegenüber

dem Vorquartal (seit dem Jahr 2000) zeigt. Die zweite Tabelle demonstriert den jährlichen Index inklusive der prozentualen Veränderung gegenüber dem Vorjahr (seit 1986). Die Schwierigkeit stellt hierbei die Tatsache dar, dass das Modell auf Quartalsbasis berechnet werden soll und der jährliche Index lediglich 37 Datenpunkte pro Marktregion aufweist, was für die Modellierung zu wenig Datenpunkte sind. Wird auf der anderen Seite der quartalsweise Transaktionspreisindex verwendet, stehen mit 91 Datenpunkten pro Marktregion nach wie vor wenig Datenpunkte zur Verfügung. Die Tatsache, dass seit 2000 die Preise kontinuierlich gestiegen und die Datenpunkte der Immobilienkrise der 1990er-Jahre nicht reflektiert sind, überwiegt jedoch den Vorteil von mehr Datenpunkten. Angesichts dessen wurden die beiden Tabellen kombiniert, wobei von 1986 bis 1999 die jährlichen Datenpunkte auf quartalsweise Veränderungen heruntergerechnet und ab 2000 die quartalsweisen Datenpunkte verwendet wurden. Die Konversion der Daten zwischen 1986 und 1999 führt zwar potenziell zu einer Unterschätzung der Volatilität, da eine lineare Veränderung über vier Quartale angenommen wird. Dies wird jedoch durch die Aufnahme der Datenpunkte der Immobilienkrise in den 1990er-Jahren kompensiert, sodass eine vorsichtiger Prognose erstellt werden kann. Werden 100 Szenarien für 200 Quartale simuliert, zeigt sich, dass die Simulationen basierend auf den quartalsweisen Daten deutlich höhere Endpreise ergeben als jene, die auf jährlichen Preisen beruhen. Die Schlusspreise, die auf dem gemischten Datenset basieren, liegen wie erwartet zwischen den beiden anderen Datensets. Diese Beobachtung lässt sich sowohl für den Einfamilienhaus- als auch für den Eigentumswohnungs-Transaktionspreisindex sowie die Kombination der beiden feststellen (siehe Appendix C). Aus den oben genannten Gründen wurde folglich das gemischte Datenset basierend auf beiden Transaktionspreisindizes (210 Datenpunkte) gewählt.

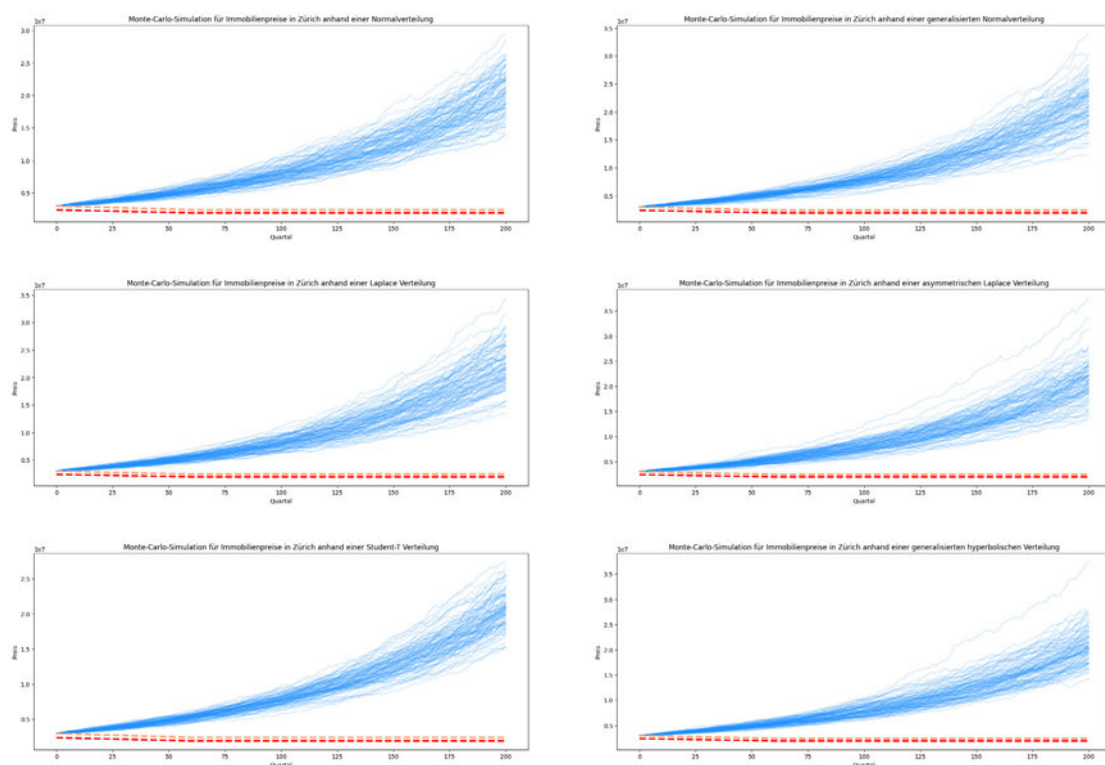
Um aus letzterem eine grössere Anzahl an Datenpunkten zu erhalten, wurde versucht, mittels Curve-Fittings eine geeignete Verteilung zu finden, die das vorhandene Datenset möglichst nahe beschreibt und aus der anschliessend eine beliebige Anzahl an Sample-Daten generiert werden kann. Hierfür wurde zunächst für jede Marktregion mittels FITTER-Library (Cokelaer, 2022) (Softwarebibliothek für die statistische Analyse von Daten) eine Analyse getätigt, die ergab, dass für fast alle Marktregionen eine dWeibull- oder eine dGamma-Verteilung den besten Fit aufweist.



Da die beiden Verteilungen rund um den Mittelwert jedoch eine reduzierte Wahrscheinlichkeit zeigen, was in Bezug auf die Veränderung von Immobilienpreise unwahrscheinlich erscheint (und der geringen Datenlage geschuldet sein dürfte), wurden diese beiden Verteilungen ignoriert und stattdessen die Folgenden weiter untersucht:

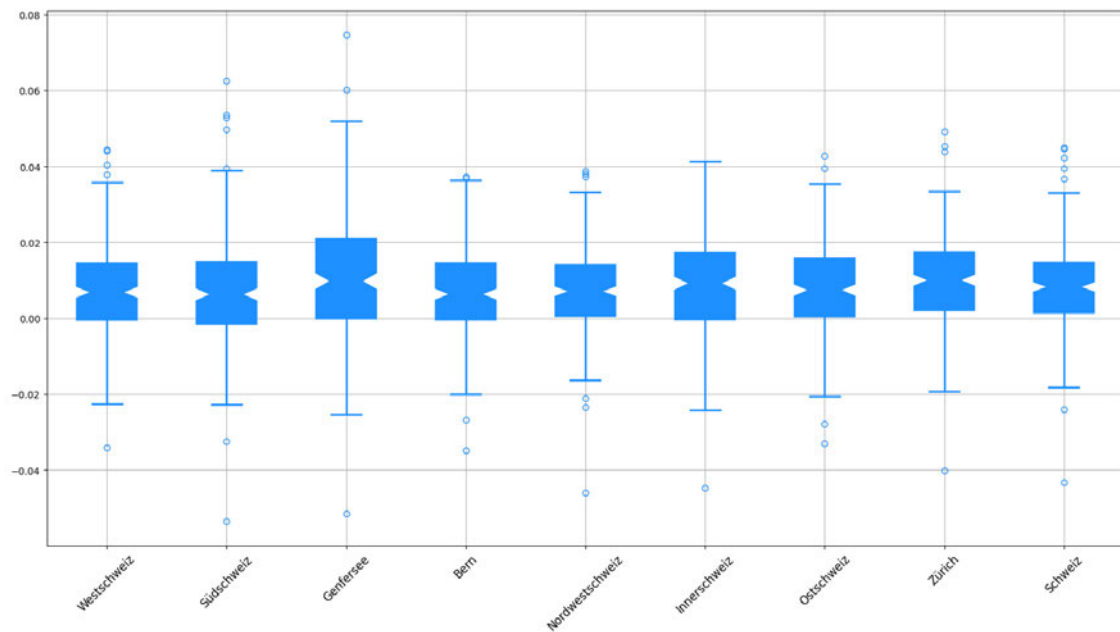
- (Generalisierte) Normalverteilung
- Student-T-Verteilung
- (Asymmetrische) Laplace-Verteilung

Diese wurden zunächst manuell mittels SciPy.stats-Bibliothek (The SciPy community, 2023b) gefittet, sodass anschliessend jeweils eine Million Datenpunkte aus der Verteilung als Sample zur weiteren Verwendung gespeichert werden konnten. Aus diesen Sample-Mengen wurden zur Erstellung der Monte-Carlo-Simulation auf Quartalsbasis jeweils zufällige Werte gezogen, sodass sich ausgehend vom Startpreis der Immobilie unterschiedliche Szenarien ergeben. Augenfällig ist dabei, dass für jede der analysierten Verteilungen ein klarer Aufwärtstrend ersichtlich ist, was unter anderem der Tatsache geschuldet ist, dass der jeweilige Mittelwert der Verteilung über 0 lag, da die historischen Daten ebenfalls mehrheitlich einen Aufwärtstrend zeigen (siehe Abbildung 16 und Abbildung 17).



**Abbildung 16:** Entwicklung der Immobilienpreise anhand von Testsimulationen für ausgewählte Verteilungen basierend auf nicht zentrierten Daten-Samples (eigene Darstellung)





**Abbildung 17:** Boxplot der historischen Immobilienpreise für einzelne Marktreionen (eigene Darstellung anhand der Daten von Wüest Partner (2023c))

Um das Risiko eines Hindsight-Bias zu minimieren, wurden daher alle generierten Daten-Samples zentriert, sodass deren Mittelwert bei 0.0 liegt. Wie weitere Analysen zudem ergaben, hat eine potenzielle Schiefe der Verteilung eine grosse Auswirkung auf die Simulation. Da jedoch nicht abschliessend beurteilt werden kann, ob in Realität eine Schiefe vorliegt und wie diese ausgestaltet ist, wurde für den weiteren Verlauf eine symmetrische Verteilung angenommen. Wie die Analyse der historischen Daten zeigt, weisen beispielsweise fünf Marktreionen eine negative und vier Marktreionen eine positive Schiefe auf (siehe Tabelle 3).

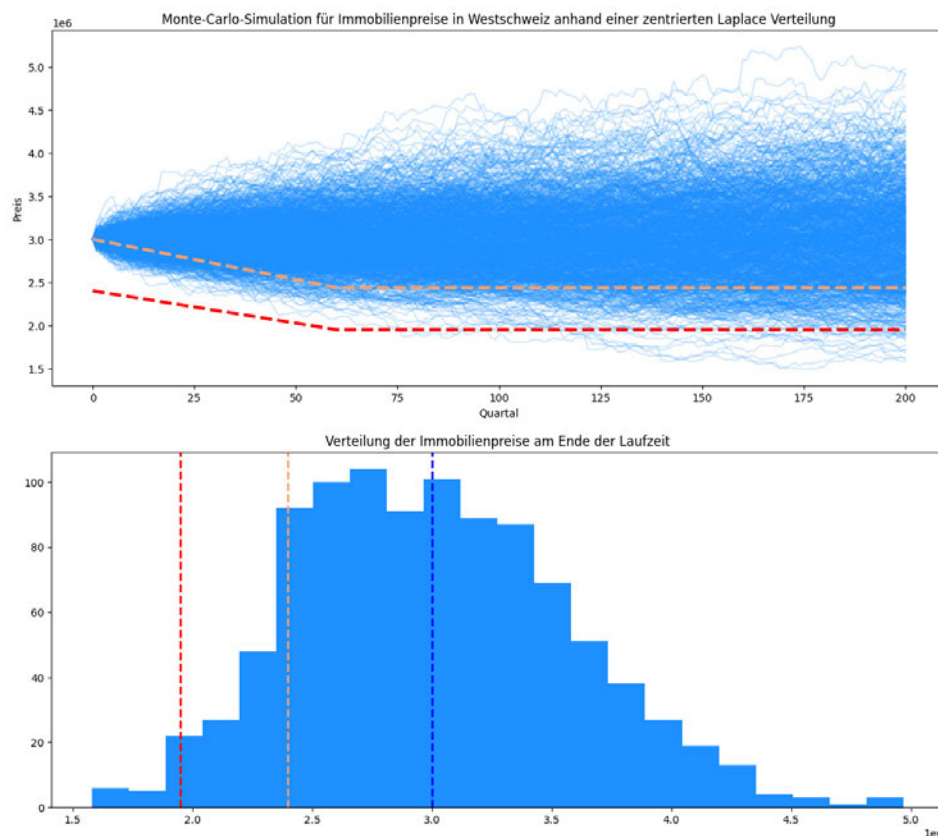
Weiter wurde für alle Verteilungen ein 2-Sample-Kolmogorow-Smirnow-Test (The SciPy community, 2023a) durchgeführt, mit dessen Hilfe die Übereinstimmung von zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen überprüft werden kann. Wie die Ergebnisse demonstrieren, sind die einzelnen p-Werte gering, was eine Aussage erschwert. Dies dürfte in erster Linie wiederum auf die überschaubare Datenlage und die damit verbundene Schwierigkeit des Fittings zurückzuführen sein. Generell kann jedoch festgehalten werden, dass die Laplace-Verteilung jeweils den höchsten p-Wert aufweist und die geringste Abweichung zeigt. Zudem ermöglicht die Verwendung einer Laplace-Verteilung (oder einer Student-T-Verteilung) die bessere Prognose von Extremereignissen (Fat-Tails). Aus diesen Gründen wurde schlussendlich die zentrierte symmetrische Laplace-Verteilung beziehungsweise das darauf beruhende Sample mit einer Million zufällig generierten Datenpunkten für die Monte-Carlo-Simulation verwendet.

Um zum Abschluss die Korrelation zur Zinsentwicklung ebenfalls zu berücksichtigen, wurde dem stochastischen Prozess eine Komponente beigefügt, die sich aus dem Kreuz-Korrelations-Koeffizienten (-0.6) und der zufälligen Preisentwicklung sowie dem zeitlichen Versatz (acht Quartale) berechnet. Zur Sicherstellung der Skalierbarkeit wurden dabei jeweils die Mittelwerte der verwendeten Datenreihen (Preise und zeitlicher Verzug) abgezogen, sodass sich diese um den Nullpunkt zentrieren.

Durch die oben beschriebenen Modellierungsansätze konnte eine Test-Simulation erreicht werden, die keinen Aufwärtstrend abbildet und nachvollziehbare Resultate liefert (Abbildung 18).

Markregion	Mittelwert	Schiefe
Südschweiz	0.7 %	0.29
Genfersee	1.1 %	0.26
Westschweiz	0.7 %	0.11
Schweiz	0.8 %	0.01
Ostschweiz	0.8 %	-0.01
Zürich	1.0 %	-0.06
Bern	0.7 %	-0.10
Innerschweiz	0.9 %	-0.27
Nordwestschweiz	0.7 %	-0.38

**Tabelle 3:** Mittelwert und Schiefe (pro Marktregion)



**Abbildung 18:** Entwicklung der Immobilienpreise und Verteilung der Endpreise anhand einer Test-simulation für eine Laplace-Verteilung basierend auf einem zentrierten Daten-Sample (ohne Korrelation zur Zinsentwicklung) (eigene Darstellung)

Zur schlussendlichen Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit wurde die Anzahl der Szenarien, bei der der simulierte Immobilienpreis in Zeitpunkt  $t$  unter dem Restwert der Hypothek in Zeitpunkt  $t$  liegt, durch die Gesamtzahl der Szenarien geteilt.

Zudem wurde zur Berechnung der Kosten angenommen, dass sich die Unterhaltskosten in jedem Zeitpunkt  $t$  auf 1 % p. a. des Immobilienpreises in Zeitpunkt  $t$  belaufen. Aufgrund der Verwendung von Quartalen wurde daher in jedem Zeitpunkt  $t$  der Immobilienpreis mit 0.25 % multipliziert und zu den restlichen Kostenpunkten addiert.

Für die Analyse des Risikos bei einer Anschlussfinanzierung wurde zudem berechnet, bei wie vielen Szenarien am Ende der Laufzeit die Restschuld mehr als 80 % des Immobilienpreises ausmacht.

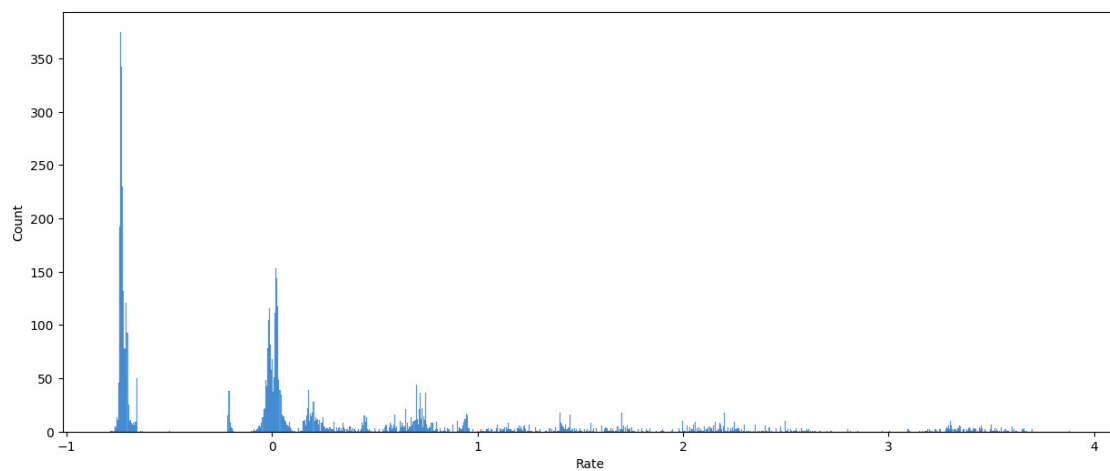
Für die Wahrscheinlichkeit eines generellen Wertverlustes gilt zu beachten, dass dieses Resultat stark von der gewählten Verteilung abhängt und durch die Verwendung von zentrierten Daten und einer symmetrischen Verteilung tendenziell überschätzt wird.

#### **ZINSENTWICKLUNG**

Bei der Modellierung der Zinssätze wurde der Fokus in erster Linie auf SARON-Hypotheken gelegt, obwohl der Prototyp zum Schluss so gestaltet wurde, dass eine Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Festhypotheken ebenfalls möglich ist. Die Simulationen beruhen daher in erster Linie auf den historischen SARON- sowie LIBOR-Daten. Letztere wurde herangezogen, um die Datenmenge zu erhöhen, was die Prognosegenauigkeit verbessern soll. Dies ist notwendig, weil das langanhaltende Niedrigzins-Umfeld beziehungsweise die Negativzinsen der vergangenen zehn Jahre zu einer Prognoseverzerrung führen würden. Gerade in Anbetracht des Anstieges der Leitzinsen und des SARON innerhalb der letzten Monate ist es jedoch zentral, dass die historischen Daten keine zu geringe Volatilität aufweisen, sodass die stochastischen Prognosen nicht zu optimistisch geschätzt werden.

Da sich die aggregierten Daten, bestehend aus der LIBOR-Zeitreihe von 2001 bis 2007 (SNB, 2023b) und der SARON-Zeitreihe von 2009 bis 2023 (SNB, 2023d), zudem nur zeitweise stationär verhalten, was sich im Histogramm in mehreren Clustern widerspiegelt (siehe Abbildung 19), wurde für die Analyse die Veränderung gegenüber dem Vortag herangezogen. So konnte eine Datenbasis geschaffen werden, die bis auf wenige Ausreisser (Sprünge bedingt durch Leitzinsveränderungen) keine Anomalien aufweist. Einzig die starken Schwankungen rund um den 15. Januar 2015 wurden manuell bereinigt, da es sich dabei um Schwankungen bedingt durch die Aufhebung des CHF-EUR-Mindestkurses handelt.

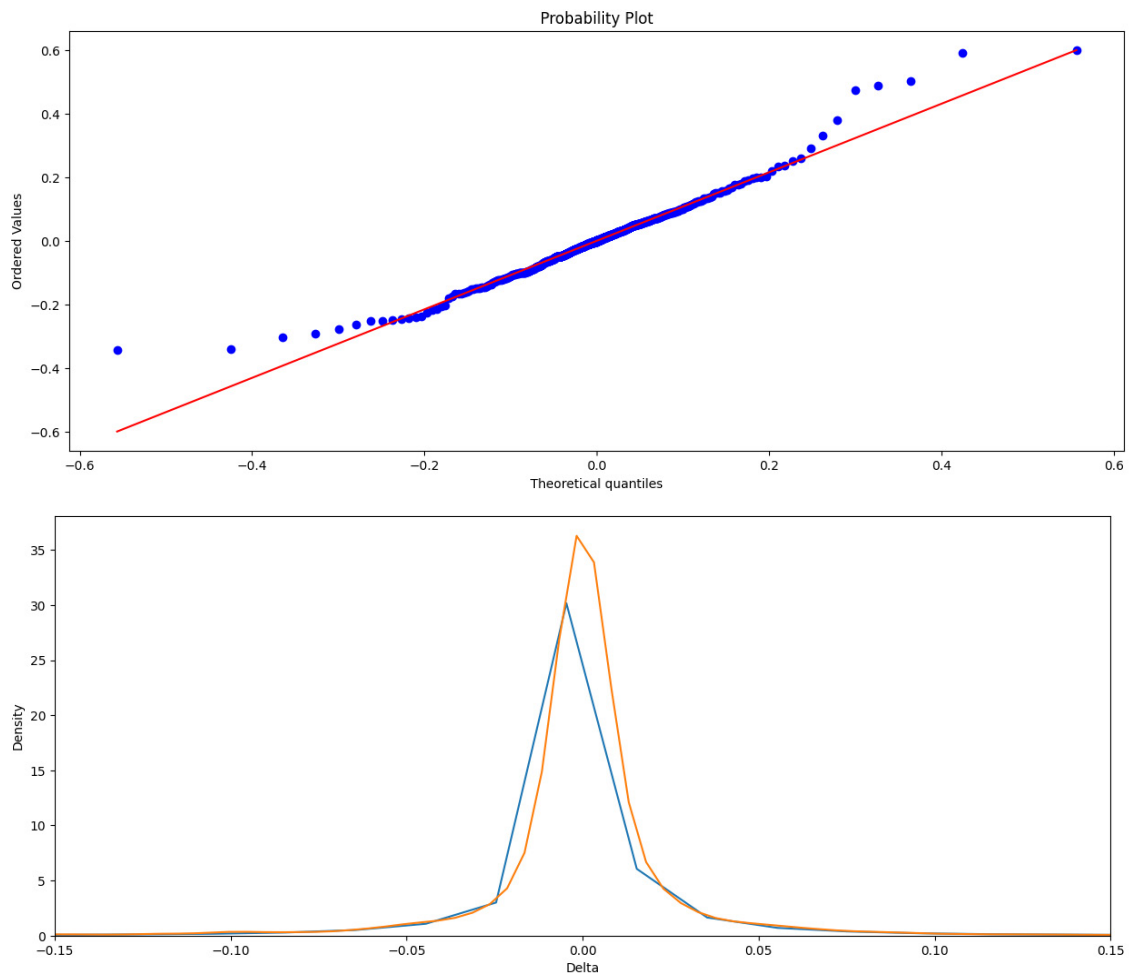
Die so gewonnene Grundlage an historischen Daten wurde wiederum mittels FITTER-Library (Cokelaer, 2022) untersucht, wobei sich ergab, dass unter der Verwendung der meisten Verteilungen starke Abweichungen im positiven Bereich zu finden sind. Dies lässt einerseits auf Fat-Tails schliessen und andererseits auf eine positive Schiefe, was mit einem Schiefheitskoeffizienten von 2.44 belegt werden konnte. Da bei der Modellierung künftiger Szenarien jedoch keine Schiefe inkludiert werden soll (weil negative und positive Ereignisse mit gleicher Wahrscheinlichkeit eintreten können), es Fat-Tails hingegen zu berücksichtigen gilt, wurde eine generalisierte Normalverteilung verwendet, um die Daten zu beschreiben und eine Million zufällige Datenpunkte zu generieren.



**Abbildung 19:** Histogramm der Saron- und Libor-Werte für die analysierte Zeitdauer (eigene Darstellung anhand der Daten der SNB (2023b, 2023d))

Wie das entsprechende Quantil-Quantil-Diagramm (QQ-Plot) und die Dichte-Funktion zeigen (siehe Abbildung 20), ist die ursprüngliche Datenverteilung dabei stärker leptokurtisch, was bedeutet, dass die gewählte Verteilung Fat-Tails leicht unterschätzt. Es gilt zudem anzumerken, dass Abweichungen im negativen Bereich weniger ausschlaggebend sind, da das Saron-Niveau in der Monte-Carlo-Simulation bei 0.0 % begrenzt wird. Zur Berechnung dieses Niveaus werden dabei jeweils 90 tägliche Veränderungsdaten aus dem zuvor generierten Sample zufällig gezogen und kumuliert. Die so erhaltenen quartalsweisen Veränderungsdaten werden anschliessend zum Wert des Vorquartals addiert, sodass gründend auf einem als Eingabeparameter basierendem Saron-Startpunkt, eine Zeitreihe stochastisch simuliert werden kann.

Zur Berechnung der finalen Zinskosten wird zu dieser Zeitreihe eine Zinsmarge addiert, wobei diese ebenfalls als Eingabeparameter gegeben sein muss. Der daraus resultierende Zinssatz in Zeitpunkt  $t$  wird wiederum mit dem in Zeitpunkt  $t$  ausstehenden Hypothekarbetrag multipliziert und die so erhaltenen quartalsweisen Zinskosten werden abschliessend mit den anderen Kostenpositionen (Unterhalt und Amortisation) kumuliert.



**Abbildung 20:** *QQ-Plot sowie Dichte-Funktion des historischen Datensets (orange) und der gewählten Verteilung (blau) (eigene Darstellungen)*

### 5.1.2 Block: Persönlich

Wie in Kapitel 2.1 und 2.2 beschrieben, sind neben den darlehens- und immobilienbezogenen auch die hypothekarnnehmerbezogenen Variablen von wesentlicher Bedeutung. Angesichts dessen werden im Folgenden die einzelnen Parameter, die eng mit dem Hypothekarnnehmer verknüpft sind, genauer erörtert. In einem ersten Schritt werden dabei einzelpersonenbezogene Kriterien beleuchtet, bevor in Kapitel 5.1.3 die Einflüsse einer möglichen Ehe erörtert werden. Die Annahmen in diesem Kapitel betreffen dabei beide Ehepartner gleichermassen.

Als zentraler Parameter dieses Blocks dient das Einkommen der zu untersuchenden Person(en), das als Eingabeparameter gegeben sein muss. Neben dem Einkommen spielt aber auch die kantonale Arbeitslosenquote eine entscheidende Rolle, anhand der das Risiko einer künftigen Arbeitslosigkeit und somit eines teilweisen Wegfalls des Einkommens simuliert werden kann. Hierzu wurden zunächst historische Daten vom BFS (2023a) bezogen, die auf Monatsbasis die Arbeitslosenquote für jeden Kanton seit 1975 beinhalten.

Da eine erste Analyse zeigte, dass die Arbeitslosenquote in allen Kantonen eine Autokorrelation von rund 1.5 Jahren und teilweise auch eine Saisonalität aufweist, wurde für die weitere Modellierung auf die Veränderungsrate zwischen drei Monaten zurückgegriffen. Auch wenn die daraus resultierenden quartalsweisen Datenpunkte noch immer eine leichte Autokorrelation aufweisen, wurden diese für den weiteren Verlauf der Arbeit vernachlässigt.

Wie eine Analyse mittels FITTER-Library (Cokelaer, 2022) für eine Anzahl an Kantonen weiter ergab, kann die Verteilung der quartalsweisen Datenpunkte mittels generalisierter Normalverteilung beschrieben werden. Deshalb wurde für jeden Kanton eine solche Verteilung mithilfe der SciPy.stats-Library (The SciPy community, 2023b) gefittet, um daraus wiederum eine Million zufällig generierte Datenpunkte als Sample zu speichern. Zur Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Arbeitslosigkeit wurden anschliessend zunächst stochastische Zeitreihen gebildet, indem jeweils ein zufällig ausgewählter Wert aus dem gespeicherten Sample zum Vorquartal addiert wurde, angefangen bei der aktuellen Arbeitslosenquote des entsprechenden Kantons. Basierend auf diesen stochastischen Zeitreihen wurde anschliessend für jeden Zeitpunkt  $t$  eine Binomialverteilung berechnet, mit den Parametern «0» (nicht arbeitslos) und «1» (arbeitslos) sowie der jeweiligen Arbeitslosenquote in Zeitpunkt  $t$  als Eintrittswahrscheinlichkeit des Ergebnisses «1» (arbeitslos). Im Falle einer Arbeitslosigkeit wird im Modell das Einkommen dabei auf 70 % gekürzt, da dies dem minimalen Taggeld der Arbeitslosenversicherung entspricht. Diese Annahme ist insofern plausibel, als dass die Arbeitslosenquote (entgegen der Erwerbslosenquote) nur die Personen erfasst, die die Arbeitslosigkeit gemeldet haben und bei einem regionalen Arbeitsvermittlungszentrum (RAV) eingeschrieben sind.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass einerseits der Kanton durch den Benutzer als Eingabeparameter angegeben werden muss und andererseits bewusst auf die Arbeitslosenquote zurückgegriffen wurde. Die Verwendung der Erwerbslosenquote wäre zwar konservativer, da diese rund 2.1 Prozentpunkte höher liegt (SECO, 2023b). Da aber im Rahmen dieser Arbeit Einkommensverluste, die anderweitig abgedeckt werden können (beispielsweise durch den Ehepartner) ausgeschlossen werden, ist die Arbeitslosenquote das exaktere Mass. Als Schwierigkeit stellte sich jedoch die Tatsache heraus, dass die verwendeten Daten der Arbeitslosenquote keine Unterscheidung zwischen Ausbildungsniveaus, Branchen und anderen Faktoren ausweisen. Wie das BFS (2023b) jedoch zeigt, führt ein höheres Bildungsniveau zu einer geringeren Arbeitslosigkeit. Deswegen wurde ein Koeffizient implementiert, der selbst gewählt werden kann (Eingabeparameter) und die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Arbeitslosigkeit in der

Binomialverteilung entsprechend senkt. Trotz der Möglichkeit, diesen Faktor frei zu wählen, wird jedoch empfohlen, sich an der Grafik des BFS (2023b) zu orientieren, die folgende Abstufung nahelegt:

- |                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| • Obligatorische Schule  | Faktor 0.7 / 150 % des Risikos |
| • Sekundarstufe II       | Faktor 1 / keine Skalierung    |
| • (Höhere) Berufsbildung | Faktor 2 / 50 % des Risikos    |
| • Hochschule             | Faktor 3 / 33 % des Risikos    |

Hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass sich die Daten des BFS (2023b) zwar auf die Erwerbslosenquote beziehen, für die Arbeitslosenquote der Einfachheit halber jedoch die gleiche Verteilung angenommen wird. Dies geschieht unter anderem auch, weil die beiden Kurven über den Konjunkturzyklus hin einen ähnlichen Verlauf aufweisen (SECO, 2023b). Es wird zudem keine Unterscheidung zwischen den Geschlechtern vorgenommen und eine Langzeitarbeitslosigkeit wird ebenfalls ausgeschlossen. Beide Parameter und genauere Verteilungen können im Rahmen einer Adjustierung des Modells aufgegriffen werden (siehe Kapitel 6.2).

### 5.1.3 Block: Einkommen

Das daraus resultierende fluktuierende Einkommen für Person A und gegebenenfalls Person B werden zum Abschluss der Berechnungen addiert, wobei im Falle eines gemeinsamen Haushaltseinkommens (Zivilstand: verheiratet) auch die Scheidungsrate und die Ehedauer das Haushaltseinkommen beeinflussen. Hierfür wurden vom BFS (2022b) die Daten zur Scheidungshäufigkeit (aufgeteilt nach Ehejahren) bezogen. Anhand der darin gegebenen Wahrscheinlichkeit und der ebenfalls als Eingabeparameter gegebenen bisherigen Ehedauer wird wiederum mittels Binomialverteilung die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Scheidung zu jedem Zeitpunkt  $t$  simuliert, wobei «0» keine Scheidung und «1» eine Scheidung bedeutet. So kann im Falle einer Scheidung das Einkommen von Person B langfristig für die Berechnung der Tragbarkeit ignoriert werden. Dies beruht auf der Annahme, dass, sollte es zu einer Scheidung kommen, von Person B keine Zahlungen an die gemeinsame Hypothek mehr geleistet werden, da Person A im Grundbuch eingetragen ist und / oder den Hypothekarvertrag allein unterzeichnet hat. Gemeinsame Eintragungen und Unterzeichnungen des Vertrages beziehungsweise allfällige Einigungen zu Zahlungen nach einer Scheidung werden an dieser Stelle, genauso wie Paare im Konkubinat, ausgeklammert. Letztere werden im Rahmen dieser Arbeit verheirateten Paaren gleichgestellt.



Zum Abschluss der Tragbarkeitsberechnung wird ein Drittel des stochastisch erhaltenen Einkommens den Kosten (siehe Kapitel 5.1.1) gegenübergestellt. Die Tragbarkeit ist dabei nicht mehr gegeben, wenn die Kosten höher als ein Drittel des Einkommens sind beziehungsweise die Subtraktion der Kosten von einem Drittel des Einkommens zu einem Resultat kleiner als 0 führen. Weiter wird, ähnlich zu den Immobilienpreisen, auch berechnet, bei wie vielen Szenarien am Ende der Laufzeit die Tragbarkeit nicht mehr gegeben ist, was zu Problemen bei der Kreditwürdigkeit und somit bei der Anschlussfinanzierung führen könnte. Es ist dabei anzumerken, dass dieses Risiko stark durch den Eintritt einer Scheidung getrieben ist, da eine solche, anders als eine Arbeitslosigkeit, zu einem permanenten Einkommensverlust führt. Die Schwierigkeit, mit steigendem Alter eine neue Arbeitsstelle zu finden und Langzeitarbeitslosigkeit wurden bei der Modellierung nicht berücksichtigt. Unter anderem in Hinblick darauf, da das Alter der analysierten Zielgruppe unter 50 Jahren liegt (siehe Kapitel 1.5). Aus demselben Grund wurde auch auf die Implementierung der Sterberate verzichtet, da diese einerseits für Personen unter 50 Jahren bei 0.2 % oder weniger liegt und andererseits im Falle eines Todesfalls eines Ehepartners häufig eine Witwenrente zum Tragen kommt.

## **5.2 Konvergenz- und Sensitivitätsanalyse**

### **5.2.1 Konvergenzanalyse**

Zur Beurteilung, wie viele Szenarien pro Durchlauf für ein verlässliches Resultat nötig sind, wurde analysiert, wie schnell die Monte-Carlo-Simulation konvergiert. Dieser Schritt wurde vorgenommen, da je schneller eine solche Konvergenz zu einem Grenzwert hin stattfindet, desto weniger Simulationen zur Ergebnisfindung berechnet werden müssen. Um dies zu ermöglichen, wurde für eine Anzahl an diversen Kombinationen von Eingabeparametern (siehe Tabelle 4) die Funktion (das Modell) mittels for-in-Schleife (eine Schleifenstruktur, bei der eine bestimmte Anweisung wiederholt ausgeführt wird) jeweils 30-mal aufgerufen. Aufgrund der Tatsache, dass dabei die random.seed-Funktion (eine Funktion zur Initialisierung des Zufallsgenerators) ausgeschaltet wurde, konnten so unterschiedliche Resultate erzeugt und ein Durchschnitt für die 30 Aufrufe berechnet werden. Die 30 Aufrufe wurden dabei jeweils für 100, 1'000, 10'000 und 100'000 unterschiedliche Szenarien pro Aufruf berechnet und die daraus resultierenden Durchschnitte miteinander verglichen.



Parameter	Szenario A	Szenario B	Szenario C	Szenario D
Laufzeit (Quartale)	40	60	80	20
Preis Immobilie (CHF)	2'000'000	1'000'000	1'500'000	800'000
Standort Immobilie	Zürich	Genfersee	Ostschweiz	Bern
SARON Startpunkt	1.6 %	1.6 %	1.6 %	1.6 %
Zinsmarge	2.0 %	3.4 %	2.0 %	3.1 %
Festhypothek	nein	ja	nein	ja
Einkommen Person 1 (CHF)	250'000	180'000	150'000	160'000
Wohnort Person 1	Zürich	Genf	Thurgau	Bern
Ausbildungsfaktor Person 1	3	3	2	2
Einkommen Person 2 (CHF)	150'000	-	100'000	-
Wohnort Person 2	Zürich	-	Thurgau	-
Ausbildungsfaktor Person 2	3	-	2	-
Ehedauer (Jahre)	5	-	10	-

**Tabelle 4:** Eingabeparameter für die unterschiedlichen Szenarien zur Ermittlung der Konvergenzrate

Wie die empirischen Resultate zeigen (siehe Tabelle 5), konvergiert die Monte-Carlo-Simulation, sodass mit 10'000 Szenarien pro Durchlauf jeweils eine Standardabweichung von 0.5 oder weniger und eine Streuung der Ausfallwahrscheinlichkeiten von nicht mehr als zwei Prozentpunkten erreicht werden kann. Aufgrund der Tatsache, dass es sich beim Analysetool ohnehin um einen Prototyp und bei den Ergebnissen um Richtwerte handelt, ist die mit 10'000 Szenarien pro Durchlauf erreichte Genauigkeit ausreichend. Wie die Ergebnisse weiter veranschaulichen, lässt sich ein erstes Indiz festhalten, dass das Risiko einer negativen Refinanzierungssituation um ein Vielfaches kleiner ist als die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit. Genauere Untersuchung und Beurteilungen der Ergebnisse erfolgen jedoch in Kapitel 5.3 und 6.1.

	Wahrscheinlichkeit von Schwierigkeiten bei der Anschlussfinanzierung («negative Refinanzierungssituation»)				Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit (während der Laufzeit)				Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit (am Ende der Laufzeit)			
	Ø (%)	Min (%)	Max (%)	Std	Ø (%)	Min (%)	Max (%)	Std	Ø (%)	Min (%)	Max (%)	Std
<b>Szenario A</b>												
100	0.9	0.0	3.0	0.9	38.6	29.0	50.0	5.0	19.1	13.0	30.0	3.9
1'000	0.9	0.4	1.6	0.3	38.9	34.5	42.5	1.8	19.2	16.4	21.5	1.2
10'000	1.1	0.8	1.4	0.1	38.7	37.8	39.7	0.5	19.0	18.2	19.9	0.4
100'000	1.1	1.0	1.2	0.0	38.7	38.3	39.0	0.2	18.9	18.6	19.1	0.1
<b>Szenario B</b>												
100	8.5	4.0	15.0	2.5	52.7	43.0	65.0	4.6	0.6	0.0	2.0	0.6
1'000	8.5	6.7	10.1	0.9	50.8	46.7	53.0	1.4	0.7	0.3	1.2	0.3
10'000	8.6	8.0	9.0	0.2	51.1	50.6	52.0	0.3	0.8	0.6	0.9	0.1
100'000	8.6	8.4	8.7	0.1	50.9	50.4	51.2	0.2	0.8	0.7	0.8	0.0
<b>Szenario C</b>												
100	4.9	2.0	12.0	2.6	70.2	63.0	77.0	4.2	17.8	9.0	26.0	3.6
1'000	5.6	4.7	7.3	0.6	70.1	67.5	72.7	1.5	18.0	16.0	20.2	1.0
10'000	5.6	5.3	6.2	0.2	70.2	69.5	71.4	0.4	17.8	17.1	18.6	0.4
100'000	5.6	5.4	5.8	0.1	70.3	69.9	70.6	0.2	17.8	17.5	18.1	0.1
<b>Szenario D</b>												
100	0.1	0.0	1.0	0.3	16.2	10.0	27.0	3.6	1.3	0.0	4.0	1.2
1'000	1.1	0.0	0.3	0.1	14.5	12.6	16.2	1.0	0.8	0.3	1.1	0.2
10'000	0.1	0.0	0.1	0.0	14.3	13.5	14.9	0.4	0.8	0.7	1.1	0.1
100'000	0.1	0.1	0.1	0.0	14.2	13.9	14.4	0.1	0.8	0.8	0.8	0.0

**Tabelle 5:** Ergebnisse der Konvergenzanalyse

### 5.2.2 Sensitivitätsanalyse

Wie bei der Konvergenzanalyse bereits sichtbar wurde, sind die Risiken unterschiedlich stark von den einzelnen Eingabeparametern abhängig. Um diese Abhängigkeit genauer zu analysieren, wurde zunächst das Risiko eines Ausfalls der Tragbarkeit am Ende der Laufzeit für ein Base-Case-Szenario berechnet. Anschliessend wurden mehrere Durchgänge simuliert, wobei jeweils nur an einem Parameter eine Veränderung stattfand. Für alle quantitativen Eingabeparameter (ausser der Ehedauer) wurde der Wert hierfür jeweils einmal um 10 % erhöht und einmal um 10 % reduziert. Bei den qualitativen Eingabeparametern wurden unterschiedliche Varianten getestet (siehe Tabelle 6). Für die Analyse wurde zudem die random.seed-Funktion aktiviert, sodass die Abweichungen nicht durch einen randomisierten Prozess beeinflusst werden.

Risiko	Tragbarkeit			
Base Case	30.1 %			
Quantitative Parameter	-10 %	+10 %	Qualitative Parameter	
Immobilienpreis	-39.2 %	48.1 %	Festhypothek (ja)	-98.8 %
Laufzeit	-1.2 %	-51.4 %	Wohnort (Genfersee)	0.5 %
SARON Startpunkt	-7.9 %	7.0 %	Wohnort (Bern)	1.0 %
Zinsmarge	-9.7 %	9.4 %	Arbeitsort (Genf)	1.3 %
Einkommen	53.7 %	-36.0 %	Arbeitsort (Obwalden)	-0.8 %
Ehedauer (- / + 5 Jahre)	22.2 %	-22.8 %	Faktor Arbeitslosigkeit 2	0.5 %
			Faktor Arbeitslosigkeit 1	2.6 %
			Faktor Arbeitslosigkeit 0.7	4.0 %

**Tabelle 6:** Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für das Kriterium der Tragbarkeit (am Ende der Laufzeit)

Bei der Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich, dass die erwarteten Parameter (Immobilienpreis, Laufzeit, Einkommen und die Wahl einer Festhypothek) sich stark auf das Risiko der Tragbarkeit am Ende der Laufzeit auswirken. Die Ausfallwahrscheinlichkeit aufgrund der Tragbarkeit (am Ende der Laufzeit) sinkt in den Resultaten bei einer kürzeren Laufzeit, wenn auch nur marginal. Bei der Verwendung eines anderen Base Case Szenarios, kann das Risiko aber auch marginal ansteigen. Dies ist damit zu erklären, dass durch eine kürzere Laufzeit (unter 15 Jahren) die Amortisationsrate wächst. Bei Laufzeiten über 15 Jahren sinkt das Risiko jedoch rasch, da nach Ablauf dieser Zeitperiode keine Amortisationszahlung mehr getätigt werden muss. An dieser Stelle gilt es anzumerken, dass im Rahmen der Arbeit und des Modells angenommen wird, dass die Zweithypothek über maximal 15 Jahre amortisiert werden muss, auch wenn die Laufzeit der Ersthypothek länger gewählt wird.

Überraschenderweise spielt auch die Ehedauer eine wichtige Rolle. Dies kann jedoch damit begründet werden, dass eine Scheidung ein einschneidendes Ereignis in Bezug auf das Haushaltseinkommen ist und mit zunehmender Ehedauer die Scheidungswahrscheinlichkeit abnimmt. Zwar liegt die durchschnittliche Ehedauer bei 15.7 Jahren (siehe Kapitel 3.3), was darauf schliessen lässt, dass die Wahrscheinlichkeit mit steigender Ehedauer (bis zu 15 Jahren) zunehmen sollte. Die Tatsache, dass die meisten Laufzeiten aber für zehn oder 15 Jahre berechnet werden, bedeutet, dass Personen mit einer kurzen bisherigen Ehedauer jene Ehejahre mit einer erhöhten Scheidungsrate länger durchlaufen, weshalb das kontraintuitive Resultat zustande kommt.

Wie sich weiter herausstellt, ist das Risiko eines Wertverlustes der Immobilie, sodass dieser unterhalb der Hypothek liegt, zumindest in den ersten 15 Jahren überschaubar und somit von unwesentlicher Bedeutung (siehe Appendix D). Erst mit Laufzeiten von über 30 Jahren steigt ein derartiges Risiko, wobei dieses selbst bei einer Laufzeit von 50 Jahren überwiegend im einstelligen oder tiefen zweistelligen Prozentbereich liegt. Wichtig ist dabei zu beachten, dass es sich bei diesen Resultaten lediglich um Richtwerte handelt, die nicht das Risiko einer negativen Refinanzierungssituation beschreiben, in der die auslaufende Hypothek mehr als 80 % des Immobilienpreises ausmacht. Das Risiko von Problemen bei der Anschlussfinanzierung (aufgrund eines tieferen Immobilienpreises) liegt zwar ebenfalls im einstelligen Prozentbereich, kann sich aber mit steigenden Laufzeiten rasch auf über 20 % erhöhen.

Abschliessend ist festzuhalten, dass das Ausmass der erläuterten Effekte je nach gewähltem Base-Case-Szenario unterschiedlich ausfallen kann. Die grundlegenden Mechanismen sind jedoch über alle Szenarien hinweg beobachtbar.

### **5.3 Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation**

Wie die ersten Ergebnisse aus Kapitel 5.2 zeigen, fallen die Resultate der einzelnen Risikoanalysen sehr unterschiedlich aus. So liegt unter anderem das Risiko, dass die Immobilie während der Laufzeit an Wert verliert, bei rund 50 %. Dies ist darauf zurückzuführen, dass einerseits auf asymmetrische Verteilungen bei der Modellierung verzichtet und andererseits die gewählte Laplace-Verteilung zentriert wurde. Eine solche Vorgehensweise hat zur direkten Folge, dass positive und negative Entwicklungen gleich wahrscheinlich sind. Die eingefügte Korrelation zur Zinsentwicklung und die Verwendung eines stochastischen Prozesses sorgen zwar für leicht differierende Ergebnissen, diese weichen jedoch nicht beträchtlich von 50 % ab.

Zur Veranschaulichung der weiteren Risikoanalysen beziehungsweise Eintrittswahrscheinlichkeiten wurde das im vorhergehenden Kapitel beschriebene Modell anhand der in Kapitel 4 definierten Personas getestet. Die Personas wurden dabei jeweils für drei unterschiedliche Marktregionen getestet, wobei der Kaufpreis der Immobilie anhand der Erhebung von IAZI auf die entsprechenden Marktregionen beziehungsweise Kantone bezogen ist. Zudem wurden die einzelnen Risiken jeweils unter Verwendung einer Festhypothek sowie einer SARON-Hypothek analysiert.

Im Folgenden werden die Ergebnisse zunächst in tabellarischer Form präsentiert (siehe Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9), bevor diese anschliessend einer qualitativen Beurteilung unterzogen werden.

**PERSONA 1**

Laufzeit	60 Quartale (15 Jahre)					
SARON	1.57 %					
Zinsmarge	2.8 % (Festhypothek) / 2.0 % (SARON Hypothek)					
Einkommen P1 (in CHF)	180'000					
Einkommen P2 (in CHF)	80'000					
Ausbildungsniveau	3 / 3					
Ehedauer	15 Jahre					
Festhypothek	Ja			Nein		
Immobilienstandort	Genfersee	West-schweiz	Inner-schweiz	Genfersee	West-schweiz	Inner-schweiz
Arbeitsort	Genf	Waadt	Luzern	Genf	Waadt	Luzern
Immobilienpreis (in CHF)	1'800'000	1'000'000	1'400'000	1'800'000	1'000'000	1'400'000
Unterdeckung	1.8 %	0.2 %	0.3 %	1.8 %	0.1 %	0.3 %
<b>Neg. Refinanzierungssit.</b>	<b>8.7 %</b>	<b>3.4 %</b>	<b>4.3 %</b>	<b>8.7 %</b>	<b>3.4 %</b>	<b>4.3 %</b>
Tragbarkeit (gesamt)	54.2 %	0.2 %	1.9 %	93.9 %	6.7 %	41.0 %
<b>Tragbarkeit (Ende)</b>	<b>8.6 %</b>	<b>0.0 %</b>	<b>0.0 %</b>	<b>41.5 %</b>	<b>1.5 %</b>	<b>15.7 %</b>

**Tabelle 7:** Zusammenfassung der Kriterien und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Szenarien für Persona 1

**PERSONA 2**

Laufzeit	60 Quartale (15 Jahre)					
SARON	1.57 %					
Zinsmarge	3.0 % (Festhypothek) / 2.2 % (SARON Hypothek)					
Einkommen P1 (in CHF)	110'000					
Einkommen P2 (in CHF)	60'000					
Ausbildungsniveau	2 / 2					
Ehedauer	5 Jahre					
Festhypothek	Ja			Nein		
Immobilienstandort	Nordwest-schweiz	Ostschweiz	Zürich	Nordwest-schweiz	Ostschweiz	Zürich
Arbeitsort	Basel-Landschaft	Graubünden	Zürich	Basel-Landschaft	Graubünden	Zürich
Immobilienpreis (in CHF)	900'000	800'000	1'000'000	900'000	800'000	1'000'000
Unterdeckung	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %
<b>Neg. Refinanzierungssit.</b>	<b>2.0 %</b>	<b>3.2 %</b>	<b>3.2 %</b>	<b>2.0 %</b>	<b>3.2 %</b>	<b>3.2 %</b>
Tragbarkeit (gesamt)	18.2 %	6.4 %	22.6 %	51.6 %	33.5 %	71.5 %
<b>Tragbarkeit (Ende)</b>	<b>2.2 %</b>	<b>0.3 %</b>	<b>22.2 %</b>	<b>23.6 %</b>	<b>15.1 %</b>	<b>32.6 %</b>

**Tabelle 8:** Zusammenfassung der Kriterien und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Szenarien für Persona 2

### PERSONA 3

Laufzeit	40 Quartale (10 Jahre)					
SARON	1.57 %					
Zinsmarge	3.2 % (Festhypothek) / 2.4 % (SARON Hypothek)					
Einkommen P1 (in CHF)	150'000					
Einkommen P2 (in CHF)	-					
Ausbildungsniveau	1					
Ehedauer	-					
Festhypothek	Ja			Nein		
Immobilienstandort	Nordwest-schweiz	Bern	Süd-schweiz	Nordwest-schweiz	Bern	Süd-schweiz
Arbeitsort	Solothurn	Bern	Tessin	Solothurn	Bern	Tessin
Immobilienpreis (in CHF)	700'000	800'000	600'000	700'000	800'000	600'000
Unterdeckung	0.0 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %
<b>Neg. Refinanzierungssit.</b>	<b>0.8 %</b>	<b>0.9 %</b>	<b>3.0 %</b>	<b>0.8 %</b>	<b>0.9 %</b>	<b>3.0 %</b>
Tragbarkeit (gesamt)	11.5 %	46.3 %	0.0 %	45.4 %	67.7 %	28.7 %
<b>Tragbarkeit (Ende)</b>	<b>0.0 %</b>	<b>1.9 %</b>	<b>0.0 %</b>	<b>7.5 %</b>	<b>20.1 %</b>	<b>2.3 %</b>

**Tabelle 9:** Zusammenfassung der Kriterien und der Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Szenarien für Persona 3

### WAHRSCHEINLICHKEIT EINES AUSFALLS AUFGRUND EINER UNTERDECKUNG

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Immobilienpreis innerhalb der Laufzeit unter dem Wert der Hypothek (Restschuld) zu liegen kommt, beläuft sich bei allen analysierten Szenarien auf weniger als 2.0 % und in den meisten Fällen sogar auf weniger als 0.2 %. Dieses Ergebnis deckt sich dabei mit den Daten von Wüest Partner (2023c), die zeigen, dass während der Immobilienkrise der 1990er-Jahre der Immobilienpreis in keiner der untersuchten Marktregionen um mehr als 23 % zurückging. Den stärksten Rückgang verzeichnete dabei zwischen 1991 und 2000 die Region um den Genfersee. Wäre folglich im Jahr 1991 eine Immobilie erworben und diese neun Jahre lang amortisiert worden, hätte der LTV noch immer unter 1.0 gelegen. An dieser Stelle gilt es dennoch zu beachten, dass es sich bei den Daten von Wüest Partner um einen aggregierten Mittelwert handelt. Das Risiko eines Ausfalls bleibt aber bei regulären Laufzeiten gerade im Vergleich zu anderen Risiken gering. Zudem führt eine Unterdeckung nicht direkt zur Insolvenz, da eine solche negative Eigenkapitalsituation mittels anderer Vermögensquellen potenziell abgedeckt werden kann. Letzterer Aspekt wird im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht untersucht. Grundsätzlich erhöht die Hebelwirkung des Fremdkapitals das Risiko einer Insolvenz bei einer Unterdeckung für Hypothekendarnehmer aber massgeblich. So würde sich bei einer Unterdeckung in den untersuchten Szenarien der Verlust des Eigenkapitals auf mindestens 100 % des ursprünglich eingebrachten Eigenkapitals belaufen.

**WAHRSCHEINLICHKEIT VON SCHWIERIGKEITEN BEI DER ANSCHLUSSFINANZIERUNG  
(«NEGATIVE REFINANZIERUNGSSITUATION»)**

Neben dem Risiko, dass der Wert der Hypothek (Restschuld) während der Laufzeit unterschritten wird, spielen jedoch auch potenzielle Probleme bei der Anschlussfinanzierung eine entscheidende Rolle. So kann etwa die Bank, wenn der Wert der auslaufenden Restschuld 80 % des Immobilienpreises zu dem Zeitpunkt übersteigt, ebenfalls Eigenkapitalnachsüsse verlangen, obwohl noch immer eine LTV-Ratio von über 1.0 gegeben ist. In der Praxis dürfte dieses Risiko zudem stärker ins Gewicht fallen, da Banken und andere Kreditgeber die Hypotheken während der Laufzeit möglicherweise weniger genau überwachen als bei einem Vertragsabschluss im Rahmen einer Anschlussfinanzierung. Dementsprechend kann es sein, dass eine Verschlechterung des Risikoprofils eines Hypotheknehmers unbemerkt bleibt, solange dieser den Zahlungsverpflichtungen nachkommt. Zum Zeitpunkt der Refinanzierung ist der Kreditgeber jedoch dazu verpflichtet, eine erneute Bonitätsprüfung und eine Bewertung der Immobilie durchzuführen, auch wenn eine Studie der FINMA zeigt, dass Banken teilweise von diesen Richtlinien abweichen (siehe Kapitel 3.2.2).

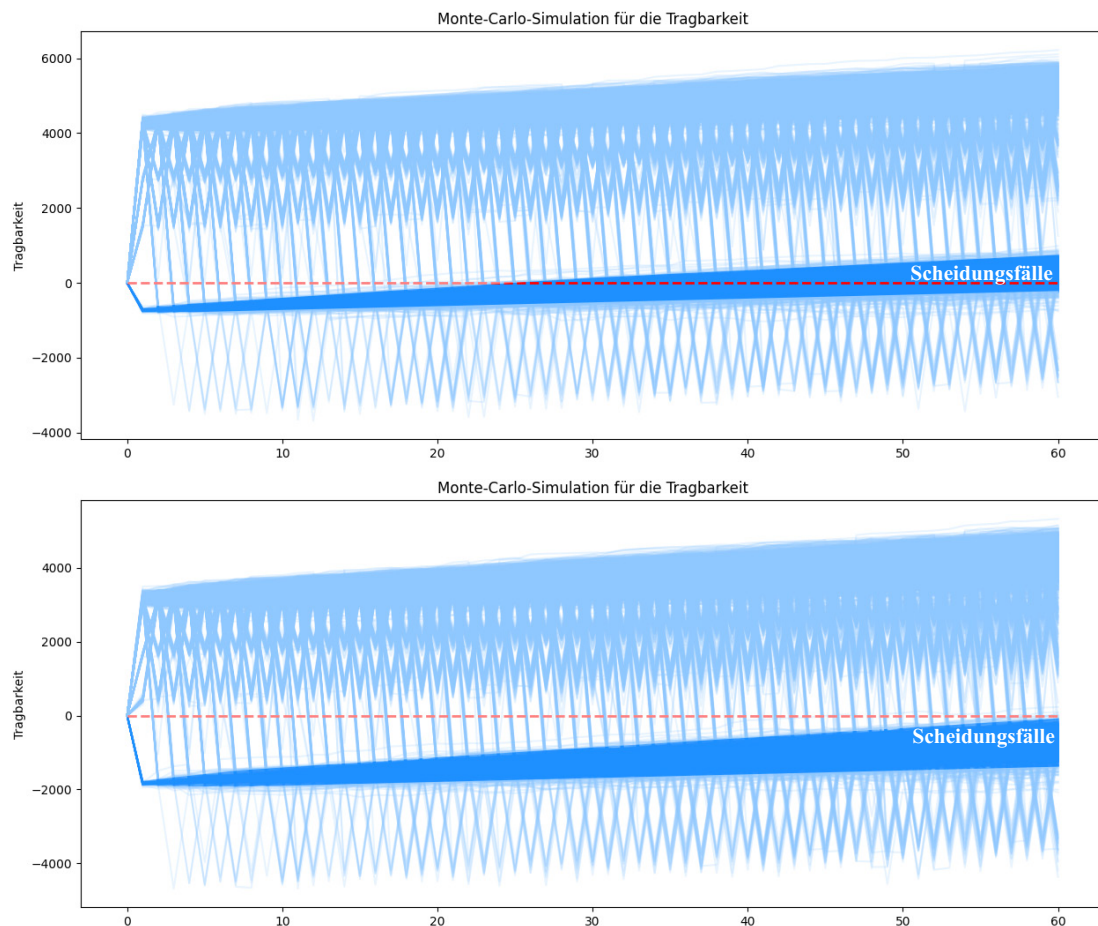
Wie die Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation zudem demonstrieren, ist das Risiko einer solchen negativen Refinanzierungssituation deutlich höher als das Risiko einer Unterdeckung. So liegt dieses für die meisten untersuchten Szenarien im niedrigen bis mittleren einstelligen Prozentbereich, wobei einzelne analysierte Objekte und Marktregionen auch eine Wahrscheinlichkeit einer negativen Refinanzierungssituation von nahezu 10 % aufweisen. Dass die Marktregion «Genfersee» höhere Werte zeigt, dürfte unter anderem auch daran liegen, dass die historischen Daten von Wüest Partner für diese Marktregion den grössten Preisrückgang aufweisen und die entsprechende Verteilung eine grössere Varianz beinhaltet (siehe Kapitel 6.1). Wie aus den Ergebnissen weiter hervorgeht, kann dieses Risiko mit einer kürzeren Laufzeit verringert werden, wenn die Zweithypothek über dieselbe Laufzeit amortisiert wird (siehe Tabelle 9). Dies hängt wiederum damit zusammen, dass, sofern kurz nach der Aufnahme der Hypothek kein Black-Swan-Ereignis eintritt, die Immobilienpreise weniger an Wert verlieren.

**WAHRSCHEINLICHKEIT EINES AUSFALLS AUFGRUND DER TRAGBARKEIT**

Während die Risiken einer Unterdeckung beziehungsweise einer negativen Refinanzierungssituation nicht durch den Immobilienpreis, das Einkommen und die Kosten (Zinsmarge, SARON und Wahl einer Festhypothek) getrieben sind, reagieren die Wahrscheinlichkeiten eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit deutlich auf die genannten Parameter.

Wie die Ergebnisse zeigen, schwanken die Ausfallwahrscheinlichkeiten stark und weisen je nach gewähltem Szenario Werte zwischen 0.0 % und 93.9 % (während der Laufzeit) beziehungsweise 0.0 % und 41.5 % (am Ende der Laufzeit) auf. Dabei ist ersichtlich, dass die Wahl einer Festhypothek das Risiko erheblich reduzieren kann, auch wenn vereinzelt bei einer Festhypothek ebenfalls noch Ausfallwahrscheinlichkeiten im zweistelligen Prozentbereich festgemacht werden können. So beträgt unter anderem das Risiko eines Ausfalls am Ende der Laufzeit aufgrund der Tragbarkeit für den Anwendungsfall der Persona 2 in Zürich mit einem Immobilienpreis von 1'000'000 CHF noch immer 22.2 %. (siehe Tabelle 8). Einer der Haupttreiber dieses Unterschiedes ist hier die Kombination aus dem Immobilienpreis, dem Einkommen des Hauptverdieners sowie der Scheidungsrate. Denn werden die letzteren Parameter gleich belassen und lediglich der Immobilienpreis verändert, kann das Risiko deutlich ansteigen. So veranschaulicht das erwähnte Beispiel der Persona 2, dass bei einem Preisanstieg von 11 % (von 900'000 CHF auf 1'000'000 CHF) die Ausfallwahrscheinlichkeit um mehr als das Neunfache ansteigt, da der Schwellenwert überschritten wird, an dem der Hauptverdiener die Immobilie am Ende der Laufzeit im Falle einer Scheidung allein tragen kann (siehe Abbildung 21). Der differierende Arbeitsort beziehungsweise die unterschiedliche Arbeitslosenquote beeinflussen diesen Wert zwar ebenfalls, aber nur marginal (siehe Tabelle 6). Die These, dass sowohl potenzielle Scheidungen als auch die Wahl einer Festhypothek das Risiko stark beeinflussen, kann anhand Persona 3 (unverheiratet) weiter belegt werden. So weist Persona 3 bei der Wahl einer Festhypothek das in der Regel tiefste Ausfallrisiko aufgrund der Tragbarkeit vor (siehe Tabelle 9). Dies liegt in erster Linie daran, dass zu Beginn der Laufzeit die Parameter bereits feststehen und keine Hypothek aufgenommen werden kann, die allein nicht tragbar ist. Das Risiko eines teilweisen Verlustes des Haushaltseinkommens ist somit lediglich durch eine potenzielle Arbeitslosigkeit gegeben. Da im Rahmen dieser Arbeit jedoch angenommen wird, dass einerseits Leistungen aus der Arbeitslosenversicherung bezogen werden können und andererseits die Wahrscheinlichkeit einer Langzeitarbeitslosigkeit von zwölf Monaten und mehr ausgeschlossen wird, ist dieses Risiko mehrheitlich überschaubar. Dahingehend kommt es nur zu einem Ausfall, wenn 70 % des Einkommens nicht mehr zur Sicherstellung der Tragbarkeit ausreichen.





**Abbildung 21:** Monte-Carlo-Simulation der Tragbarkeitsberechnung über die gesamte Laufzeit für Persona 2 mit Szenario Basel-Landschaft (oben) und Zürich (unten) (eigene Darstellung)

Wie die Analyse weiter aufzeigt, ist das Risiko, dass die Tragbarkeit während der Laufzeit nicht mehr gegeben ist, zwar höher. Aufgrund der bereits erwähnten Tatsache, dass Banken während der Laufzeit die Regeln zur Tragbarkeit aber möglicherweise weniger streng auslegen und die Kreditüberwachung unterdurchschnittlich ausgeprägt ist, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass eine mögliche Unterschreitung unbemerkt bleibt oder toleriert wird.

### ZUSAMMENFASSENDE ERGEBNISSE

Im Rahmen der Sensitivitäts- und Monte-Carlo-Analyse der einzelnen Personas wurden mehrere ausschlaggebende Erkenntnisse gewonnen und Vermutungen bestätigt:

Eine Festhypothek spielt eine entscheidende Rolle bei der Minimierung des Risikos. Dieses kann nahezu auf null gesenkt werden, indem der potenzielle Eintritt einer Scheidung in die Kalkulation einbezogen und die maximal mögliche Hypothek nicht ausgeschöpft wird. Dies geht damit einher, dass das Risiko erheblich steigt, wenn der Hauptverdiener nicht in der Lage ist, die Immobilie allein zu finanzieren. Dieses Szenario muss daher sorgfältig in der Planung berücksichtigt werden.

Die Tragbarkeit der Hypothek ist während der Laufzeit zudem mathematisch betrachtet oft gefährdet, allerdings sind Banken in der Regel häufig nur an der Gewährleistung der Tragbarkeit bei einer Anschlussfinanzierung interessiert. Eine sorgfältige Planung mit Preisfixierung (Festhypothek) kann hierbei hilfreich sein.

Weiter senken kürzere Laufzeiten zwar das Risiko einer negativen Refinanzierungssituation, doch aufgrund der höheren Amortisationszahlungen erhöht sich das Risiko der Tragbarkeit. Hierbei ist es jedoch wichtig zu beachten, dass im Rahmen dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass die Erst- und Zweithypothek dieselbe Laufzeit aufweisen. Das Risiko einer Unterdeckung kann nahezu vernachlässigt werden, da es selbst bei Anwendung von zentrierten Daten unter 2.0 % liegt. Allerdings hat der Standort der Immobilie einen erheblichen Einfluss auf das Risiko. Eine vergleichbare Immobilie in einer teuren Gemeinde kann letzteres deutlich erhöhen, selbst wenn der Preisunterschied nur marginal ist.

## 6 | Diskussion und Ausblick

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ausführlich diskutiert, wobei der Fokus auf der Beantwortung der Forschungsfrage liegt. Dafür werden zunächst die Ergebnisse anhand der Haupt- und Subfragen aufgearbeitet und erläutert, bevor auf mögliche Implikationen für zukünftige Studien eingegangen wird.

### 6.1 Diskussion der Ergebnisse

Zunächst gilt es festzuhalten, dass es sich bei den Ergebnissen der Arbeit einerseits um Prognosewerte handelt, die nicht den Anspruch einer exakten Risikomessung haben und die quantitativen Resultate andererseits auf einem ersten Prototyp basieren, der weiter ausgebaut werden kann (siehe Kapitel 6.2). Die qualitativen und quantitativen Ergebnisse bieten dennoch eine solide Grundlage zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen und liefern wichtige Erkenntnisse für weitere Untersuchungen.

- *Was sind die relevanten Variablen, die bei der Modellierung des Risikos einer Hypothek in Bezug auf ein Kreditereignis eine Rolle spielen?*

Die Ergebnisse aus der Sekundärforschung und dem Prototyp zeigen, dass bei der Modellierung des Ausfallrisikos von Hypotheken sowohl immobilien- und darlehensbezogene als auch hypothekarneherbezogene Faktoren von Relevanz sind. Die LTV-Ratio, der Zinssatz und generelle Vertragsbedingungen wie die Laufzeit und die Amortisationsplanung gehören dabei zu den bedeutendsten immobilien- und darlehensbezogenen Parametern.

Hypothekarneherbezogene Faktoren wie die finanzielle Situation, die Berufslage (Arbeitslosenquote, Selbstständigkeit etc.) sowie das Alter und der Zivilstand des Hypothekarnehmers spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Modellierung des Ausfallrisikos. Im Rahmen des angewandten Prototyps wurden jedoch bewusst finanzielle Faktoren wie Erbschaften und andere Vermögensquellen sowie die Sterberate und Vorerkrankungen ausser Acht gelassen. Dies ist damit zu begründen, dass mögliche Lösungen nach einem Ausfall sowie die Absicherung durch Renten und Versicherungen ausserhalb des Forschungsziels lagen und die analysierte Zielgruppe durch gewisse Faktoren nur in geringem Masse von den zuvor genannten Umständen betroffen ist. So liegt beispielsweise die Sterberate für die untersuchte Zielgruppe bei 0.2 % und wird vermutlich in Zukunft noch weiter sinken. Eine weiterführende und umfassendere Untersuchung könnte den Prototyp dennoch um diese hypothekarneherbezogenen Faktoren erweitern und somit ein vollständigeres Verständnis des Ausfallrisikos von Hypotheken ermöglichen (siehe Kapitel 6.2).

Wie die Resultate des Prototyps zudem nahelegen, sind die Ehedauer und die dadurch implizierte Scheidungswahrscheinlichkeit bei der Modellierung des Ausfallrisikos von Bedeutsamkeit, da diese einen nachhaltig negativen Einfluss auf das Einkommen haben. Doch auch das Einkommen selbst sowie die Laufzeit und die Wahl einer Festhypothek wirken sich stark auf das Ausfallrisiko aus. Es ist dabei anzumerken, dass eine längere Laufzeit zwar das Risiko einer Unterdeckung oder einer negativen Refinanzierungssituation erhöht, gleichzeitig aber die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls aufgrund der Tragbarkeit senkt, da tiefere Amortisationszahlungen getätigt werden müssen. Wenn (unüblicherweise) eine Laufzeit über 15 Jahre gewählt wird, sinkt das Risiko deutlich, da keine Amortisationszahlungen mehr getätigt werden müssen. Zumindest dann nicht, wenn keine weitere Zweithypothek aufgenommen wird.

Neben den erwähnten Faktoren ist es jedoch ebenso wichtig, geografische Gegebenheiten zu berücksichtigen, da die Immobilienpreise und Arbeitslosenquoten regional variieren und sich somit in unterschiedlichem Masse auf das Ausfallrisiko von Hypotheken auswirken. Ferner können makroökonomische Gegebenheiten wie die Inflation, das Bevölkerungswachstum und die Immobiliennachfrage das Ausfallrisiko von Hypotheken ebenfalls beeinflussen. Die genaue Beziehung zwischen diesen Faktoren und dem Ausfallrisiko kann jedoch komplex sein und sich je nach Kontext anders ausgestalten. Es ist dabei wichtig anzumerken, dass die Prognosen solcher makroökonomischen Treiber häufig ungenau sind und für die Schweiz teilweise unzureichend erforscht wurden. Angesichts dessen wurde im Rahmen des Prototyps auf deren Implementierung verzichtet.

- *Wie kann die Wahrscheinlichkeitsverteilung für diese Variablen geschätzt werden?*

Die Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die erwähnten Variablen kann auf unterschiedliche Weise geschehen, wobei im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Curve-Fitting basierend auf historischen Daten verwendet wurde.

Ein solches erlaubt einerseits die historische Wahrscheinlichkeitsverteilung angemessen zu berücksichtigen und andererseits mittels Datenextrapolation eine grosse Anzahl an Datenpunkten zu generieren, die im Kontext des stochastischen Monte-Carlo-Prozesses notwendig sind. Es besteht jedoch die Gefahr eines Hindsight-Bias sowie das Risiko, dass aufgrund der geringen Anzahl an historischen Daten eine suboptimale Verteilung gewählt wird. Wie die Ergebnisse zeigen, können die meisten Simulationen nicht mittels Normalverteilung geschätzt werden, da diese Fat-Tail-Ereignisse unterschätzen würde. Deswegen wurde auf eine Laplace-Verteilung für die Immobilienpreise und eine generalisierte Normal-

verteilung für die Arbeitslosenquote sowie die Zinsentwicklung zurückgegriffen. Um das Risiko des erwähnten Hindsight-Bias zu mitigieren, wurde bei der Modellierung zudem darauf geachtet, dass die Verteilungen teilweise adjustiert wurden. So wurden unter anderem die Verteilungen für die Immobilienpreise zentriert und symmetrisch gehalten, sodass negative und positive Szenarien mit gleicher Wahrscheinlichkeit eintreten können. Werden die Resultate mit den realen Entwicklungen der vergangenen Jahre verglichen, bedeutet eine solche Adjustierung zwar eine potenzielle Überschätzung der negativen Szenarien. Diese ist jedoch aus Sicht einer Risikoprognose zu bevorzugen, da es sich um eine konservativere Schätzung handelt.

Der Problematik der ungenügenden historischen Datenqualität und dem damit verbundenen Risiko einer ungeeigneten Verteilung kann mit dem Einkauf von historischen Daten bei Privatunternehmen entgegengewirkt werden (siehe Kapitel 6.2). An dieser Stelle gilt es dennoch zu betonen, dass die Daten der einzelnen Unternehmen teilweise voneinander abweichen, was zu unterschiedlichen Ergebnissen für einzelne Marktregionen führen kann. Ein möglicher Ansatz zur Beseitigung solcher Diskrepanzen besteht in der Aggregation mehrerer differierender Datensets. Als Beispiel dafür, dass sich die historischen Daten in den Simulationen widerspiegeln, kann dabei die Tatsache gesehen werden, dass die Marktregion «Genfersee» mitunter die höchsten immobilien- und darlehensbezogenen Risiken (Unterdeckung und negative Refinanzierungssituation) aufweist, was der grösseren Streuung der historischen Daten geschuldet sein dürfte. Ob es sich dabei um ein Hindsight-Bias handelt oder ob die gewählte Verteilung angemessen ist, könnte in fortführenden Validierungsstudien genauer analysiert werden (siehe Kapitel 6.2).

- *Welche Korrelationen bestehen zwischen den Variablen beziehungsweise wie muss die Monte-Carlo-Simulation aufgebaut sein?*

Angelehnt an die Ergebnisse der ersten Unterfrage kann das Modell für die Monte-Carlo-Simulation in drei Blöcke aufgeteilt werden, wobei der Erste mehrheitlich die darlehens- und immobilienbezogenen Faktoren aufgreift und der zweite und dritte Teil die hypothekarnnehmerbezogenen Parameter analysiert. Obwohl die Ergebnisse der Sekundärforschung keine klare Aussage bezüglich der Korrelation von Zinsentwicklungen und Immobilienpreisen zulassen und eine Ambivalenz gefunden werden kann, konnte im Rahmen der Datenanalyse eine Korrelation von rund -0.7 bei einem zeitlichen Versatz von zwei bis vier Quartalen, jedoch keine Kointegration, festgestellt werden. Angesichts dessen wurde die

Entwicklung des Immobilienpreises innerhalb des hier entwickelten Prototyps um eine Korrelationskomponente ergänzt, die die Zinsentwicklung auf die Immobilienpreise projiziert. Je nach gewählten Korrelationskoeffizienten kann die Abhängigkeit dabei zwischen den beiden Variablen unterschiedlich stark ausgeprägt werden. Gestützt auf den Ergebnissen der Datenanalyse und angelehnt an die Forschung von Balmer, Hoher und Schwald (2018, S. 13) wurde ein Korrelationskoeffizient von -0.6 bei einem zeitlichen Versatz von acht Quartalen gewählt, was bedeutet, dass die Zinsentwicklung die Immobilienpreise mit zwei Jahren Verzug negativ beeinflusst.

- *Was sind repräsentative Immobilienkäufer in der Schweiz und wie lassen sich diese kategorisieren?*

Wie die Resultate der Sekundärforschung zeigen, wird es für Personen in der Schweiz zunehmend schwieriger, Immobilien zu erwerben. Gerade in wirtschaftsstarken Regionen wie dem Grossraum Zürich ist ein Grossteil der inserierten Kaufobjekte mit einem durchschnittlichen Einkommen nicht tragbar. Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass in weiten Teilen der Schweiz ein Immobilienkauf der oberen Mittelschicht und Oberschicht vorbehalten ist. Eine solche Kategorisierung lässt sich dabei direkt aus den SINUS-Milieus ableiten, die Personen nicht nur nach ihrer sozialen Lage, sondern auch nach ihrer Grundorientierung einteilen. Gerade die Unterscheidung nach der Grundorientierung lässt dabei einige relevante Schlüsse in Bezug auf persönliche Vorlieben zu und kann genutzt werden, um die Parameter der gewünschten Immobilien einzugrenzen. Es ist dabei anzumerken, dass die im Kontext der Arbeit verwendeten SINUS-Milieus (Arrivierte, Postmaterielle und Performer) nicht die einzigen Typen von Immobilienkäufern in der Schweiz darstellen, aber davon ausgegangen werden kann, dass diese einen Grossteil der Zielgruppe abdecken. Die daraus abgeleiteten Personas entsprechen somit jeweils einem spezifischen Subsegment der zu analysierenden Zielgruppe und dienen in erster Linie der Veranschaulichung der Ergebnisse. Der modellierte Prototyp kann auf jegliches Szenario angewendet werden, auch wenn darauf geachtet werden muss, dass die Kombination aus Laufzeit, Ehedauer und Rentenalter realistisch bleibt.

- ***Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines Kreditereignisses für repräsentative Immobilienkäufer in der Schweiz in der aktuellen Marktsituation?***

Wie die Ergebnisse des aktuellen Forschungsstandes (siehe Kapitel 2) bereits vermuten lassen, stellt die Ausfallwahrscheinlichkeit aufgrund der Tragbarkeit während oder am Ende der Laufzeit das grösste Risiko dar. Es lassen sich zwar Szenarien finden, in denen das Risiko einer negativen Refinanzierungssituation höher ausgeprägt ist, dies resultiert jedoch hauptsächlich daraus, dass in den besagten Szenarien das Risiko der Tragbarkeit so gut wie möglich minimiert wurde. Gerade bei verheirateten Paaren sollte die Aufnahme einer Hypothek sorgfältig überdacht werden, da die Ergebnisse zeigen, dass der Einfluss einer Scheidung nicht zu unterschätzen ist. So kann die Ausfallwahrscheinlichkeit am Ende der Laufzeit (aufgrund der Tragbarkeit) bei unzureichender Planung oder ungünstigen Parametern auf über 40 % ansteigen. Eine solch hohe Ausfallwahrscheinlichkeit kann teilweise gemindert werden, indem die maximal mögliche Hypothek nicht ausgereizt wird, sodass der Hauptverdiener sie im Scheidungsfall auch allein bedienen kann. Häufig wäre es unter Berücksichtigung des bestehenden Risikos besser, nach einer kostengünstigeren Immobilie Ausschau zu halten, die zwar den Anforderungen entspricht, aber einen Puffer für die Tragbarkeitsberechnung erlaubt. Dies dürfte im aktuellen Marktumfeld jedoch schwierig sein, da die Immobilienpreise in den vergangenen Jahrzehnten stetig gestiegen sind (siehe Kapitel 3.1), was wiederum höhere Hypotheken für den Immobilienkauf erforderlich macht. Letztere dürften in Verbindung mit dem Niedrigzinsumfeld auch Gründe für das stetig wachsende Hypothekarvolumen in der Schweiz sein (siehe Abbildung 7).

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die Ergebnisse dieser Arbeit einerseits auf einem Prototypen basieren und es sich andererseits um Prognosewerte handelt. Eine reine Abstützung auf die quantitativen Ergebnisse ist somit nicht oder nur bedingt ratsam. Stattdessen sollten die Ergebnisse der qualitativen Untersuchung des Schweizer Immobilien- und Hypothekarmarktes (siehe Kapitel 3) in die Beurteilung miteinfließen. So sollte etwa bei der Beantwortung der Frage auch berücksichtigt werden, um welchen Immobilientyp es sich handelt, da sich die Wohnformen in der Schweiz langfristig potenziell ändern werden und die Nachfrage je nach Immobilientyp stark variieren kann. Gerade aufgrund der Überalterung der Schweizer Bevölkerung und dem sich wandelnden Familienbild beziehungsweise alternativer Lebensformen kann angenommen werden, dass die Nachfrage nach kleineren Immobilien in städtischen Lagen im Gegensatz zu grossen ländlichen Anwesen zunehmen wird. Insbesondere solch



langfristige Prognosen sind jedoch stets mit einer bedeutenden Unsicherheit behaftet. Nichtsdestotrotz kann festgehalten werden, dass der vorgestellte Prototyp einen ersten Einblick in eine mögliche Szenarioanalyse ermöglicht und die quantitativen Resultate (wenn auch mit Vorsicht) für eine grobe Risikoanalyse genutzt werden können. Um die Ergebnisse weiter zu präzisieren, kann der Prototyp im Rahmen von künftigen Forschungsarbeiten weiter optimiert werden.

## 6.2 Ausblick und Empfehlungen

Aufbauend auf dieser Arbeit eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten für zukünftige Studien, die unter anderem die Validierung des Prototyps oder die Berücksichtigung zusätzlicher Einflussfaktoren umfassen können. Denn wie die Arbeit zeigt, sind bei der Beantwortung der Fragestellung einige Limitationen gegeben, die entweder dem Umfang der hier stattfindenden Untersuchung oder aber der vorhandenen Datenlage geschuldet sind. So kann die Fragestellung beispielsweise auch mittels anderer Modelle wie Regressionsanalysen, multivariaten und schrittweisen Diskriminanzanalysen, Tobit- und (multinominale) Logit-Modellen analysiert werden. Hierfür sind jedoch meist historische Daten zu Hypothekenausfällen nötig, die darlehens- und hypothekarnnehmerbezogene Variablen beinhalten. Der Datenschutz könnte sich für eine derartige Aufarbeitung jedoch als Hindernis erweisen. Wird folglich der in dieser Arbeit verwendete Ansatz einer Monte-Carlo-Simulation gewählt, wird empfohlen, folgende Punkte zu beachten:

- Da keine amtlich bereitgestellten hedonischen Preisindizes vorhanden sind und die Schätzungen der einzelnen Unternehmen teilweise divergieren (Eidgenössische Finanzverwaltung, 2013, S. 27), kann entweder versucht werden, die einzelnen Daten-Samples zu aggregieren oder selbst eine langfristige Datenbasis zu erstellen. Es sei an dieser Stelle jedoch angemerkt, dass der Einkauf solcher Daten sehr kostspielig sein kann, weshalb im Rahmen dieser Arbeit auf öffentlich zu gängliche Daten zurückgegriffen wurde.
- Ergänzend zum vorhergehenden Punkt ist zu betonen, dass die für das Curve-Fitting gewählten Verteilungen stark von der Datengrundlage abhängig sind. Es empfiehlt sich demnach, eine noch grössere Datenmenge zu verwenden, sodass die Resultate dieser Arbeit validiert werden können.
- Falls neue Daten dies ermöglichen, kann auch eine Unterscheidung zwischen städtischen und ländlichen Gebieten in Betracht gezogen werden. Hierfür müssen jedoch diversifizierte Daten zu Immobilienpreisen und wenn möglich zu Lohnverteilungen gefunden werden.



Da für diese Arbeit ein erster Prototyp erarbeitet wurde, empfiehlt es sich, diesen mit zusätzlichen Berechnungen und Eingabeparametern weiterzuentwickeln. Mögliche Ansatzpunkte können hierbei in den folgenden Punkten gefunden werden:

- Grundsätzlich kann bei einer Vertiefung der Arbeit in Bezug auf die Laufzeit und die Konditionen konkreter zwischen der Erst- und der Zweithypothek unterschieden werden.
- Weiter kann der Prototyp für Personen, die kurz vor der Pensionierung stehen, optimiert werden. Die hier genutzte Version des Analysetools berechnet die Amortisationsrate bei kürzerer Laufzeit zwar automatisch, es bedarf aber einer genaueren Untersuchung der Einflusskriterien für Personen ohne oder mit geringem Einkommen (Rente).
- Der modellierte Prototyp ist lediglich für Personen mit einem fixen Einkommen, das über die gesamte Laufzeit bezogen wird, geeignet. In einer Weiterentwicklung können daher Einkommensschwankungen aufgegriffen werden, was es ermöglicht, die Einkünfte über die Laufzeit hinweg differenzierter zu modellieren (Lohnanpassungen etc.). Dadurch kann der Prototyp auch für Selbstständig-erwerbende zugänglich gemacht werden.
- Weiter kann die Arbeitslosenquote in Abhängigkeit zum Alter gebracht werden, wodurch simuliert werden kann, dass die Suche nach einer Arbeitsstelle mit steigendem Alter zunehmend schwieriger wird. Als zusätzlicher Parameter kann hierbei auch die Langzeitarbeitslosenquote hinzugezogen werden. Zudem kann eine weitere Unterscheidung zwischen einzelnen Ausbildungsniveaus und Branchen vorgenommen werden, was eine detailliertere Beurteilung des Risikos einer Arbeitslosigkeit erlaubt.
- Bei allen untersuchten Parametern kann eine Unterscheidung zwischen den Geschlechtern untersucht und gegebenenfalls implementiert werden.
- Zuletzt kann auch eine diversifizierte Analyse für unterschiedliche Immobilientypen getätigt werden. So können etwa Eigentumswohnungen und Einfamilienhäuser unterschieden oder es kann nach Preissegmenten differenziert werden.

Abschliessend gilt es aber erneut festzuhalten, dass anerkannt werden sollte, dass ein Prognose-Tool zur Risikomessung auch überdimensioniert (overengineered) sein kann, da es letztendlich immer noch auf Prognosen beruht und nicht den Anspruch einer exakten Wissenschaft erhebt. Ganz im Sinne des Sprichworts: «Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen.»

## 7 | Literaturverzeichnis

- Aktekin, T., Soyer, R., & Xu, F. (2013). Assessment of mortgage default risk via Bayesian state space models. *The Annals of Applied Statistics*, 7(3). <https://doi.org/10.1214/13-AOAS632>
- Ambrose, B. W., & Capone, C. A. (1998). Modeling the Conditional Probability of Foreclosure in the Context of Single-Family Mortgage Default Resolutions. *Real Estate Economics*, 26(3), 391–429. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00751>
- Ammann, B., & Müller, J. (2020). Wie die hohe Privatverschuldung in der Schweiz einzuordnen ist. *Avenir Suisse*. <https://www.avenir-suisse.ch/wie-die-hohe-privatverschuldung-in-der-schweiz-einzuordnen-ist/>
- Avenir Suisse. (2020). *Hypothekarvolumen in der Schweiz*. [https://avenirsuisse.imgix.net/production/uploads/2020/09/2020-09\\_Schulden-3\\_abb-03\\_de.png?auto=compress%2Cformat&ch=Save-Data&dpr=1&fit=max&w=808&s=d369755a568fb5c5ad8892d5d35c188b](https://avenirsuisse.imgix.net/production/uploads/2020/09/2020-09_Schulden-3_abb-03_de.png?auto=compress%2Cformat&ch=Save-Data&dpr=1&fit=max&w=808&s=d369755a568fb5c5ad8892d5d35c188b)
- Balmer, J., Hoher, F., & Schwald, A. (2018). *Bankenkrisen und Bankenregulierung in der Schweiz*. <https://alainschwald.ch/wp-content/uploads/2018/07/Schweizer-Immobilienblase-Ein-Kreditboom-geht-schief.pdf>
- BFS. (2022a). *Bau- und Wohnungswesen 2020*. <https://dam-api.bfs.admin.ch/hub/api/dam/assets/22304473/master>
- BFS. (2022b). *Durchschnittliche Ehedauer bei der Scheidung nach Kanton, 1984-2021*. Datenset. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/23328888>
- BFS. (2022c). *Langzeitarbeitslosigkeit—2021*. Datenset. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/22884123>
- BFS. (2022d). *Scheidungen und Scheidungshäufigkeit seit 1876*. Datenset. [https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0102020203\\_110/px-x-0102020203\\_110/px-x-0102020203\\_110.px](https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0102020203_110/px-x-0102020203_110/px-x-0102020203_110.px)
- BFS. (2022e). *Vollständige jährliche Sterbetafel (Frauen), 2013-2021*. Datenset. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/23329001>
- BFS. (2022f). *Vollständige jährliche Sterbetafel (Männer), 2013-2021*. Datenset. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/23328832>
- BFS. (2023a). *Arbeitslosenquote nach Kanton. Monatswerte*. Datenset. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/24725648>

- BFS. (2020a). *Lohnunterschied*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/loehne-erwerbseinkommen-arbeitskosten/lohniveau-schweiz/lohnunterschied.html>
- BFS. (2020b). *Schweiz-Szenarien*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/zukuenftige-entwicklung/schweiz-szenarien.html>
- BFS. (2020c). *Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz und der Kantone 2020-2050*. Bundesamt für Statistik - Szenarien zur Bevölkerung. <https://www.viz.bfs.admin.ch/assets/01/ga-01.03.01/de/index.html>
- BFS. (2022g). *Leerwohnungen*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/wohnungen/leerwohnungen.html>
- BFS. (2022h). *Lohnniveau—Grossregionen*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/loehne-erwerbseinkommen-arbeitskosten/lohniveau-grossregionen.html>
- BFS. (2022i). *Scheidungshäufigkeit*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/heiraten-eingetragene-partnerschaften-scheidungen/scheidungshaeufigkeit.html>
- BFS. (2022j). *Wohnverhältnisse*. Wohnverhältnisse. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bau-wohnungswesen/wohnungen/wohnverhaeltnisse.html>
- BFS. (2023b). *Arbeitsmarktstatus*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bildung-wissenschaft/bildungsindikatoren/themen/wirkung/arbeitsmarktstatus.html>
- BFS. (2023c). *Immobilienpreise*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/preise/immobilienpreise.html>
- BFS. (2023d). *Schweizerischer Wohnimmobilienpreisindex*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/preise/immobilienpreise.assetdetail.24105999.html>
- BFS. (2023e). *Schweizerischer Wohnimmobilienpreisindex im 4. Quartal und Jahresteuern 2022*. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/24045285>
- BFS. (2023f). *Sterblichkeit, Todesursachen*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/gesundheit/gesundheitszustand/sterblichkeit-todesursachen.html>
- BFS. (2023g). *Totalindex und Subindizes nach Objekttyp*. <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/24185071>

- Bhattacharya, A., Wilson, S. P., & Soyer, R. (2019). A Bayesian approach to modeling mortgage default and prepayment. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 1112–1124. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.047>
- Brereton, T. J., Kroese, D. P., & Chan, J. C. (2013). Monte Carlo Methods for Portfolio Credit Risk. In D. Rösch & H. Scheule (Hrsg.), *Credit Securitizations and Derivatives* (1. Aufl., S. 127–152). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118818503.ch7>
- BSV. (2023). *Wohneigentumsförderung mit Mitteln der beruflichen Vorsorge*. <https://www.bsv.admin.ch/bsv/de/home/sozialversicherungen/bv/grundlagen-und-gesetze/grundlagen/wohneigentumsfoerderung.html>
- Budliger, H. (Hrsg.). (2022). *Demografie, Wohnen, Immobilien*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-38012-0>
- Campbell, T. S., & Dietrich, J. K. (1983). The Determinants of Default on Insured Conventional Residential Mortgage Loans. *The Journal of Finance*, 38(5), 1569–1581. <https://doi.org/10.2307/2327587>
- Cokelaer, T. (2022). *FITTER documentation*. <https://fitter.readthedocs.io/en/latest/>
- Credit Suisse. (2023). *Hypothekenzinsprognosen*. <https://www.credit-suisse.com/media/newsletter/pb/documents/hypotheken/hypothekarzinsprognosen-de.pdf>
- Cunningham, D. F., & Capone, C. A. (1990). The Relative Termination Experience of Adjustable to Fixed-Rate Mortgages. *The Journal of Finance*, 45(5), 1687–1703. <https://doi.org/10.2307/2328759>
- Davidson, J., & Steffen, D. (2022). Immobilienwerte in Zeiten eines Zinsanstiegs—Effekte von Zinsänderungen (und Inflation). *Immobilienblog Hochschule Luzern*. <https://hub.hslu.ch/immobilienblog/2022/02/14/immobilienwerte-in-zeiten-eines-zinsanstiegs-effekte-von-zinsaenderungen-und-inflation/>
- Demary, M. (2017). *Immobilienwirtschaftslehre-Ökonomie*. Springer Gabler.
- Deng, Y. (1997). Mortgage Termination: An Empirical Hazard Model with a Stochastic Term Structure. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14, 309–331. <https://doi.org/10.1023/A:1007758412993>
- Eidgenössische Finanzverwaltung. (2013). *Steuerwettbewerb und Immobilienpreise in den Kantonen: Die Kapitalisierung interkantonalen Steuerbelastungsunterschiede in den Immobilienpreisen*. <https://files.static-nzz.ch/2022/05/23/3ea503de-1c30-4f36-9523-59639be667c5.pdf>

- Eidgenössische Steuerverwaltung. (2021). *Das schweizerische Steuersystem*. Schweizerische Steuerkonferenz. [ch-steuersystem\\_2021.pdf](https://www.steuer.admin.ch/de/steuersystem/2021.pdf)
- Verordnung über die Eigenmittel und Risikoverteilung der Banken und Wertpapierhäuser, (2013). <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2012/629/de>
- Elmer, P. J., & Seelig, S. A. (1999). *Insolvency, Trigger Events, and Consumer Risk Posture in the Theory of Single-Family Mortgage Default*.
- Financescout24. (2023). *Hypotheken in der Schweiz*. <https://www.financescout24.ch/de/guide/hypothek/hypothek-definition>
- FINMA. (2009). *Finanzmarktkrise und Finanzmarktaufsicht*. <https://www.finma.ch/de/~media/finma/dokumente/dokumentencenter/aufsichtsberichte-archiv/finanzmarktkrise-und-finanzmarktaufsicht-endversion.pdf?la=de>
- FINMA. (2022). *Risikomonitor 2022*. [https://www.finma.ch/de/~media/finma/dokumente/dokumentencenter/myfinma/finma-publikationen/risikomonitor/20221110-finma-risikomonitor-2022.pdf?sc\\_lang=de&hash=8388FA0079E89BDEC7C095F9E6240730](https://www.finma.ch/de/~media/finma/dokumente/dokumentencenter/myfinma/finma-publikationen/risikomonitor/20221110-finma-risikomonitor-2022.pdf?sc_lang=de&hash=8388FA0079E89BDEC7C095F9E6240730)
- FINMA. (2020). *Selbstregulierungen*. Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA. <https://www.finma.ch/de/dokumentation/selbstregulierung/anerkannte-selbstregulierung/>
- Fleury, M., Schwartz, F., & Arapovic, D. (2023). *Immobilien Schweiz – 1Q 2023*. Raiffeisen. [https://www.raiffeisen.ch/content/dam/wwwmicrosites/casa/immobilienstudien/2023/q1/Immobilien%20Schweiz%201Q23\\_DE\\_CHL.pdf](https://www.raiffeisen.ch/content/dam/wwwmicrosites/casa/immobilienstudien/2023/q1/Immobilien%20Schweiz%201Q23_DE_CHL.pdf)
- Fontana, I. (2022). Warum die Immobilienpreise in Schaffhausen tief sind. *Schaffhauser Nachrichten*. <https://www.shn.ch/diverses/zahhtag/2022-11-25/warum-die-immobilienpreise-in-schaffhausen-tief-sind>
- Foster, C., & Van Order, R. (1984). An Option-Based Model of Mortgage Default. *Housing Finance Review*, 3, 351.
- Galloway, M., Johnson, A., & Shemyakin, A. (2017). Time-to-default analysis of mortgage portfolios. *Model Assisted Statistics and Applications*, 12(4), 359–367. <https://doi.org/10.3233/MAS-170409>
- Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (1995). *Bayesian Data Analysis* (3. Aufl.). Chapman and Hall/CRC.
- Giliberto, S. M., & Houston, A. L. (1989). Relocation Opportunities and Mortgage Default. *Real Estate Economics*, 17(1), 55–69. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00473>

- Hämmerli, F. (2018). *Hypotheken: So unterschiedlich bewerten Banken die Tragbarkeit*. <https://www.handelszeitung.ch/geld/hypotheken-so-unterschiedlich-bewerten-banken-die-tragbarkeit-166063>
- Hansen, K., Hasenmaile, F., Rieder, T., & Waltert, F. (2022). *Resilienter Immobilienmarkt—Immobilienmonitor Schweiz | September 2022*. Credit Suisse. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/private-banking/docs/ch/privatkunden/eigenheim-finanzieren/credit-suisse-immobilienmonitor-2022-q3-de.pdf>
- Hansen, K., Hasenmaile, F., Rieder, T., Waltert, F., & Steffen, D. (2022). *Pandemie bremst Urbanisierung—Schweizer Immobilienmarkt 2022 | März 2022*. Credit Suisse. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/private-banking/docs/ch/privatkunden/eigenheim-finanzieren/immobilienstudie-2022-de.pdf>
- Hasenmaile, F., Lohse, A., Rieder, T., & Waltert, F. (2021). *Wie wohnt die Jugend? - Immobilienmonitor Schweiz | Juni 2021*. Credit Suisse. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/private-banking/docs/ch/privatkunden/eigenheim-finanzieren/immobilienmonitor-q2-2021-de.pdf>
- Herzog, J. P., & Earley, J. S. (1970). Home Mortgage Delinquency and Foreclosure. In *Home Mortgage Delinquency and Foreclosure*. NBER. <https://www.nber.org/books-and-chapters/home-mortgage-delinquency-and-foreclosure/front-matter-home-mortgage-delinquency-and-foreclosure>
- Hofer, K., Holzhey, M., & Mitschke, L. (2022). *UBS Luxury Property Focus 2022: Wachstumszenit überschritten*. UBS. [https://www.ubs.com/content/news/de/2022/05/17/luxury-property/\\_jcr\\_content/mainpar/toplevelgrid/col2/linklistnewlook/link.1064045804.file/PS9jb250ZW50L2RhbS9hc3NldHMvbmV3cy8yMDIyLzA1LzE3L2x1cGYtZ-GUucGRm/lupf-de.pdf](https://www.ubs.com/content/news/de/2022/05/17/luxury-property/_jcr_content/mainpar/toplevelgrid/col2/linklistnewlook/link.1064045804.file/PS9jb250ZW50L2RhbS9hc3NldHMvbmV3cy8yMDIyLzA1LzE3L2x1cGYtZ-GUucGRm/lupf-de.pdf)
- Hypothek.ch. (2023a). *Maximale Hypothek: Wie hoch ist die maximale Belehnung für Ihre Immobilie?* <https://www.hypothek.ch/maximale-hypothek-belehnung/>
- Hypothek.ch. (2023b). *Pensionierung und Hypothek—Hypothek im Alter*. <https://www.hypothek.ch/amortisation-hypothek-pensionierung/>
- Jackson, J. R., & Kaserman, D. L. (1980). Default Risk on Home Mortgage Loans: A Test of Competing Hypotheses. *The Journal of Risk and Insurance*, 47(4), 678. <https://doi.org/10.2307/252290>
- Lambrecht, B., Perraudin, W., & Satchell, S. (1997). Time to default in the UK mortgage market. *Economic Modelling*, 14(4), 485–499. [https://doi.org/10.1016/S0264-9993\(97\)00003-5](https://doi.org/10.1016/S0264-9993(97)00003-5)



- LaMorte, W. W. (2016). *Cox Proportional Hazards Regression Analysis*. [https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704\\_survival/BS704\\_Survival6.html](https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/mph-modules/bs/bs704_survival/BS704_Survival6.html)
- Lampart, D. (2023). *Die Mehrheit der Babyboomer ist bereits pensioniert. Die Demografie-Warnung ist von gestern. Bald beginnt in der Schweiz eine neue Bevölkerungsphase*. <https://www.sgb.ch/blog/blog-daniel-lampart/details/die-mehrheit-der-babyboomer-ist-bereits-pensioniert-die-demografie-warnung-ist-von-gestern-bald-beginnt-in-der-schweiz-eine-neue-bevoelkerungsphase>
- Lee, Y., Rösch, D., & Scheule, H. (2016). Accuracy of mortgage portfolio risk forecasts during financial crises. *European Journal of Operational Research*, 249(2), 440–456. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.09.007>
- Lehner, S., & Hohgardt, H. (2022). *Wohneigentum: Was macht den Traum der eigenen vier Wände aus?* Bundesamt für Wohnungswesen. [https://www.raiffeisen.ch/content/dam/wwwmicrosites/casa/zhaw-studie-eigenheim---generationentransfer/Kurzfassung\\_Studie\\_Wohneigentum\\_de\\_CHL.pdf](https://www.raiffeisen.ch/content/dam/wwwmicrosites/casa/zhaw-studie-eigenheim---generationentransfer/Kurzfassung_Studie_Wohneigentum_de_CHL.pdf)
- Lüthy, B. (2023). Immo-Experte im Interview – Wer ist wirklich schuld an der Wohnungsnot, Herr Hasenmaile? *Tages-Anzeiger*. <https://www.tagesanzeiger.ch/die-ukrainischen-fluechtlinge-haben-den-wohnungsmangel-nicht-zu-verantworten-607677131357>
- Meyer, M. (2020). Wohneigentum ist begehrt – Corona treibt die Preise hoch: Häuser werden noch teurer. *Zürichsee-Zeitung*. <https://www.tagesanzeiger.ch/corona-treibt-die-preise-hoch-haeuser-werden-noch-teurer-130905133532>
- Moille, F. (2023). *Die Bevölkerung der Schweiz wächst – aber wie lange noch?* SWI swissinfo.ch. <https://www.swissinfo.ch/ger/gesellschaft/die-bevoelkerung-der-schweiz-waechst---aber-wie-lange-noch-/48210298>
- Publisuisse. (2011). *Sinus Milieus—Arbeitsinstrument für vernetzte Marketing- und Kommunikationsplanung*. [https://blog.zhdk.ch/loop/files/2011/11/sinus\\_broschuere\\_d.pdf](https://blog.zhdk.ch/loop/files/2011/11/sinus_broschuere_d.pdf)
- Quercia, R. G., & Stegman, M. A. (1992). Residential Mortgage Default: A Review of the Literature. *Journal of Housing Research*, 3(2), 341–379.
- Raiffeisen. (2021). *Eigenheimträume platzen, nicht aber die Immobilienblase*. <https://www.raiffeisen.ch/rch/de/ueber-uns/news/rch/eigenheimtraeume-platzen.html>
- Raiffeisen. (2023). *SNB steht vor einem weiteren Zinsschritt Q1 2023*. <https://www.raiffeisen.ch/casa/de/immobilienmarkt-schweiz/zinsprognosen/aktuelle-prognosen.html>

- Rehberg-Sossidi, M. (2022). *Verdichtetes Bauen—Dilemma der Zersiedelung – jeder will mehr Wohnraum*. Schweizer Radio und Fernsehen (SRF). <https://www.srf.ch/news/schweiz/verdichtetes-bauen-dilemma-der-zersiedelung-jeder-will-mehr-wohnraum>
- Samuelson, P. A., & Solow, R. M. (1960). Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. *The American Economic Review*, 50(2), 177–194.
- Schirm-Gasser, C. (2021). *Was Immobilien kosten: Preisvergleich in der Schweiz*. Handelszeitung. <https://www.handelszeitung.ch/geld/was-immobilien-kosten-preisvergleich-in-der-schweiz-337230>
- Schnorf, P. (2022). *Dreht der Wind am Markt für Wohneigentum?* Wüest Partner. <https://www.wuestpartner.com/ch-de/2022/02/14/wohneigentum-dreht-der-win/>
- Schweizerische Bankiervereinigung. (2014). *Richtlinien für die Prüfung, Bewertung und Abwicklung grundpfandgesicherter Kredite*. <https://www.finma.ch/de/~media/189eee2a5570448fbee3c6664d298e9e.ashx?h=16&thn=1&w=16>
- Schweizerische Bankiervereinigung. (2019a). *Richtlinien für die Prüfung, Bewertung und Abwicklung grundpfandgesicherter Kredite*. [https://www.swissbanking.ch/\\_Resources/Persistent/d/9/7/1/d9714b65e4d51b8ff7df0af2a9543b0c035d1c66/SBVg\\_Richtlinien\\_f%C3%BCr\\_die%20Pr%C3%BCfung\\_Bewertung\\_und\\_Abwicklung\\_grundpfandgesicherter\\_Kredite\\_DE.pdf](https://www.swissbanking.ch/_Resources/Persistent/d/9/7/1/d9714b65e4d51b8ff7df0af2a9543b0c035d1c66/SBVg_Richtlinien_f%C3%BCr_die%20Pr%C3%BCfung_Bewertung_und_Abwicklung_grundpfandgesicherter_Kredite_DE.pdf)
- Schweizerische Bankiervereinigung. (2019b). *Regulierung des Hypothekarmarkts*. <https://www.swissbanking.ch/de/themen/regulierung-compliance/hypothekarmarkt>
- Schweizerische Bankiervereinigung. (2019c). *Richtlinien betreffend Mindestanforderungen bei Hypothekarfinanzierungen*. [https://www.swissbanking.ch/\\_Resources/Persistent/0/e/3/f/0e3fe72b0bdc557fef84893287ece62b37172e4c/SBVg\\_Richtlinien\\_betreffend\\_Mindestanforderungen\\_bei\\_Hypothekarfinanzierungen\\_DE.pdf](https://www.swissbanking.ch/_Resources/Persistent/0/e/3/f/0e3fe72b0bdc557fef84893287ece62b37172e4c/SBVg_Richtlinien_betreffend_Mindestanforderungen_bei_Hypothekarfinanzierungen_DE.pdf)
- SECO. (2023a). *Arbeitslosenzahlen*. [https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Publicationen\\_Dienstleistungen/Publicationen\\_Formulare/Arbeit/Arbeitslosenversicherung/Die%20Lage%20auf%20dem%20Arbeitsmarkt/arbeitsmarkt\\_2023/alz\\_03\\_2023.pdf.download.pdf/alz\\_03\\_2023\\_de.pdf](https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Publicationen_Dienstleistungen/Publicationen_Formulare/Arbeit/Arbeitslosenversicherung/Die%20Lage%20auf%20dem%20Arbeitsmarkt/arbeitsmarkt_2023/alz_03_2023.pdf.download.pdf/alz_03_2023_de.pdf)
- SECO. (2023b). *Statistiken zur Arbeitslosigkeit und Erwerbslosigkeit*. <https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/wirtschaftslage---wirtschaftspolitik/Wirtschaftslage/Arbeitslosenzahlen.html>
- SINUS Markt- und Sozialforschung. (2023a). *Sinus-Milieus – Der Goldstandard der Zielgruppensegmentation*. Sinus-Milieus – Der Goldstandard der Zielgruppensegmentation. <https://www.sinus-institut.de/sinus-milieus>



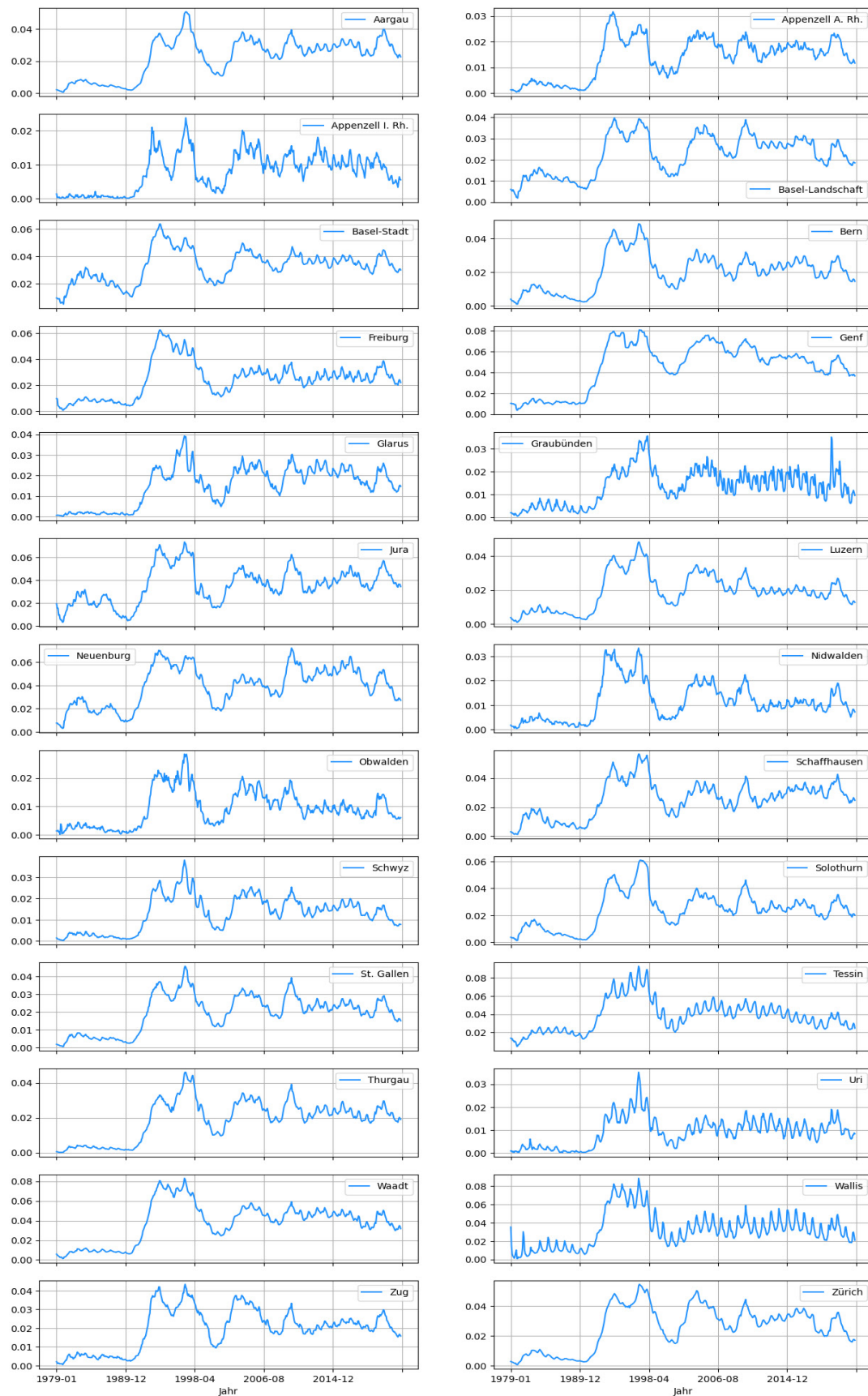
- SINUS Markt- und Sozialforschung. (2023b). *Sinus-Milieus International*. Sinus-Milieus International. <https://www.sinus-institut.de/sinus-milieus/sinus-milieus-international>
- SINUS Markt- und Sozialforschung. (2023c). *Sinus-Milieus Schweiz*. Sinus-Milieus Schweiz. <https://www.sinus-institut.de/sinus-milieus/sinus-milieus-schweiz>
- SINUS Markt- und Sozialforschung. (2023d). *SVIT Schweiz*. Die Sinus-Milieus in der Schweiz. <https://sinus-milieus.ch/svit-schweiz/>
- SNB. (2023a). *Historische Zeitreihen*. [https://www.snb.ch/n/mmr/reference/histz\\_banken/source/histz\\_banken.n.xls](https://www.snb.ch/n/mmr/reference/histz_banken/source/histz_banken.n.xls)
- SNB. (2023b). *Historische Zeitreihen 4: Zinssätze und Renditen*. Datenset. [https://www.snb.ch/n/mmr/reference/histz\\_rd/source/histz\\_rd.n.xls](https://www.snb.ch/n/mmr/reference/histz_rd/source/histz_rd.n.xls)
- SNB. (2023c). *Repo-Referenzzinssätze*. Datenset. [https://data.snb.ch/de/topics/ziredev/cube/zirepo?fromDate=2009-01-01&toDate=2023-04-14&dimSel=D0\(H0\)](https://data.snb.ch/de/topics/ziredev/cube/zirepo?fromDate=2009-01-01&toDate=2023-04-14&dimSel=D0(H0))
- SNB. (2023d). *Repo-Referenzzinssätze*. Datenset. [https://data.snb.ch/de/topics/ziredev/cube/zirepo?fromDate=2009-01-01&toDate=2023-04-14&dimSel=D0\(H0\)](https://data.snb.ch/de/topics/ziredev/cube/zirepo?fromDate=2009-01-01&toDate=2023-04-14&dimSel=D0(H0))
- SNB. (2023e). *Bruttoinlandprodukt nach Verwendungsart – nominal | Datenportal der SNB*. [https://data.snb.ch/de/topics/uvo/cube/gdpap?fromDate=2021-Q1&toDate=2021-Q4&dimSel=D1\(BBIP\),D0\(WMF,VVP\)](https://data.snb.ch/de/topics/uvo/cube/gdpap?fromDate=2021-Q1&toDate=2021-Q4&dimSel=D1(BBIP),D0(WMF,VVP))
- SNB. (2023f). *Reinvermögen der privaten Haushalte – Jahr | Datenportal der SNB*. <https://data.snb.ch/de/topics/uvo/chart/frsekgevehuch>
- SNB. (2023g). *Vermögensbilanz der privaten Haushalte – Jahr | Datenportal der SNB*. [https://data.snb.ch/de/topics/uvo/cube/frsekgevehup?fromDate=2008&toDate=2017&dimSel=D1\(T0,IMM,T1,HYP,RVM\)](https://data.snb.ch/de/topics/uvo/cube/frsekgevehup?fromDate=2008&toDate=2017&dimSel=D1(T0,IMM,T1,HYP,RVM))
- SNB. (2023h). *Verpflichtungen der privaten Haushalte – Jahr | Datenportal der SNB*. <https://data.snb.ch/de/topics/uvo/chart/frsekphupooevch>
- Soyer, R., & Xu, F. (2010). Assessment of mortgage default risk via Bayesian reliability models. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 26(3), 308–330. <https://doi.org/10.1002/asmb.849>
- Stange-Benz, L. (2021). Sinus-Milieus—Auf der Suche nach der Zielgruppe. *startuca-tion – der Blog von start!up consulting*. <https://blog.start-up-berater.de/sinus-milieus/>
- swissinfo.ch. (2001). *Nicht die Liebe, das neue Recht hält Schweizer Paare zusammen*. SWI swissinfo.ch. <https://www.swissinfo.ch/ger/nicht-die-liebe--das-neue-recht-haelt-schweizer-paare-zusammen/2155050>

- The SciPy community. (2023a). *Scipy.stats.ks\_2samp*. [https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.ks\\_2samp.html](https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.stats.ks_2samp.html)
- The SciPy community. (2023b). *Statistical functions (scipy.stats)*. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/stats.html>
- Tsatsaronis, K., & Zhu, H. (2004). What Drives Housing Price Dynamics: Cross-Country Evidence. *BIS Quarterly Review, March*. [https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r\\_qt0403f.pdf](https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt0403f.pdf)
- Tuor, R. (2003). *Genauigkeit versus Rechenaufwand—Ein Vergleich Monte-Carlo-basierter Value-at-Risk-Methoden*. Universität St. Gallen. <https://www.e-helvetica.nb.admin.ch/api/download/urn%3Anbn%3Ach%3Aabel-9251%3Adis2834.pdf/dis2834.pdf>
- UBS. (2022a). *Immobilienmarkt Schweiz—Aktuelle Informationen zum Schweizer Immobilienmarkt*. <https://www.ubs.com/ch/de/private/mortgages/real-estate.html>
- UBS. (2022b). *UBS Global Real Estate Bubble Index: Auf der Kippe*. <https://www.ubs.com/global/de/media/display-page-ndp/de-20221012-ubs-bubble-index.html>
- UBS. (2023). *Zinsprognose für Hypotheken*. <https://www.ubs.com/ch/de/private/mortgages/information/brochures-and-publications/interest-forecast.html>
- Valuu. (2023a). *Hypothekarmodelle im Vergleich*. <https://valuu.ch/de/hypothek/hypothekarmodelle>
- Valuu. (2023b). *SARON Hypothek: Feste Laufzeit & variabler Zinssatz*. <https://valuu.ch/de/hypothek/hypothekarmodelle/saron-hypothek>
- Valuu. (2023c). *Variable Hypothek*. <https://valuu.ch/de/hypothek/hypothekarmodelle/variable-hypothek>
- Valuu. (2023d). *Zinsprognose Hypothekarzinsen Q1 2023 | Valuu*. <https://valuu.ch/de/hypothek/hypothekarzinsen/zinsprognose>
- Vandell, K. D. (1978). Default Risk Under Alternative Mortgage Instruments. *The Journal of Finance*, 33(5), 1279–1296. <https://doi.org/10.2307/2327266>
- Vandell, K. D., & Thibodeau, T. (1985). Estimation of Mortgage Defaults Using Disaggregate Loan History Data. *AREUEA Journal: Journal of the American Real Estate & Urban Economics Association*, 13(3), 292–316. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00356>
- Vollenweider, D. (2023). Immobilienexperte warnt «Wohnungsknappheit führt zu sozialen Spannungen». *Blick*. <https://www.blick.ch/wirtschaft/immobilienexperte-warnt-wohnungsknappheit-fuehrt-zu-sozialen-spannungen-id18361031.html>

- Webb, B. G. (1982). Borrower Risk Under Alternative Mortgage Instruments. *The Journal of Finance*, 37(1), 169–183. <https://doi.org/10.2307/2327124>
- Weingartner, S. (2021). *Flucht aus der Stadt oder Mangel an Wohnraum?* Kanton Zürich. <https://www.zh.ch/de/news-uebersicht/mitteilungen/2021/politik-staat/statistik/flucht-aus-der-stadt-oder-mangel-an-wohnraum-.html>
- Wenger, A. (2023a). *Eigenheimfinanzierung mit Pensionskassengeldern*. <https://www.vermoegenszentrum.ch/wissen/eigenheimfinanzierung-mit-pensionskassengeldern>
- Wenger, A. (2023b). *Saron-Hypothek: Das sollten Sie wissen*. <https://www.vermoegenszentrum.ch/wissen/saron-hypothek-das-sollten-sie-wissen#a>
- Wohltmann, H.-W. (2023). *Definition: Phillips-Kurve*. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/phillips-kurve-42714>; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/phillips-kurve-42714>
- Wüest Partner. (2023a). *Immobilienpreisindizes ab 1970*. [https://www.wuest.io/online\\_services\\_classic/angebotspreisindex/information/pdf/Methodenbeschreibung.pdf](https://www.wuest.io/online_services_classic/angebotspreisindex/information/pdf/Methodenbeschreibung.pdf)
- Wüest Partner. (2023b). *Wüest Indices—Angebotspreisindex*. [https://www.wuest.io/online\\_services\\_classic/angebotspreisindex/index.phtml](https://www.wuest.io/online_services_classic/angebotspreisindex/index.phtml)
- Wüest Partner. (2023c). *Wüest Indices—Transaktionspreisindex*. [https://www.wuest.io/online\\_services\\_classic/transaktionspreisindex/index.phtml](https://www.wuest.io/online_services_classic/transaktionspreisindex/index.phtml)
- Wüest Partner. (2023d). *Wüest Partner—Marktregionen*. [https://www.wuest.io/online\\_services\\_classic/angebotspreisindex/information/index.phtml](https://www.wuest.io/online_services_classic/angebotspreisindex/information/index.phtml)
- Zorn, P. M., & Lea, M. J. (1989). Mortgage Borrower Repayment Behavior: A Microeconomic Analysis with Canadian Adjustable Rate Mortgage Data. *Real Estate Economics*, 17(1), 118–136. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00477>

## 8 | Appendix

### A - Arbeitslosenquote zwischen 1975 und 2023 (unterteilt nach Kantonen)



**B – Auszug auf dem Jupyter-Notebook zur Simulation der Monte-Carlo-Analyse**

```
import pandas as pd
import seaborn as sns
import numpy as np
import random
import pylab
import pickle
import csvwriter
import openpyxl
import time
import datetime
from datetime import datetime
import matplotlib as mpl
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
import matplotlib.cm as cm
from matplotlib.ticker import PercentFormatter
%matplotlib inline
from itertools import product
import plotly.express as px
import plotly.graph_objects as go
from SALib.sample import saltelli
from SALib.analyze import sobol
import math
from math import exp, sqrt, log
from fitter import Fitter, get_common_distributions, get_distributions
import sqlite3
from sqlite3 import Error
import scipy
from scipy import stats
from scipy.stats import shapiro
from scipy.stats import boxcox
from scipy.stats import t
from scipy.stats import laplace
from scipy.stats import laplace_asymmetric
from scipy.stats import norm
from scipy.stats import gennorm
from scipy.stats import skewcauchy
from scipy.stats import genhyperbolic
from scipy.stats import anderson
from scipy.stats import ks_2samp
from scipy.stats import bernoulli
from scipy.signal import savgol_filter
from scipy.optimize import curve_fit
import statsmodels.api as sm
import statsmodels.api as smi
import statsmodels.formula.api as smf
import statsmodels.stats.api as sms
from statsmodels.regression.linear_model import OLS
from statsmodels.stats.stattools import jarque_bera
from statsmodels.stats.stattools import durbin_watson
from statsmodels.stats.diagnostic import het_white
from statsmodels.tsa.ar_model import AR
from statsmodels.tsa.stattools import adfuller
from statsmodels.tsa.stattools import grangercausalitytests
from statsmodels.tsa.tsatools import (lagmat, add_trend)
from statsmodels.formula.api import logit
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf
from statsmodels.stats.diagnostic import acorr_ljungbox
from sklearn import mixture
from sklearn.cluster import KMeans
```

```

from sklearn.datasets import make_moons
from sklearn.datasets import make_circles
from sklearn.datasets import make_blobs
from sklearn.decomposition import PCA
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.linear_model import Ridge
from sklearn.linear_model import RidgeCV
from sklearn.linear_model import Lasso
from sklearn.linear_model import LassoCV
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
from sklearn.metrics import r2_score
from sklearn.metrics import make_scorer, roc_auc_score, accuracy_score, precision_score, recall_score,
f1_score
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, r2_score
from sklearn.metrics import mean_squared_error
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.preprocessing import PowerTransformer
from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
from IPython.display import display
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
import plotly.graph_objs as go
from plotly import tools
from plotly.subplots import make_subplots
import plotly.offline as py
import warnings
warnings.simplefilter("ignore")

```

```
#-----
```

```

Immopreise_EFH_all = pd.read_excel('EFH_TPI_all.xls', sheet_name='Delta_clean')
Immopreise_EFH_all = Immopreise_EFH_all.set_index(Immopreise_EFH_all['Jahr'])
Immopreise_EFH_all = Immopreise_EFH_all.drop(['Jahr'], axis=1)
Immopreise_ETW_all = pd.read_excel('ETW_TPI_all.xls', sheet_name='Delta_clean')
Immopreise_ETW_all = Immopreise_ETW_all.set_index(Immopreise_ETW_all['Jahr'])
Immopreise_ETW_all = Immopreise_ETW_all.drop(['Jahr'], axis=1)
Immopreise_pct = pd.concat([Immopreise_ETW_all, Immopreise_EFH_all])
Arbeitslosenquote = pd.read_excel('Arbeitslosenquote.xlsx', sheet_name='Werte')
Arbeitslosenquote = Arbeitslosenquote.set_index(Arbeitslosenquote['Jahr'])
Arbeitslosenquote = Arbeitslosenquote.drop(['Jahr'], axis=1)
Arbeitslosenquote = Arbeitslosenquote/100
Arbeitslosenquote = Arbeitslosenquote.dropna()
Arbeitslosenquote = Arbeitslosenquote.sort_index(axis=1)
Arbeitslosenquote_delta = Arbeitslosenquote.diff(periods=3).fillna(0)
Arbeitslosenquote_delta = Arbeitslosenquote_delta.tail(-3)
SARON_LIBOR = pd.read_excel('SARON_LIBOR.xlsx', sheet_name='Combined')
SARON_LIBOR = SARON_LIBOR.set_index(SARON_LIBOR['Datum'])
SARON_LIBOR = SARON_LIBOR.drop(['Datum'], axis=1)
SARON_LIBOR = SARON_LIBOR.tail(-1)
Scheidungsrate = pd.read_excel('Scheidungen.xlsx', sheet_name='Scheidungsrate')
Scheidungsrate['Jahre'] = Scheidungsrate['Jahre']*4
Scheidungsrate = Scheidungsrate.rename(columns={'Jahre': 'Quartale'})
Scheidungsrate = Scheidungsrate.set_index(Scheidungsrate['Quartale'])
Scheidungsrate = Scheidungsrate.drop(['Quartale'], axis=1)
Scheidungsrate = Scheidungsrate.reindex(range(Scheidungsrate.index.max() + 1))
Scheidungsrate = Scheidungsrate.ffill()

```

```
#-----
```

```

samples_1_all_adj={}
for col in Immopreise_pct:
    loc_1, scale_1 = laplace.fit(Immopreise_pct[col])
    samples_1_all_adj[col] = laplace.rvs(0, scale_1, size=1000000)

samples_gen_all_zins = {}
beta_lib, loc_gen_lib, scale_gen_lib = gennorm.fit(SARON_LIBOR['Delta'])
samples_gen_all_zins = gennorm.rvs(beta_lib, loc_gen_lib, scale_gen_lib, size=1000000)

samples_gen_all_alq={}
for col in Arbeitslosenquote_delta:
    Inspec_alq = np.linspace(-0.03, 0.03, len(Arbeitslosenquote_delta[col]))
    beta_alq, loc_gen_alq, scale_gen_alq = gennorm.fit(Arbeitslosenquote_delta[col])
    samples_gen_all_alq[col] = gennorm.rvs(beta_alq, loc_gen_alq, scale_gen_alq, size=1000000)

#-----

def Ausfallrisiko_Hypothek_4(Laufzeit, Szenarien, Immobilienpreis, Kanton_Immo, SARON_aktuell,
Marge, Festhypotek, Einkommen_1, Einkommen_2, Kanton_1, Kanton_2, Faktor_Ausbildung_1, Fak-
tor_Ausbildung_2, Ehejahre):

    #Random Seed aus
    #np.random.seed(42)
    #random.seed(42)

    #-----

    #Zufälliges Ziehen aus gefitteten Verteilungen
    random_preis = np.random.choice(samples_1_all_adj[Kanton_Immo], size=(Laufzeit+1, Szenarien),re-
place=True)

    random_alq_1 = np.random.choice(samples_gen_all_alq[Kanton_1], size=(Laufzeit+1, Szenarien),re-
place=True)
    random_alq_2 = np.random.choice(samples_gen_all_alq[Kanton_2], size=(Laufzeit+1, Szenarien),re-
place=True)

    random_zins = np.random.choice(samples_gen_all_zins, size=(90*(Laufzeit+1)*Szenarien),repla-
ce=True)
    random.shuffle(random_zins)
    quartale_summe = random_zins[: (Laufzeit+1)*Szenarien*90].reshape(Laufzeit+1, Szenarien, 90)
    quartale = np.sum(quartale_summe, axis=-1)

    #-----

    #Initialisieren der diversen Arrays
    Preis = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
    Preis[0,:] = Immobilienpreis

    alq_1 = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
    alq_1[0,:] = Arbeitslosenquote[Kanton_1][-1]
    alq_1_bin = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
    alq_1_bin[0,:] = 0

    alq_2 = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
    alq_2[0,:] = Arbeitslosenquote[Kanton_2][-1]
    alq_2_bin = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
    alq_2_bin[0,:] = 0

    SARON_Verlauf = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
    SARON_Verlauf[0,:] = (SARON_aktuell)

```



```
Zinsrate = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Zinsrate[0,:] = 0
```

```
Zinskosten = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Zinskosten[0,:] = 0
```

```
Amortisation = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Amortisation[0,:] = 0
```

```
Unterhalt = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Unterhalt[0,:] = 0
```

```
Kosten = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Unterhalt[0,:] = 0
```

```
Einkommen_P1 = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Einkommen_P1[0,:] = Einkommen_1/4
Einkommen_P2 = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Einkommen_P2[0,:] = Einkommen_2/4
Einkommen_Tot = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
Einkommen_Tot[0,:] = Einkommen_1+Einkommen_2
```

```
Tragbarkeit = np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
```

```
#-----
```

#### **#Berechnen der Hypothek über die Laufzeit**

```
Hypothek = np.array([])
Hypothek_2 = np.ones((Szenarien, Laufzeit+1))
for i in range(1, Laufzeit+1):
    Hypothek = np.append(Hypothek, max(Immobilienpreis*(0.8-0.15/min(Laufzeit, 60)*4/4*i), Immobili-
    lienpreis*0.65))
Hypothek = np.insert(Hypothek, 0, Immobilienpreis*0.8)
Hypothek_2 = Hypothek[:, np.newaxis] * Hypothek_2.T
Hypothek_2 = Hypothek_2.transpose()
Hypothek_Ende = Hypothek[-1]
#-----
```

#### **#Stochastischer Prozess der Kosten**

```
for i in range(1, Laufzeit+1):
    if i <= 60:
        if Laufzeit <= 60:
            Amortisation[i,:] = Immobilienpreis*0.15/Laufzeit
        else:
            Amortisation[i,:]= Immobilienpreis*0.15/60
    else:
        Amortisation[i,:] = 0

    if Festhypotek == 'nein':
        SARON_Verlauf[i,:] = ((SARON_Verlauf[i-1,:] + quartale[i,:]))
        Zinsrate[i,:] = (np.maximum(SARON_Verlauf[i,:], 0) + Marge)
    else:
        SARON_Verlauf[i,:] = ((SARON_Verlauf[i-1,:] + quartale[i,:]))
        Zinsrate[i,:] = Marge

Zinskosten[i,:] = (Zinsrate[i,:]/100 * Hypothek[i-1])/4
```



**#Semi - stochastischer Prozess der Preise in Abhängigkeit der Zinsen**

```
lag = np.roll(SARON_Verlauf, 8, axis=0)
correlation = -0.6
random_component = correlation * (random_preis - np.mean(random_preis)) * (lag - np.mean(lag))
```

```
for i in range(1, Laufzeit+1):
```

```
    Preis[i,:] = Preis[i-1,:] * (1 + random_preis[i-1,:] - 0.3 * random_component[i-1,:])
    Endpreis = Preis[-1,:]
```

**#Unterhalt und Total-Kosten**

```
Unterhalt[i,:] = Preis[i,:] * 0.01/4
```

```
Kosten[i,:] = Amortisation[i,:] + Unterhalt[i,:] + Zinskosten[i,:]
```

```
for i in range(Szenarien):
```

```
    plt.rcParams["figure.figsize"] = (15, 6)
    plt.plot(Preis[:,i], color='dodgerblue', alpha=0.2)
```

**#Erster Plot (zur Darstellung der Preisentwicklung inkl. Schwellenwert)**

```
plt.plot(Hypothek, color='r', linestyle='dashed', linewidth=2)
plt.plot(Hypothek/0.8, color='#FDA171', linestyle='dashed', linewidth=3)
plt.xlabel('Quartal')
plt.ylabel('Preis')
plt.title(f'Monte-Carlo-Simulation für Immobilienpreise in {Kanton_Immo} anhand einer zentrierten Laplace Verteilung')
plt.savefig(f'Immobilienpreis_{col}.png')
plt.show()
```

**#Zweiter Plot (zur Darstellung der Verteilung der Endpreise inkl. Schwellenwert und Startpreis)**

```
plt.hist(Endpreis, bins='auto', color='dodgerblue')
plt.axvline(Immobilienpreis*0.8, color='#FDA171', linestyle='dashed', linewidth=2)
plt.axvline(Immobilienpreis*0.65, color='r', linestyle='dashed', linewidth=2)
plt.axvline(Immobilienpreis, color='b', linestyle='dashed', linewidth=2)
plt.savefig(f'Immobilienpreis_Verteilung_{col}.png')
plt.title(f'Verteilung der Immobilienpreise am Ende der Laufzeit')
plt.show()
```

```
#-----
```

**#Stochastischer Prozess des Einkommens****#Scheidungsrate über die Zeit modellieren**

```
div_bin=np.zeros((Laufzeit+1, Szenarien))
for i in range(Ehejahre*4, Ehejahre*4+Laufzeit+1):
    for j in range(Szenarien):
        div_bin[i-(Ehejahre*4),j] = np.minimum(div_bin[i-(Ehejahre*4)-1,j]+np.random.binomial(1,
Scheidungsrate[«Rate»].iloc[i]/4),1) #0= keine Scheidung 1= Scheidung - nicht mehr als 1 Scheidung mög-
lich in diesem Szenario
```

```
for i in range(1, Laufzeit+1):
```

```
    alq_1[i,:] = np.maximum(alq_1[i-1,:]+random_alq_1[i-1,:],0)
    alq_2[i,:] = np.maximum(alq_2[i-1,:]+random_alq_2[i-1,:],0)
```

```
alq_1_bin[i,:] = np.random.binomial(1, alq_1[i,:]/Faktor_Ausbildung_1)
alq_2_bin[i,:] = np.random.binomial(1, alq_2[i,:]/Faktor_Ausbildung_2)
```

```
Einkommen_P1[i,:] = Einkommen_P1[0,:]-alq_1_bin[i,:]*0.3*Einkommen_P1[0,:]
Einkommen_P2[i,:] = Einkommen_P2[0,:]-alq_2_bin[i,:]*0.3*Einkommen_P2[0,:]
Einkommen_Tot[i,:] = Einkommen_P1[i,:] + Einkommen_P2[i,:]*(1-div_bin[i,:])
```

```
#-----
```

**#Berechnung der Tragbarkeit**

```

for i in range(1, Laufzeit+1):
    Tragbarkeit[i,:] = (Einkommen_Tot[i,:]/3) - Kosten[i,:]
    Tragbarkeit_Ende = Tragbarkeit[-1,:]

for i in range(Szenarien):
    plt.rcParams["figure.figsize"] = (15, 6)
    #plt.plot(Kosten[:,i],alpha=0.2)
    #plt.plot(Einkommen_Tot[:,i],alpha=0.2)
    plt.plot(Tragbarkeit[:,i], color='dodgerblue', alpha=0.2)

```

**#Dritter Plot (zur Darstellung der Entwicklung der Tragbarkeit)**

```

plt.ylabel('Tragbarkeit')
plt.title(f'Monte-Carlo-Simulation für die Tragbarkeit')
plt.hlines(y=0, xmin=0, xmax=Laufzeit,color='r', linestyle='dashed', linewidth=2)
#plt.savefig(f'Tragbarkeit_{col}.png')
plt.show()

```

```

#-----

```

**#Diverse Ausfallswahrscheinlichkeiten**

```

Ausfälle = sum(Preis < Hypothek_2.T)
Ausfälle_nr = np.count_nonzero(Ausfälle)
Ausfälle_pct = (Ausfälle_nr / Szenarien) *100

```

```

Wertverlust = sum(Endpreis < Immobilienpreis)
Wertverlust_pct = (Wertverlust / Szenarien) *100

```

```

Anschluss = sum(Endpreis < Hypothek_Ende/0.8)
Anschluss_pct = (Anschluss / Szenarien) *100

```

```

Ausfälle_Tragebarkeit = sum(Tragebarkeit < 0)
Ausfälle_Tragebarkeit_nr = np.count_nonzero(Ausfälle_Tragebarkeit)
Ausfälle_Tragebarkeit_pct = (Ausfälle_Tragebarkeit_nr / Szenarien) *100

```

```

Bonität = sum(Tragebarkeit_Ende < 0)
Bonität_pct = (Bonität / Szenarien) *100

```

```

#-----

```

**#Ausgeben der Ausfallwahrscheinlichkeiten**

```

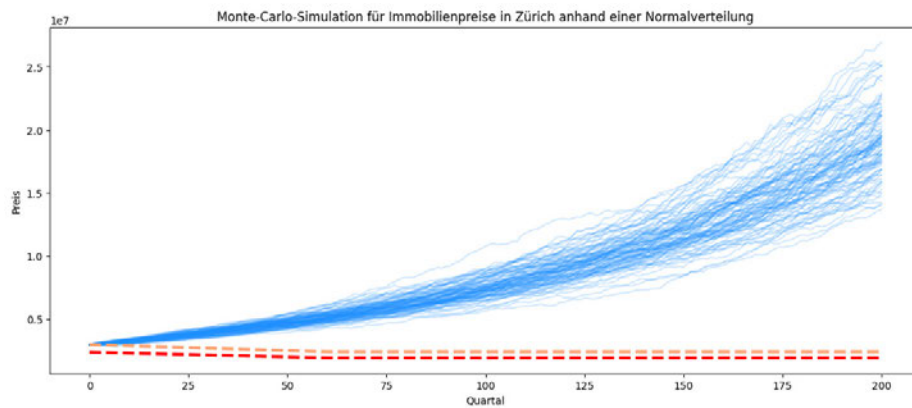
print('LTV')
print(f»{Ausfälle_nr} von {Szenarien} Szenarien fallen unter den Schwellenwert (Hypothek). Das entspricht {Ausfälle_pct:.1f}%»)
#print(f»{Wertverlust} von {Szenarien} Szenarien sind am Ende der Laufzeit weniger wert. Das entspricht {Wertverlust_pct:.1f}%»)
print(f» Bei {Anschluss} von {Szenarien} Szenarien kann es im Rahmen einer Anschlussfinanzierung zu Problemen aufgrund des Immobilienpreises kommen. Das entspricht {Anschluss_pct:.1f}%»)
print()
print('Tragebarkeit')
print(f»Bei {Ausfälle_Tragebarkeit_nr} von {Szenarien} Szenarien ist die Tragebarkeit irgendwann während der Laufzeit nicht mehr gegeben. Das entspricht {Ausfälle_Tragebarkeit_pct:.1f}%»)
print(f»Bei {Bonität} von {Szenarien} Szenarien ist die Tragebarkeit am Ende der Laufzeit nicht mehr gegeben. Das entspricht {Bonität_pct:.1f}%»)

```

**C – Auswahl des Datensets basierend auf Monte-Carlo-Simulationen**

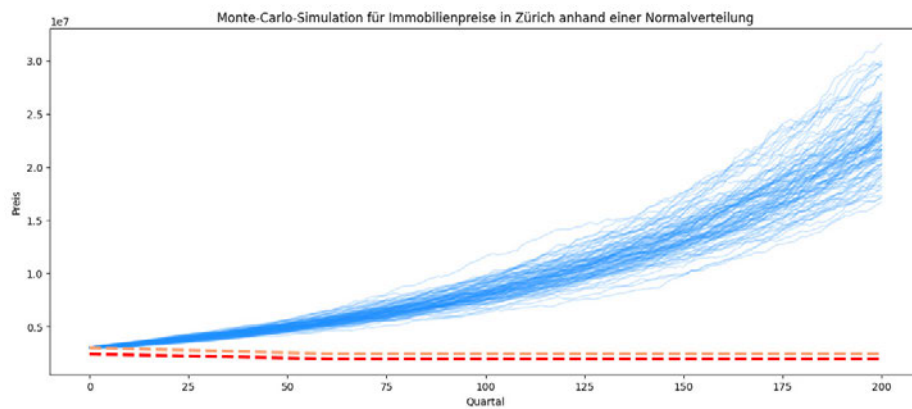
Einfamilienhaus Transaktionspreisindex (jährlich und quartalsweise gemischt)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



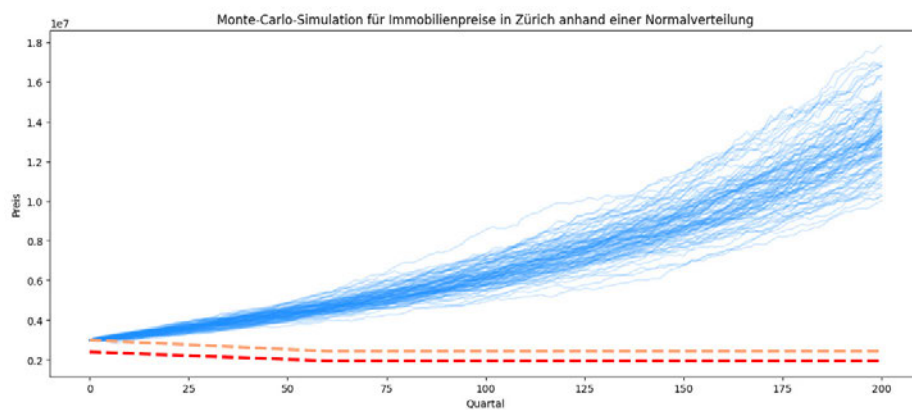
Einfamilienhaus Transaktionspreisindex (quartalsweise)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



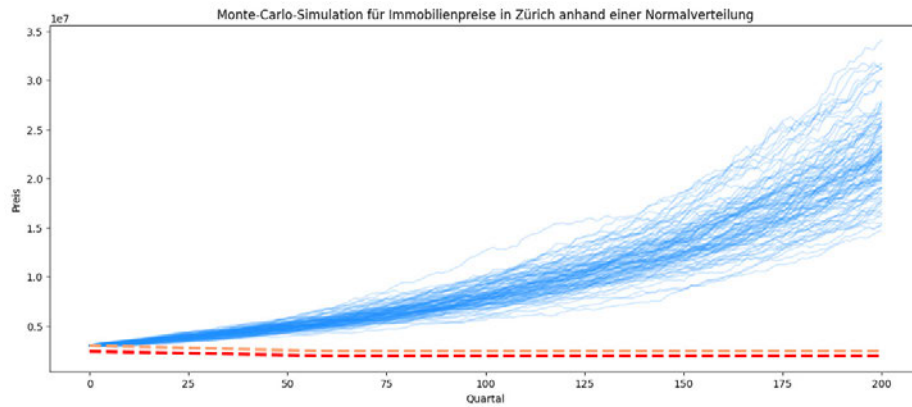
Einfamilienhaus Transaktionspreisindex (jährlich)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



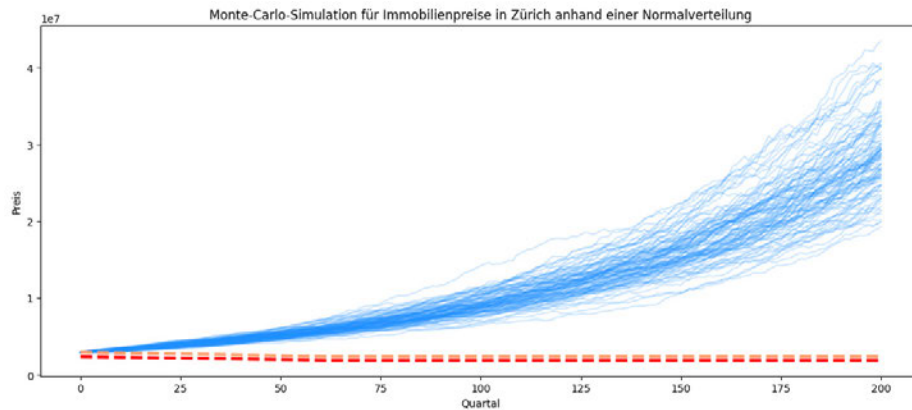
# Eigentumswohnung Transaktionspreisindex (jährlich und quartalsweise gemischt)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



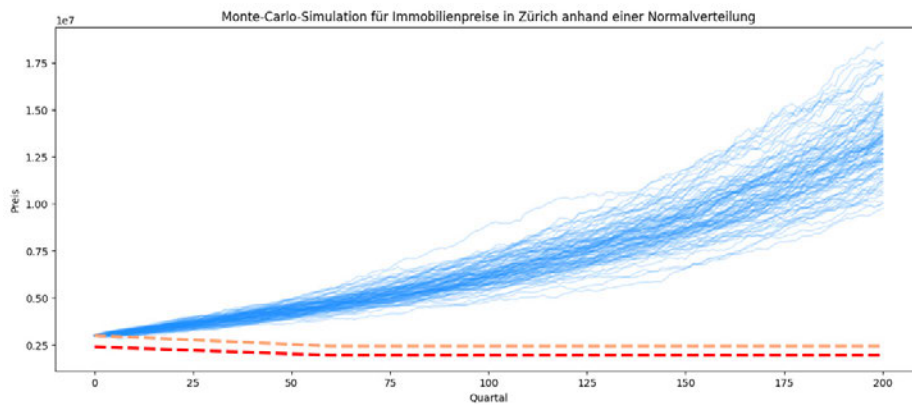
## Eigentumswohnung Transaktionspreisindex (quartalsweise)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



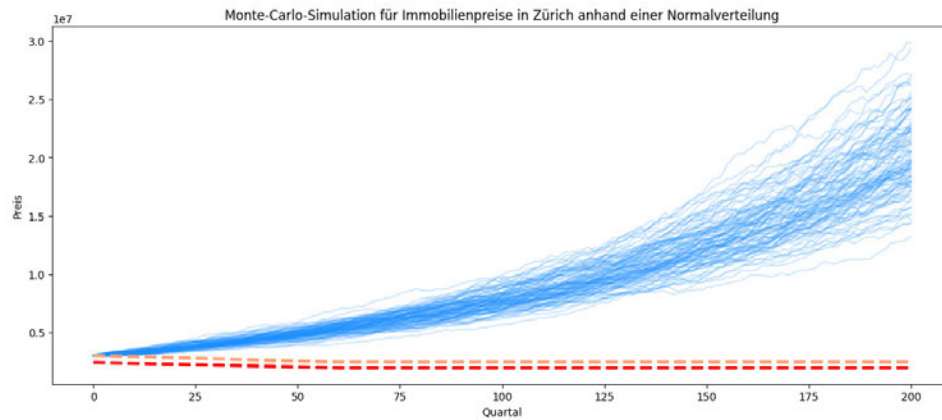
## Eigentumswohnung Transaktionspreisindex (jährlich)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



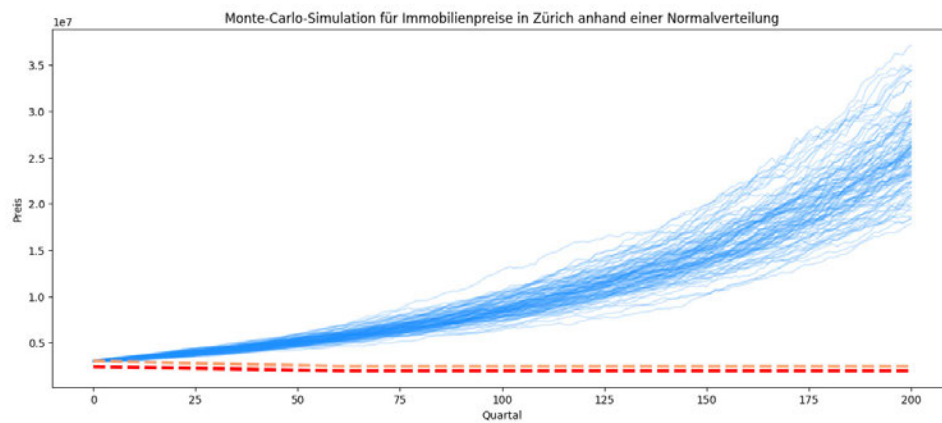
Beide Transaktionspreisindizes (jährlich und quartalsweise gemischt)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



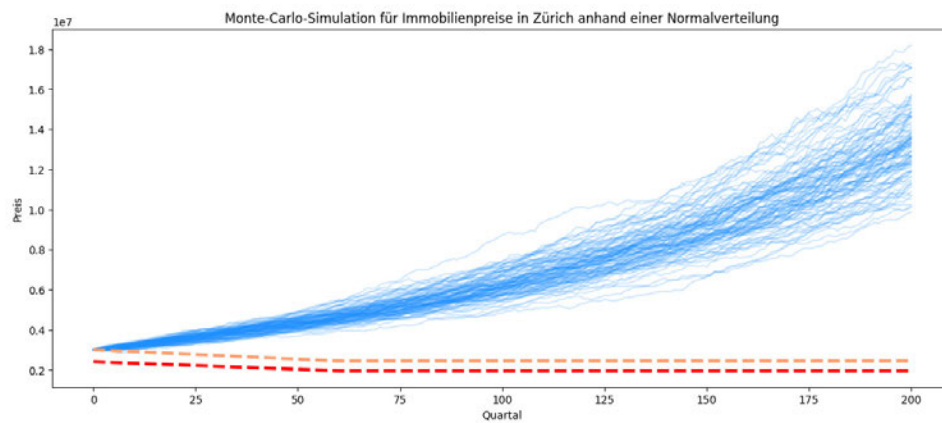
Beide Transaktionspreisindizes (quartalsweise)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



Beide Transaktionspreisindizes (jährlich)

200 Quartale / 100 Simulationen / 3'000'000 CHF Startpreis



**Appendix D – Resultate der Sensitivitätsanalyse (in %)**

	Unterdeckung	Negative Re- finanzierungs- situation	Tragbarkeit gesamte Laufzeit	Tragbarkeit Ende der Laufzeit
<b>Base Case</b>	<b>0.08</b>	<b>3.19</b>	<b>34.05</b>	<b>14.93</b>
Immopreis +10%	0.08	3.19	50.06	22.11
Immopreis -10%	0.08	3.19	21.72	9.08
Laufzeit +10%	0.11	3.57	34.22	7.25
Laufzeit -10%	0.07	2.2	33.29	14.75
Laufzeit 30 Jahre	1.59	9.18	38.94	12.03
Laufzeit 50 Jahre	5.82	16.11	46.81	17.23
Laufzeit 50 Jahre Standort	15.42	25.05	46.63	17.29
SARON +10%	0.08	3.19	36.82	15.97
SARON -10%	0.08	3.19	31.09	13.75
Zinsmarge +10%	0.08	3.19	37.67	16.33
Zinsmarge -10%	0.08	3.19	30.34	13.48
Einkommen +10%	0.08	3.19	22.68	9.55
Einkommen -10%	0.08	3.19	51.78	22.95
Ehedauer +5 Jahre	0.08	3.19	29.85	11.52
Ehedauer -5 Jahre	0.08	3.19	37.67	18.25
Festhypothek	0.08	3.19	3.43	0.18
Standort I	1.8	8.66	33.96	15.01
Standort II	0.12	2.84	33.87	15.08
Arbeitsort I	0.08	3.19	37.46	15.13
Arbeitsort II	0.08	3.19	31.50	14.81
Ausbildungsniveau 2	0.08	3.19	35.77	15.01
Ausbildungsniveau 1	0.08	3.19	39.87	15.32
Ausbildungsniveau 0.7	0.08	3.19	42.84	15.53