



Open Education Platform
for Management Schools

Publikationstyp: Lehrmaterialien

Risikokalkül für eine Leasing-Gesellschaft

Version Nr. 1, 23. Mai 2022

Krabichler, Thomas
OST Ostschweizer Fachhochschule

Publiziert auf: www.oepms.org
Unter doi: 10.25938/oepms.319



Open Education Platform
for Management Schools

Risikokalkül für eine Leasing-Gesellschaft

Version Nr. 1, 23. Mai 2022

Krabichler, Thomas

OST Ostschweizer Fachhochschule

Publikationsform: Fallstudie

Institution: OST Ostschweizer Fachhochschule

Schlüsselbegriffe: Risikobeurteilung; Risikoquantifizierung;
Verlustverteilung; Risikokapital; Risiko-
adjustierte Rendite; Modellrisiko

Einsatzbereich: Bachelorstudierende, Masterstudierende

Lizenz:



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Zitierweise nach APA:

Krabichler, T. (2022). Risikokalkül für eine Leasing-Gesellschaft. *Open Education Platform*. DOI: 10.25938/oepms.319



Didaktischer Reflexionsbericht: Risikokalkül für eine Leasing-Gesellschaft

Thomas Krabichler ^a

^a *Thomas Krabichler, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Zentrum für Banking & Finance,
Rosenbergstrasse 59, 9001 St. Gallen, thomas.krabichler@ost.ch*

Abstract. Die vorliegende Fallstudie illustriert die «Risikoquantifizierung» und «Performance-Messung» eines Kreditportfolios auf dem aktuellen Stand von Theorie und Praxis. Es wird aufgezeigt, dass der erwartete Verlust unbestritten ein nützlicher Indikator in Profitabilitätsanalysen darstellt, aber für eine angemessene Risikobeurteilung völlig unzureichend ist. Zur Würdigung des verfügbaren Risikokapitals werden nützliche Gedankengänge zum Modellrisiko angeregt. Der vorliegende Reflexionsbericht liefert didaktische-methodische Elemente und Hintergründe zur besagten Fallstudie.

Inhaltsverzeichnis

1. Sachanalyse und Hintergründe zu den Lerngruppen.....	3
1.1. Grundlegende Inhalte und Konzepte der Vorlesungseinheit.....	3
1.2. Einordnung des Themas in einen grösseren fachwissenschaftlichen Zusammenhang.....	3
1.3. Zielgruppe und Einordnung in den Vorlesungszusammenhang.....	3
2. Lernziele und didaktisch-methodische Überlegungen	4
2.1. Leitidee.....	4
2.2. Dispositionsziele	5
2.3. Operationalisierte Lernziele	5
3. Erfahrungsbericht	5
4. Weitere Bemerkungen und Ausblick.....	6
5. Verwendete Daten und Literatur	6
Abkürzungsverzeichnis	6

1. Sachanalyse und Hintergründe zu den Lerngruppen

1.1. Grundlegende Inhalte und Konzepte der Vorlesungseinheit

Als populärste Kenngrösse im *Kreditrisikomanagement* hat sich (leider) der erwartete Verlust durchgesetzt. Dies ist insofern bedauerlich, als dass er lediglich eine Aussage über die durchschnittliche Profitabilität eines Kreditportfolios macht und den wahren Charakter des Risikos nur ungenügend oder gar nicht berücksichtigt. Diese Tatsache wird in der vorliegenden Fallstudie eindrücklich illustriert. Viele Spezialfirmen, Risikoausschüsse und Regulatoren fokussieren sich zu stark auf den erwarteten Verlust, während entscheidenden, risikokritischen Aspekten wie der Verlustverteilung und dem Ausmass und der Frequenz existenzbedrohender Szenarien zu wenig Beachtung geschenkt werden. Eine gewisse Abhilfe kann das nützliche Instrument des «*Value-at-Risk*» schaffen, welcher die Risikocharakterisierung in wenigen Kennzahlen bündelt. Bei einer vorliegenden Verlustverteilung über den Zeithorizont eines Jahres ist er eindeutig durch eine von drei Charakterisierungen festgelegt, nämlich über die «*statistische Signifikanz*» α (bzw. «*Konfidenz*» $1 - \alpha$), über die *kritische Verlustgrenze* in CHF (d.h. aus mathematischer Sicht das «*Quantil*» q_α) oder über die *durchschnittliche Wiederkehrperiode* von Grenzwertüberschreitungen in Jahren $T_\alpha = \alpha^{-1}$, wie wenn man das Experiment beliebig oft, unabhängig wiederholen könnte. In der Praxis bestimmt man einerseits die Kapitalanforderungen q_{α_1} zu einer regulatorischen oder intern vom Verwaltungsrat festgelegten Signifikanz α_1 und andererseits oft das Sicherheitsniveau α_2 des zur Verfügung stehenden Risikokapitals q_{α_2} (das in der Regel grösser als q_{α_1} ist). Für die unternehmensinterne Kommunikation ausserhalb der Risikofunktion werden der Verständlichkeit halber oft die Wiederkehrperioden T_{α_1} und T_{α_2} herangezogen.

1.2. Einordnung des Themas in einen grösseren fachwissenschaftlichen Zusammenhang

Risikoquantifizierungen sind für fundierte Entscheidungsgrundlagen in der Finanzindustrie das Herzstück schlechthin. Der schöpferische Gehalt und die Aussagekraft quantitativer Analysen sind äusserst bedeutsam. Umgekehrt sollten die inhärente Schätzungenauigkeit und Limitationen im Auge behalten werden. Quantifizierungen sind zwar zweifellos von immenser Bedeutung, aber für zeitgemässes und effektives Risikomanagement nur die halbe Miete. Von angehenden Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern muss aufgrund der angestrebten Tätigkeiten früher oder später erwartet werden, dass sie mit der adäquaten Interpretation und kritischen Reflexion von quantitativen Analysen und deren gängigen Konzepten vertraut sind.

1.3. Zielgruppe und Einordnung in den Vorlesungszusammenhang

Die Fallstudie bietet ein interessantes Praxisbeispiel zur Quantifizierung von Finanzrisiken. Die Studierenden verfügen über die im vorgängigen Abschnitt 1.1. beschriebenen, themenbezogenen Vorkenntnisse. Insbesondere ist es erforderlich, dass die Lernenden in die mathematischen Grundkonzepte eingeweiht sind und unter Einbezug geeigneter Software (z.B. «*Microsoft Excel*») Simulationen diskreter Zufallsvariablen durchführen können. Die Lernenden besitzen in der Regel keine oder nur wenige Programmierkenntnisse. Ferner sind Sie in der Evaluation und Würdigung von Modellaussagen bzw. Modellrisiken geschult. Die Fallstudie eignet sich für das letzte Jahr in einem betriebswirtschaftlichen Bachelorstudiengang oder in einem konsekutiven Master- bzw. Weiterbildungslehrgang (z.B. «*MSc in Banking & Finance*» oder «*Executive MBA*»). Die Lerngruppen setzen sich oft aus dreissig bis fünfzig Studierenden mit Berufserfahrung zusammen. In diesem Rahmen eignet sich das Unterrichtsgespräch besonders.

2. Lernziele und didaktisch-methodische Überlegungen

2.1. Leitidee

Es ist keine leichte Aufgabe, quantitative Lehrmodule für Studierende der Betriebswirtschaftslehre zu gestalten. Eine erste grosse Hürde bietet die erhebliche Heterogenität der Lerngruppen hinsichtlich bisher erworbener und inskünftig angestrebter mathematischer Fertigkeiten. Während es einigen Studierenden in einem beachtlichen Masse gelingt, abstrakte Konstrukte mit ökonomischer Intuition zu verknüpfen, stösst man bei einem nicht unbeträchtlichen Teil der Studierenden bereits mit elementaren mathematischen Aussagen auf Desinteresse, wenn nicht gar Ablehnung. Auf ihrem bisherigen Bildungsweg haben letztere eine widerspenstige Abwehrhaltung gegenüber allem entwickelt, was auch nur im Entferntesten wie eine Formel aussieht. Die unterschiedliche Haltung beeinflusst selbst im Hochschulumfeld die Leistungsbereitschaft, sich auf komplizierte quantitative Konzepte mit fortwährend steigender Komplexität einzulassen. Es gilt anzumerken, dass die berechnende Vorgehensweise mit Mut zur erheblichen Lücke vor allem dann zu beobachten ist, wenn schwache Leistungen in Mathematik mit Resultaten aus anderen Lernmodulen kompensiert werden können.

Eine weitere Hürde ist dem Zeitgeist zuzuschreiben. Die letzten Jahrzehnte waren gerade aus mathematischer Sicht von einem enormen technologischen Wandel geprägt. Erst vor etwas mehr als einer Dekade setzten sich die Annehmlichkeiten des mobilen Internets durch. Heutzutage kann man auf einem Smartphone ortsunabhängig und ohne vorgängige Installation selbst äusserst komplizierte algebraische Ausdrücke wie mehrdimensionale Differentialgleichungen in naivem Pseudo-Code spezifizieren und man erhält im Nu die korrekte Lösung; siehe <https://www.wolframalpha.com>. Ferner liegt eine ausgeklügelte Programmiersyntax zur Hand, mit der man ohne weitere technische Kenntnisse die Vorzüge von maschinellem Lernen ausnutzen kann; siehe <https://keras.io/>. Diese Fortschritte nähren auf eine natürliche Art und Weise die Frage, ob das mühsame Erlernen von mathematischem Handwerk überhaupt noch nötig ist. Wir sind der Überzeugung, dass dies für Studierende der Wirtschaftswissenschaften gar je länger je essentieller wird. Im Zeitalter der Digitalisierung mit maschinell gesteuerten Werbe- und Vertriebskanälen dürfen grundlegende Konzepte wie Grenzkosten, Parametereffekte, Risikoquantifizierung, Modellrisiken, etc. keine vagen Ansätze bleiben. Dazu ist die Schulung des elementaren quantitativen Handwerks unabdingbar.

Oft sind die Studierenden an einer Hochschule zum ersten Mal auf ihrem Bildungsweg frei in der Entscheidung, ob sie an den Lehrveranstaltungen teilnehmen möchten oder nicht. Demzufolge ist es unverzichtbar, dass die Dozierenden das wertvolle Potential von Live-Veranstaltungen ausschöpfen und einen messbaren Mehrwert abliefern. Mit dieser Ausgangslage muss eine erfolgreiche Lehrperson im Hochschulumfeld eine zeitgemässe Strategie entwickeln, wie man ein kritisches Publikum für sich gewinnen kann. Dazu hilft sicherlich das Bewusstsein, dass viele Studierende die quantitativen Modelle als anspruchsvoll empfinden. Darüber hinaus müssen die Inhalte auf eine überzeugende Art und Weise motiviert und in einen Kontext gestellt werden. Die Lernenden werden in den verschiedenen Modulen auf ihre zukünftige Rolle in Entscheidungsorganen vorbereitet. Die vorliegende Fallstudie ist eine mehrerer Initiativen, mit denen wir versuchen, das Feuer für quantitative Konzepte und Entscheidungsgrundlagen zu entfachen. Die Fallstudie zeigt auf, wie man rechengestützt mit verhältnismässig wenig Aufwand, äusserst komplizierte Fragestellungen in nützlicher Frist beantworten kann. Es werden dabei nicht alle übergeordneten Lernziele der Vorlesungseinheit adressiert. Beispielsweise wird der Umgang und die Modellierung von Abhängigkeiten innerhalb der Gegenparteien (beispielsweise mittels «*Copulas*») ausgeklammert und an anderer Stelle aufgegriffen.

Es gibt entscheidende Gedankenmuster im Umgang mit quantitativen Problemen, die in einem Skript nicht oder nur schwer verbalisiert werden können. Um die Studierenden in den Bann ziehen zu können, muss sich eine Vorlesung am Erlebnis richten, das einem beim Besuch eines guten Theaterstücks nicht aber bei dessen Aufzeichnung zuteilwird. Für den Erfolg der Lerneinheit ist es zentral, den Vorlesungsverlauf in der Interaktion mit dem Publikum spontan an die Eigendynamik der Lerngruppen zu adaptieren. Diese Technik erfordert ein gewisses Mass an Wagemut und Improvisationstalent. Hingegen behält man dadurch die Kontrolle, dass die Studierenden mit den Erläuterungen nicht verlassen werden. Es gilt anzumerken, dass je nach Vorlesungskontext und Lernzielen auch Teile der Fallstudie weggelassen werden können. Der Fokus der Studierenden soll vollumfänglich auf die Problemstellung gerichtet sein. Wir überlassen typischerweise die Entscheidung den Studierenden, ob die Fallstudie in Einzel- oder Gruppenarbeit gelöst wird. Dadurch kann die individuell bevorzugte Arbeitsweise gewählt werden.

2.2. Dispositionsziele

Der Erwerb analytischer Fähigkeiten ist ein Kernziel der Hochschulbildung. Für Studierende mit betriebswirtschaftlichem Fokus ist es deshalb von grosser Bedeutung, eine ökonomische Intuition zu entwickeln, innerhalb der Modelle die richtigen Fragen zu stellen, Resultate zu interpretieren und qualifizieren, die Inferenz von Modellaussagen auf die Wirklichkeit zu bewerkstelligen und sich über Modellgrenzen im Klaren zu sein. Diese Fertigkeiten werden im Rahmen der vorliegenden Fallstudie angestrebt. In der Gestaltung der Vorlesungseinheit muss beachtet werden, dass diese komplexen Gedankengänge von den Dozierenden aktiv vorgelebt und gefördert werden.

2.3. Operationalisierte Lernziele

Die Studierenden sind in der Lage, die gängigen Kennzahlen zum Portfoliorisiko selbstständig und akkurat zu ermitteln. Ferner demonstrieren sie die Fähigkeit, mit Querchecks, Überschlagsrechnungen, Grenzfällen und anderen Techniken die Plausibilität ihrer quantitativen Resultate zu validieren. Ferner bewerkstelligen sie die wichtige Transferleistung, welche Implikationen und Limitationen ihre Berechnungen für ökonomische Anwendungen in der Praxis haben.

3. Erfahrungsbericht

Die Fallstudie kam bisher rund zehn Mal in unterschiedlichen Kontexten zum Einsatz. Der zeitliche Umfang zur Bearbeitung der Fallstudie beträgt zwischen 1h bis 2h. Wir haben beobachtet, dass durch die Arbeit in Zweier- und Dreiergruppen eine positive Dynamik entsteht, weil die Studierenden die Problemstellung gemeinsam anpacken und diskutieren. Mit der gewählten Strategie des offenen Austauschs haben sich leistungsschwächere Studierende eher getraut, bei Unklarheiten zu intervenieren. Positive Erfahrungen haben wir gesammelt, in dem wir eine Unternehmenssituation simuliert haben, in welcher die Studierenden die Risikofunktion eines Konzerns übernehmen und für das Lösen der Fallstudie eine anstehende Geschäftsleitungssitzung als harte Deadline vorgesetzt bekommen. Einen möglichst reibungslosen Wissenstransfer wird anschliessend gefördert, indem ein eleganter Lösungsvorschlag mit gut verdaubaren Teilschritten im Plenum erarbeitet und korrekt aufgeschrieben wird. Gemäss anonymer Vorlesungsevaluationen wird die Fallstudie zum vertieften Verständnis der Konzepte und als Brückenschlag zur Praxis von den Studierenden überaus geschätzt. Kompetitive Aspekte, im Klassenfeld möglichst zu brillieren und eine überzeugende Lösung abzuliefern, haben jeweils zum Erfolg der Lerneinheit beigetragen.

4. Weitere Bemerkungen und Ausblick

Die Fallstudie illustriert mitunter, dass man die Risiko-Analyse mit vertretbarem Aufwand exakt in «*Microsoft Excel*» nachbilden kann. Die Machbarkeit beruht auf der vergleichsweise kleinen Anzahl an Gegenparteien. Es wird aber direkt ersichtlich, dass man mit $2^{18} = 262'144$ theoretisch mögliche Szenarien, was für viele Praxisanwendungen im Kreditrisikomanagement verschwindend klein ist, langsam aber sicher an die Grenzen der Bedienfreundlichkeit stösst. Gerade auch für weiterführende Anwendungen wird wärmstens eine effiziente Implementierung in den «*Open Source*»-Sprachen «*R*» oder «*Python*» empfohlen. In der vorliegenden Fallstudie wird dieses Unterfangen aussen vor gelassen, weil es den Rahmen sprengen würde und nicht an die Vorkenntnisse und Bedürfnisse eines Grossteils der Studierenden anknüpft.

In der vorliegenden Fallstudie kommt man in vielerlei Hinsicht einer realen Anwendung im Kreditrisikomanagement nahe. Weiterführende Aspekte, welche für die Bearbeitung der Fallstudie durch die Zielgruppe der Lernenden bewusst ausgeklammert wurden, beinhalten beispielsweise Ausfallwahrscheinlichkeiten und Verlustanteile, welche von der Konjunkturphase abhängen. Darüber hinaus müssen für eine akkurate Würdigung der eingegangenen Risiken die abträglichen Konsequenzen von Abhängigkeiten unter den Gegenparteien und statistischer Unsicherheit modelliert werden. Dies verkompliziert die analytische, empirische oder numerische Herleitung der Verlustverteilung typischerweise in hohem Masse. Ein gangbarer Kompromiss zwischen Realitätsnahe und Berechenbarkeit wird in *Wehrspohn* (2004) dargelegt. Diese weiterführenden Modellverfeinerungen werden im Rahmen unserer Vorlesungen entweder in der Abschlussdiskussion erwähnt oder zu einem späteren Zeitpunkt aufgegriffen. Auf weitere Details wird an dieser Stelle verzichtet.

Für die «*Performance-Messung*» in praktischen Anwendungen ist es zentral, das Risikokapital und die erwirtschafteten Renditen auf die einzelnen Gegenparteien aufzuteilen. Obwohl der Value-at-Risk *nicht* «*additiv*»¹ ist, eignet sich dazu, das Risikokapital gemäss den relativen «*marginalen Beiträgen*»² am Gesamtrisiko zu zerlegen. Diese Betrachtungen führen zu einer Reihe weiterer Fragestellungen, welche zu einem späteren Zeitpunkt in der Vorlesungsreihe aufgegriffen werden. Auf weitere Details wird an dieser Stelle ebenfalls verzichtet.

5. Verwendete Daten und Literatur

Die Fallstudie stützt sich auf eine anonymisierte und redimensionierte Praxisanwendung im Kreditrisikomanagement. Die grundlegenden Konzepte zu *Quantitativem Risikomanagement* findet man umfassend im Standardwerk von *McNeil et al.* (2015). Als nützliche Ergänzung kann inhaltlich das kürzlich veröffentlichte Buch von *Taleb* (2020) dienen. Eine allgemeine und weniger quantitative Einführung zum Kreditrisiko- und zugehörigen Performance-Management findet man in *Jorion* (2009) oder in *Ciby* (2013). Als kompakte und beachtenswerte Einführung in bewährte Methodologien im Umgang mit Modellrisiken³ eignet sich «*SR 11-7*» (2011) von der «*Fed*»⁴.

¹ Der Value-at-Risk ist *nicht* einmal «*sub-additiv*» und damit auch *kein* «*kohärentes Risikomass*».

² engl. «*Marginal Risk Contribution*» (MRC)

³ engl. «*Model Risk Management*»

⁴ Dies ist die gängige Bezeichnung für die US-amerikanische Notenbank, dem «*Federal Reserve System*».

Literaturverzeichnis

- Board of the Governors of the Federal Reserve System. (2011). Supervision and Regulation Letter SR 11-7: Guidance on Model Risk Management. <https://www.federalreserve.gov/supervisionreg/srletters/sr1107a1.pdf>
- Ciby, J. (2013). *Advanced Credit Risk: Analysis and Management*. John Wiley & Sons.
- Glasserman, P. (2003). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer Verlag.
- Jorion, P. (2009). *Financial Risk Manager Handbook*, 5th Edition. John Wiley & Sons.
- McNeil, A. J., Frey, R., Embrechts, P. (2015). *Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools – Revised Version*. Princeton University Press.
- Taleb, N. N. (2020). *Statistical Consequences of Fat Tails: Real World Preasymptotics, Epistemology, and Applications*. STEM Academia Press.
- Wehrspohn, W. (2004). Visuelle Portfolioanalyse. *Kreditmarkt Schweiz*, Hrsg. Maurice Pedernana, Christoph Schacht, *Schriften aus dem IFZ, Institut für Finanzdienstleistungen Zug, Vol. 5, pp. 117-136*.

Abkürzungsverzeichnis

CDF	Cumulative Distribution Function
CDO	Collateralised Debt Obligation
CRO	Chief Risk Officer
CVaR	Credit Value-at-Risk
EAD	Exposure at Default
ECL	Expected Credit Loss
LGD	Loss Given Default
MRC	Marginal Risk Contribution
PD	Probability of Default
PDF	Probability Density Function
PML	Probable Maximal Loss
RAROC	Risk Adjusted Return on Capital
RBC	Risk Bearing Capital
SPV	Special Purpose Vehicle
WCL	Worst Credit Loss



Fallstudie:

Risikokalkül für eine Leasing-Gesellschaft

Thomas Krabichler ^a

^a Thomas Krabichler, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Zentrum für Banking & Finance,
Rosenbergstrasse 59, 9001 St. Gallen, thomas.krabichler@ost.ch

Abstract. Die vorliegende Fallstudie illustriert die «*Risikoquantifizierung*» und «*Performance-Messung*» eines Kreditportfolios auf dem aktuellen Stand von Theorie und Praxis. Es wird aufgezeigt, dass der erwartete Verlust unbestritten ein nützlicher Indikator in Profitabilitätsanalysen darstellt, aber für eine angemessene Risikobeurteilung völlig unzureichend ist. Zur Würdigung des verfügbaren Risikokapitals werden nützliche Gedankengänge zum Modellrisiko angeregt.

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage.....	2
2. Aufgabenstellung.....	3

1. Ausgangslage

Ein «*Special Purpose Vehicle*» (SPV) ist zu gleichen Teilen mit CHF 500k Fremd- und Eigenkapital ausgestattet. Der unternehmerische Zweck dient der Finanzierung von Baumaschinen über den Zeithorizont von 1y. Das Eigenkapital dient vollumfänglich als *risikotragendes Kapital*¹. Das aktuelle Investitionsportfolio hat Gerätschaften für 18 unabhängige Gegenparteien finanziert, deren Risikoprofil in der nachfolgenden Tabelle 1 charakterisiert ist.

Gegenpartei	Forderung ² in CHF	Ausfallwahrscheinlichkeit ³	Verlustanteil ⁴
1	120'000	29%	49%
2	100'000	19%	50%
3	100'000	10%	50%
4	90'000	33%	50%
5	80'000	33%	50%
6	75'000	54%	50%
7	72'000	34%	60%
8	60'000	58%	60%
9	60'000	57%	60%
10	50'000	40%	70%
11	40'000	38%	70%
12	32'000	11%	70%
13	30'000	49%	70%
14	25'000	31%	70%
15	25'000	22%	95%
16	16'000	57%	95%
17	15'000	21%	95%
18	10'000	47%	95%
Total	1'000'000	.	.

Tabelle 1. Risikoprofil des Kreditportfolios

¹ engl. «*Risk Bearing Capital*» (RBC)

² engl. «*Exposure at Default*» (EAD)

³ engl. «*Probability of Default*» (PD)

⁴ engl. «*Loss Given Default*» (LGD)

2. Aufgabenstellung

Als «*Chief Risk Officer*» (CRO) des SPVs sind Sie von der Eignerin mit dem folgenden Katalog an Aufträgen betraut.

- a) «**Konsistenzcheck**»: Überprüfen Sie, dass der Wert der hinterlegten Sicherheiten positiv mit dem ausgeliehenen Kapital korreliert ist. Beurteilen Sie zudem, ob diese Analyse überhaupt sinnvoll und hinreichend ist.
- b) «**Budget**»: Berechnen Sie den *erwarteten Verlust*⁵ des Kreditportfolios in CHF.
- c) «**Benchmarks**»: Wie verändern sich der erwartete Verlust und die *durchschnittliche Wiederkehrperiode* kritischer Ereignisse zum verfügbaren risikotragenden Kapital, wenn Sie das Kreditvolumen in aufsteigender Reihenfolge, gleichmässig verteilt $m = 1, 2, 3, \dots, 18$ unabhängigen Gegenparteien mit einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 20% und einem Verlustanteil von 100% zur Verfügung stellen?
- d) «**Würdigung des Risikokapitals**»: Bestimmen Sie das *Signifikanz-Niveau* und die durchschnittliche Wiederkehrperiode jenes «*Credit Value-at-Risk*» (CVaR), das dem verfügbaren risikotragenden Kapital entspricht.
- e) «**Pricing**»: Welche Zinsmarge⁶ müssen Sie auf dem ausgeliehenen Kapital verlangen, falls Sie das Fremdkapital zu 3% aufgenommen haben, im SPV operative Kosten von 1% auf der Bilanzsumme veranschlagen und die «*risiko-adjustierte Rendite*» (RAROC) abgesehen von steuerlichen Effekten 7% betragen soll?
- f) «**Rentabilität**»: Ist das SPV unter den gegebenen Voraussetzungen und Rendite-Annahmen ein profitables Geschäft?
- g) «**Reflexion**»: Welche kritischen Faktoren sind in der Verlustverteilung nicht oder nur unzureichend abgebildet und müssen fortlaufend überwacht werden?
- h) «**Beurteilung**»: Wären Sie persönlich bereit, dem SPV Risikokapital zur Verfügung zu stellen?

⁵ engl. «*Expected Credit Loss*» (ECL)

⁶ engl. «*Spread*»



Lösungsskizze:

Risikokalkül für eine Leasing-Gesellschaft

Thomas Krabichler ^a

^a *Thomas Krabichler, OST – Ostschweizer Fachhochschule, Zentrum für Banking & Finance, Rosenbergstrasse 59, 9001 St. Gallen, thomas.krabichler@ost.ch*

Abstract. Die vorliegende Fallstudie illustriert die «Risikoquantifizierung» und «Performance-Messung» eines Kreditportfolios auf dem aktuellen Stand von Theorie und Praxis. Es wird aufgezeigt, dass der erwartete Verlust unbestritten ein nützlicher Indikator in Profitabilitätsanalysen darstellt, aber für eine angemessene Risikobeurteilung völlig unzureichend ist. Zur Würdigung des verfügbaren Risikokapitals werden nützliche Gedankengänge zum Modellrisiko angeregt. Der vorliegende Lösungsvorschlag wurde für eine fachkundige Leserschaft ausgearbeitet. Er liefert eine korrekte Herleitung der Resultate mit Referenzen zu verwandten und weiterführenden Themen. Die dargelegte Methodologie lässt sich flexibel auf die Vorkenntnisse und Interessen der Lernenden adaptieren.

Inhaltsverzeichnis

a) Konsistenzcheck.....	3
b) Budget	3
c) Benchmark.....	3
d) Würdigung des Risikokapitals.....	6
e) Pricing	7
f) Rentabilität	8
g) Reflexion.....	8
h) Beurteilung.....	9

a) Konsistenzcheck

Das «Collateral Ratio» beträgt 41.73% und ist mit dem EAD stark positiv korreliert; $\rho \approx 0.99$. Mit wachsendem EAD steht zwar mehr Kapital auf dem Spiel, hingegen ist diese Grösse nur bedingt aussagekräftig im Hinblick auf die eingegangenen Risiken.

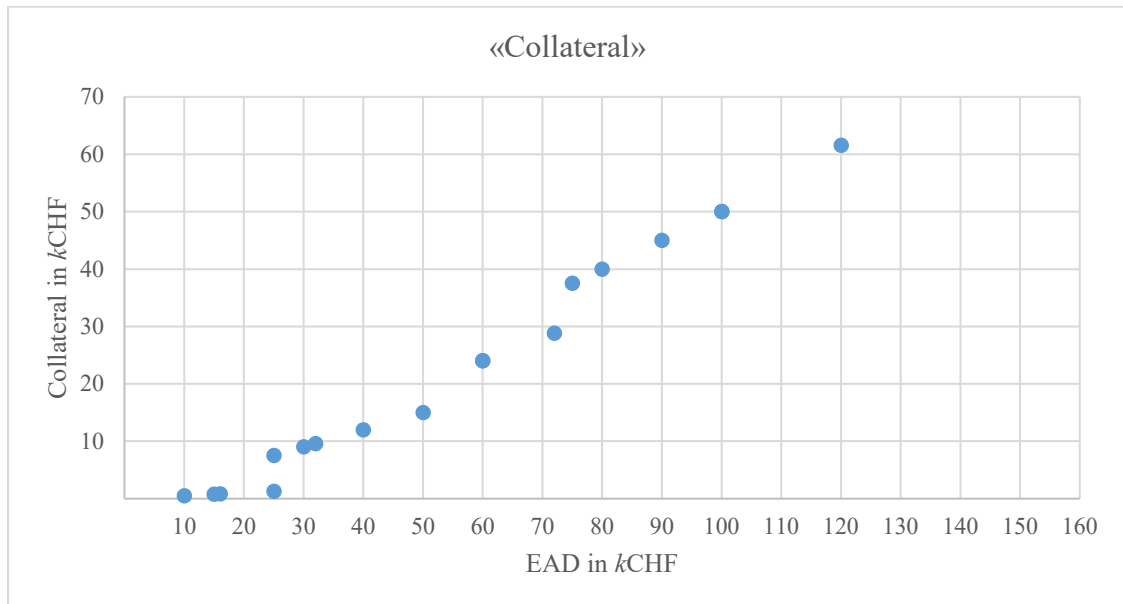


Abbildung 1. Collateral in Abhängigkeit des ausgeliehenen Kapitals

b) Budget

Der ECL eines Portfolios ist linear in seinen Komponenten und gegeben durch

$$\sum_{m=1}^{18} \text{EAD}_m \times \text{PD}_m \times \text{LGD}_m = \text{CHF } 200k.$$

c) Benchmark

Der ECL wird durch die Anzahl Gegenparteien *nicht beeinflusst* und verharrt auf CHF 200k(!). Damit lässt sich der erwartete Verlust durch Diversifikation nicht verkleinern. Die Signifikanz-Niveaus und die Wiederkehrperioden kritischer Ereignisse, welche den Fortbestand des SPVs gefährden, begünstigen sich aber eindrücklich mit wachsender Anzahl an Gegenparteien. Unter den gegebenen Voraussetzungen beträgt der Verlust

$$L = \frac{\text{CHF } 1 \text{ Mio.}}{m} \times X$$

für eine binomialverteilte Zufallsvariable X mit $n = m$ Wiederholungen und Erfolgsparameter $p = 20\%$; m steht dabei für die Anzahl Gegenparteien. Damit resultieren die Signifikanzen

$$\alpha_m = P[L \geq 500k] = P\left[X \geq \frac{m}{2}\right] = 1 - P\left[X \leq \left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1\right] = 1 - \sum_{i=0}^{\left\lfloor \frac{m}{2} \right\rfloor - 1} \binom{m}{i} 0.2^i (1 - 0.2)^{m-i}$$

und die Wiederkehrperioden für kritische Ereignisse $T_m = \alpha_m^{-1}$, wobei $\lceil \cdot \rceil$ die Aufrundungsfunktion auf die nächste ganze Zahl bezeichnet.

Die folgenden drei Abbildungen illustrieren, dass der ECL mit wachsender Anzahl Gegenparteien m unverändert bleibt. Hingegen wird die Masse jenseits von CHF 500k, welche im konkreten Anwendungsfall dem «Worst Credit Loss» (WCL) entsprechen, immer kleiner.

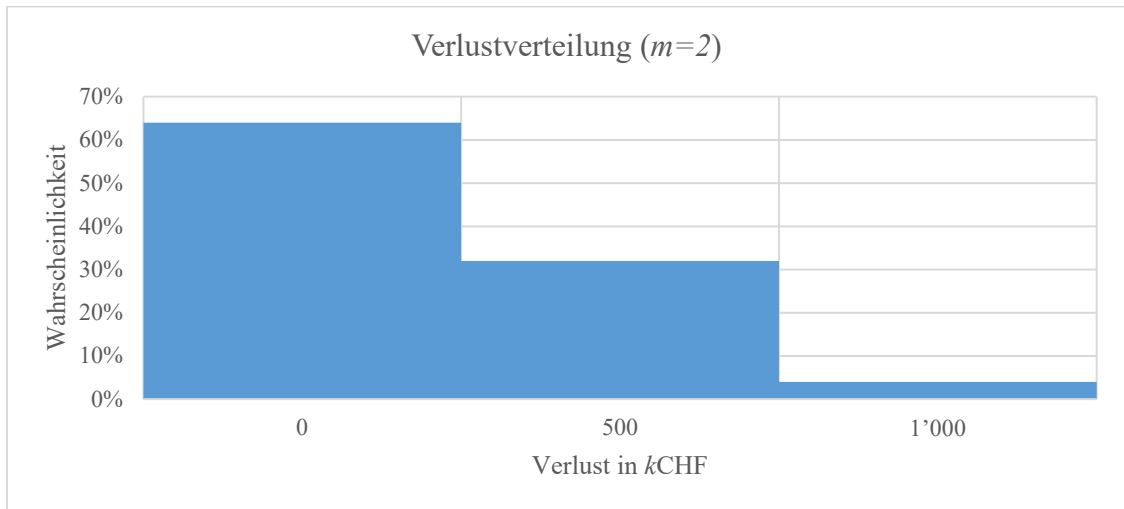


Abbildung 2. Diskrete Verlustverteilung bei zwei Gegenparteien

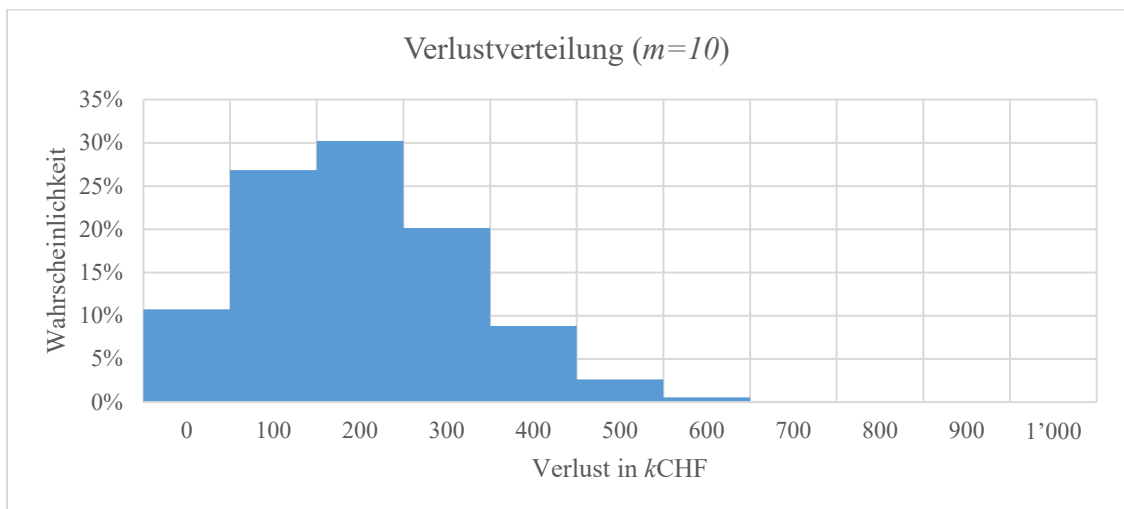


Abbildung 3. Diskrete Verlustverteilung bei zehn Gegenparteien

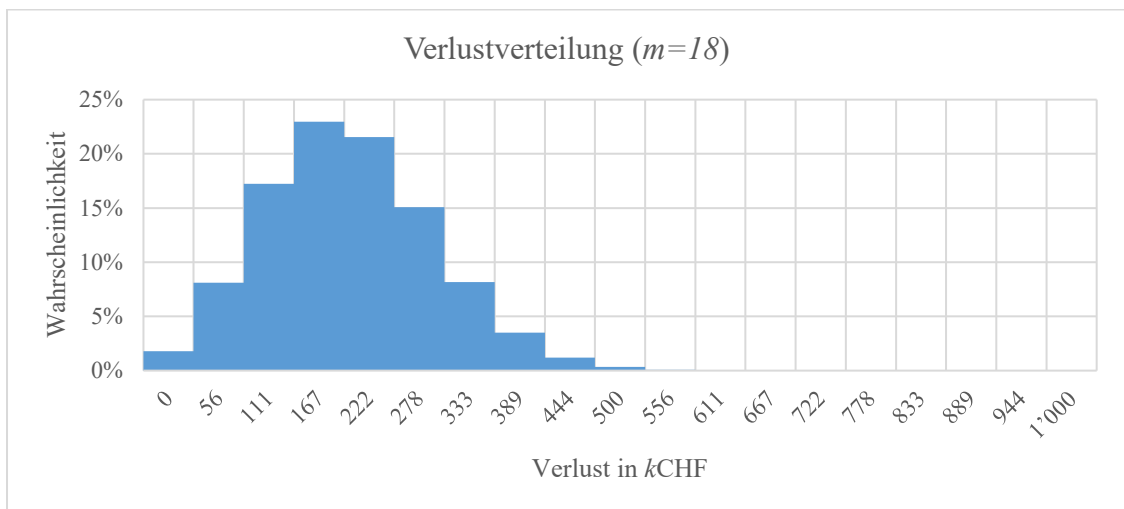


Abbildung 4. Diskrete Verlustverteilung bei achtzehn Gegenparteien

Die folgenden drei Abbildungen zeigen den positiven Einfluss der Diversifikation mit wachsender Anzahl Gegenparteien m . Der exponentielle Zerfall der Signifikanz wird in der Abbildung 6 eindrücklich durch eine «log-Skala» der Vertikalen untermauert.

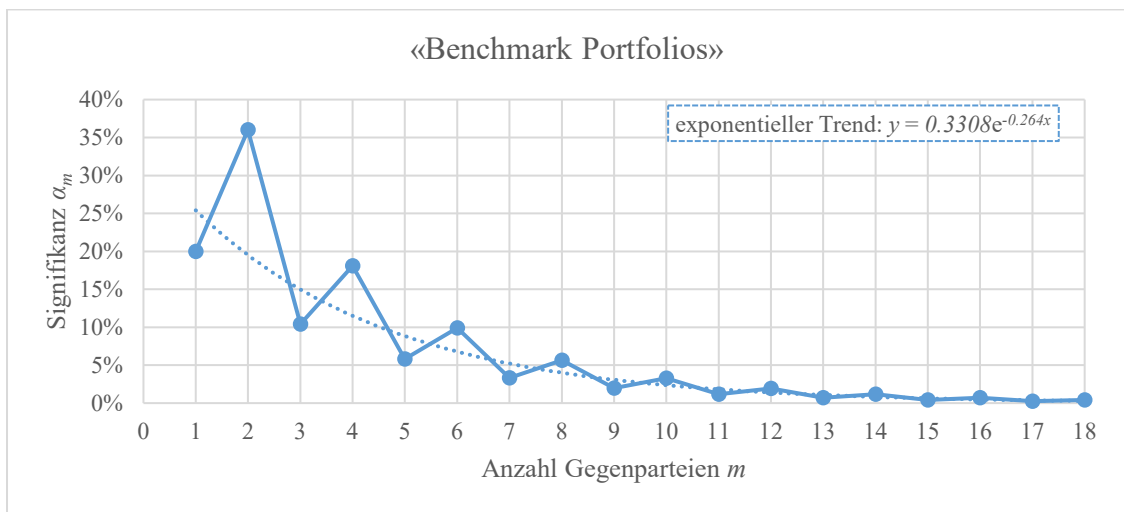


Abbildung 5. Signifikanz der kritischen Verlustzone mit zunehmender Diversifikation

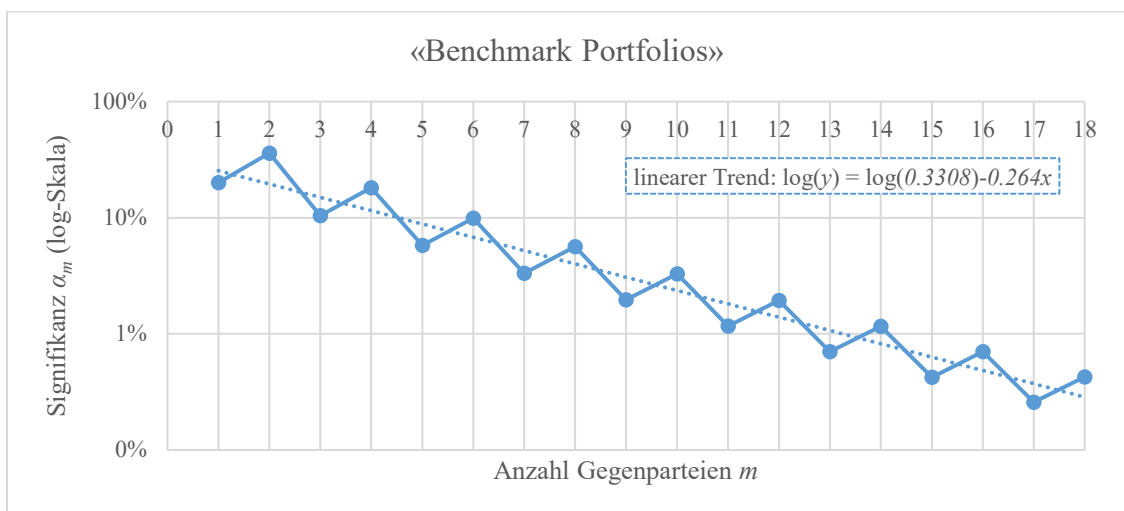


Abbildung 6. Signifikanz der kritischen Verlustzone mit zunehmender Diversifikation

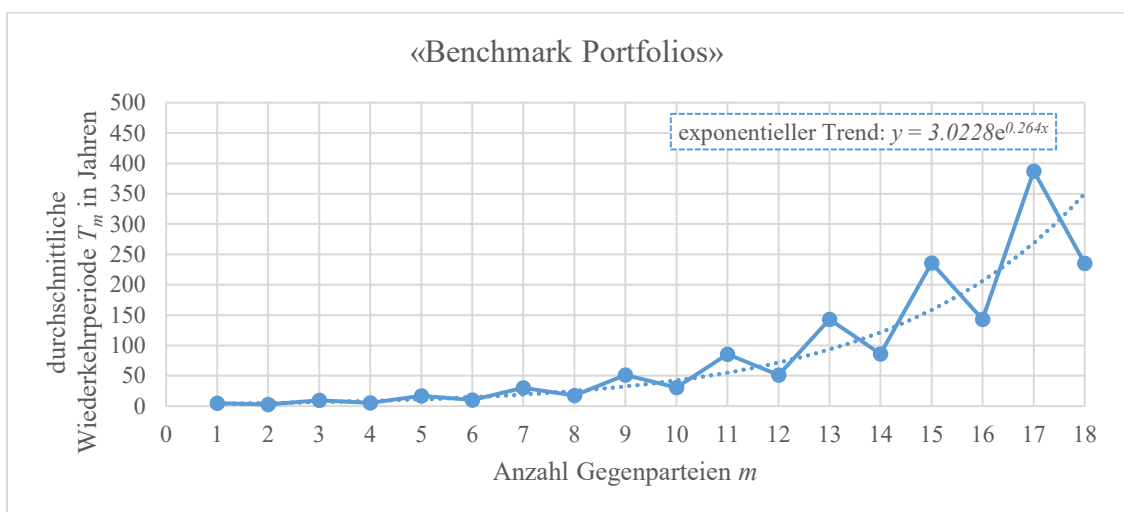


Abbildung 7. Wiederkehrperiode der kritischen Verlustzone mit zunehmender Diversifikation

d) Würdigung des Risikokapitals

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Verlustverteilung herzuleiten.

- d1) «numerisch/rechengestützt-exakt» durch eine aufsteigende Auflistung und Gewichtung sämtlicher Elementarereignisse: Die Liste aller möglichen Szenarien lässt sich elegant durch «Ausfallindikatoren» beschreiben. Die Binärdarstellung $b_{17}b_{16}\dots b_2b_1b_0 \in \{0,1\}^{18}$ einer Zahl x zwischen 0 bis und mit 262'143 zeigt mit den Einsen eindeutig an, welche Gegenparteien ausfallen. Es gilt

$$x = \sum_{m=0}^{17} b_m 2^m \quad \Leftrightarrow \quad b_m = \left\lfloor \frac{x}{2^m} \right\rfloor \bmod 2 \quad \text{für alle } m=0,1,2, \dots, 17.$$

In «Microsoft Excel» bewerkstelligt man die Auflistung sämtlicher gewünschter Binärdarstellungen, indem man in einem «Tab» über die «Range» A1:R262144 die Formel =MOD (QUOTIENT (ROW () -1, 2 ^ (COLUMN () -1)) , 2) anwendet; MOD von «Modulo» ist die Rechnung mit Rest, während QUOTIENT den ganzzahligen Anteil [·] einer Division liefert. Die Wahrscheinlichkeit jedes einzelnen Elementarereignisses erhält man, in dem je nach Ausfallindikatoren über sämtliche Gegenparteien die PDs bzw. ihre Gegenwahrscheinlichkeiten konsistent miteinander multipliziert werden. Durch geeignete Anwendung der Excel-Funktion SUMPRODUCT (·) über die Ausfallindikatoren und die Netto-Verluste (die ihrerseits durch das Produkt aus EAD_m und LGD_m gegeben sind) erhält man direkt das Schadenausmass für jedes Elementarereignis. Schliesslich können die Schadenausmasse in einem separaten Abschnitt nach eindeutigen Werten gefiltert und aufsteigend sortiert werden und ihre Eintretenswahrscheinlichkeiten mittels der Excel-Funktion SUMIF (·) aggregiert werden. Damit ergibt sich das in der Abbildung 8 sowohl mit der (diskreten) Dichte (PDF von engl. «probability density function») als auch der kumulativen Verteilungsfunktion (CDF von engl. «cumulative distribution function») dargestellte Risikoprofil. Zur besseren Verständlichkeit wurde vertikal eine primäre und eine sekundäre Achseneinheit verwendet. Der «Probable Maximum Loss» (PML) beträgt CHF 582'740. Die Masse jenseits des vorhandenen Eigenkapitals von CHF 500k beträgt $\alpha = 6.23 \times 10^{-6}$ und die durchschnittliche Wiederkehrperiode von existenzbedrohenden Verlusten somit einmal in $T_\alpha = \alpha^{-1} \approx 160'000y$. Demnach verfügt das SPV über eine hohe Risikokapitalausstattung, wie sie in der Finanzindustrie nur selten angetroffen wird.

- d2) «empirisch-approximativ» mittels Simulation: Eine alternative und in der Praxis gängige Strategie ist die Verwendung einer empirischen Verteilungsfunktion, welche durch die iterative und gemeinsame Simulation der Gegenparteien resultiert. Die Realisierung eines Experiments ω_m für eine Gegenpartei m erhält man durch die Simulation einer Bernoulli-verteilten Zufallsvariable $\mathbb{I}_m = \mathbb{I}_m(\omega_m)$ mit den Ausfallindikatoren $\{0,1\}$ als Zustandsraum und dem Erfolgsparameter¹ PD_m. In «Microsoft Excel» bewerkstelligt man dies klassischerweise entweder durch =IF (RAND () <1-PD_m , 0 , 1) oder =BINOM. INV (RAND () , 1 , PD_m) . Den entsprechenden Verlust erhält man durch die Multiplikation des Ausfallindikators mit dem ausgeliehenen Kapital EAD_m und der Verlustquote LGD_m. Schliesslich summiert man über sämtliche Gegenparteien m und erhält damit einen simulierten Verlust $L = L(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{18})$.

¹ Dies ist die gängige Terminologie. Ausfälle sind im betrachteten Anwendungsfall eher als Misserfolge zu deuten.

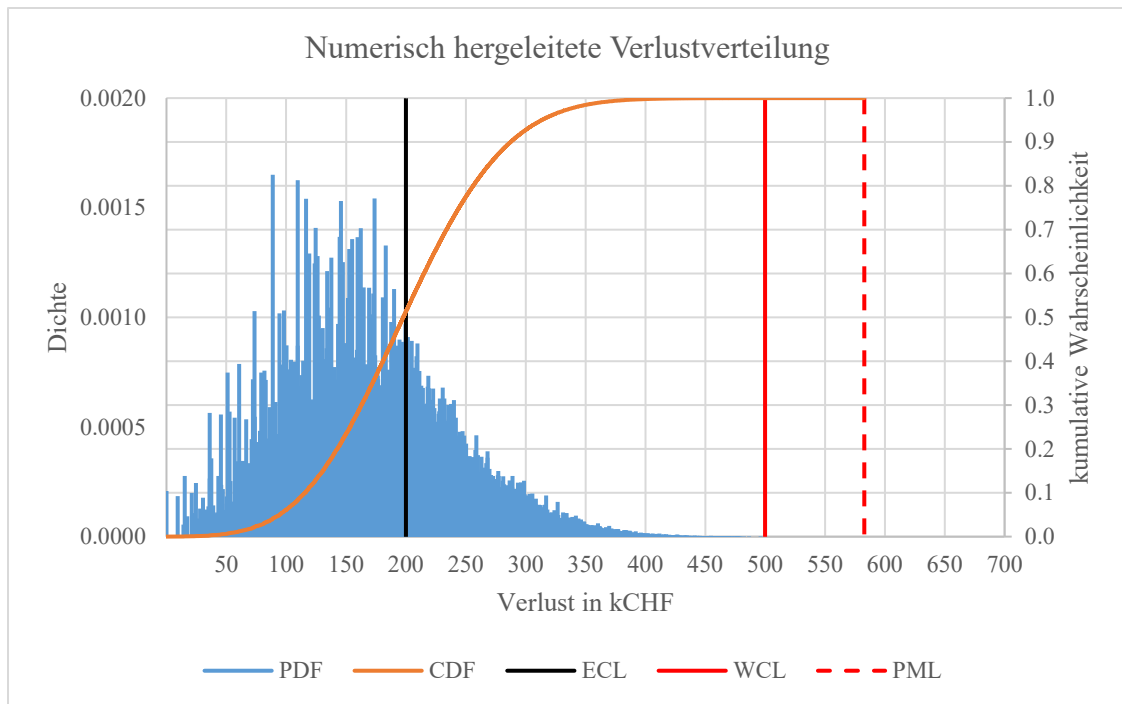


Abbildung 8. Verlustverteilung für das SPV

Indem man die simulierten Ereignisse gleichgewichtet, *konvergiert* die zugehörige empirische Verteilungsfunktion aufgrund des *Satzes von Glivenko-Cantelli* mit zunehmender Anzahl Stichproben «*fast sicher*» gegen die exakte Verteilungsfunktion. Da man hinreichend genaue Informationen über das «*Tail-Verhalten*» der Verlustverteilung benötigt, sind für eine hinreichend akkurate Schätzung der Signifikanz des Risikokapitals von CHF 500k als Untergrenze rund 16 Mio. Stichproben² erforderlich. Die weiteren Details umfassen elementare Konzepte der Wahrscheinlichkeitstheorie und werden den fachkundigen Lesenden überlassen.

e) Pricing

Der «*Risk-Adjusted Return on Capital*» (RAROC) berechnet man als Nettogewinn aus Zinsmarge abzüglich der Summe aus erwartetem Verlust (CHF 200k) und dem operativen Ergebnis (CHF 10k = CHF 1 Mio. × 1% zuzüglich Zinsforderungen auf dem Fremdkapital von CHF 15k) im Verhältnis zum eingesetzten Risikokapital (CHF 500k). Der angestrebte RAROC ist 7%, was monetär CHF 35k entsprechen. In Formeln übersetzt lösen wir die lineare Gleichung

$$\frac{x - (200'000 + 10'000 + 15'000)}{500'000} \stackrel{!}{=} 7\% .$$

Demzufolge belaufen sich die erforderlichen Nettoeinnahmen aus dem Anleihegeschäft auf CHF 260k, was einer Zinsmarge von 26% auf dem ausgeliehenen Kapital entspricht.

² Ohne analytische Betrachtungen erhält man diese Schätzung erst «*a posteriori*», sobald man eine genügend hohe Anzahl an Verlusten jenseits von CHF 500k simuliert hat. Mit $n = 16 \text{ Mio.} \approx 100 \times \alpha^{-1}$ Stichproben beträgt die Standardabweichung der Schätzung $\sqrt{\hat{\alpha}(1 - \hat{\alpha})/n}$ rund 10% vom gesuchten Zielwert. Für praktische Anwendungen ist diese grosse Anzahl an Stichproben eine unliebsame Bürde. Ein eleganter und populärer Ausweg bietet das sogenannte «*Importance Sampling*», in dem man die seltenen, extremen Ereignisse separat identifiziert und überproportional oft simuliert. Anschliessend erhält man als konvexe Kombination mit geeigneten Gewichten eine empirische Verteilungsfunktion, deren Tail selbst mit einem viel kleineren Stichprobenumfang näher am wahren Ergebnis liegt; siehe *Glasserman* (2003) für weitere Details.

f) Rentabilität

Im Schnitt verdient man 7% auf dem eingesetzten Kapital, was für diese Branche einer marktüblichen, profitablen und nachhaltigen Rendite entspricht. Wie im Abschnitt d) aufgezeigt, verfügt das SPV über hinreichende Kapitalreserven und der Fortbestand ist mit hoher Wahrscheinlichkeit gegeben. Die Masse der Verlustverteilung jenseits von CHF 260k beträgt rund 18.5%; damit befindet sich das SPV dennoch im Schnitt alle 5y bis 6y in der Verlustzone. Es gilt anzumerken, dass der Hauptzweck solcher SPVs oft der Auslagerung von Risiken und der Steueroptimierung dient. Anteile an solchen Vehikeln verfügen in der Regel über eine sehr tiefe «Anlageliquidität», d.h. für vorzeitige Weiterverkäufe muss man signifikante Preisabschläge in Kauf nehmen.

g) Reflexion

Es gibt eine ganze Reihe von (Modell-)Risiken, die in den vorangehenden Schritten weitestgehend ausser Acht gelassen und nicht quantifiziert worden sind. Die folgende Liste ist nicht abschliessend:

- Die Ausfallwahrscheinlichkeiten PD_m unterliegen einem «statistischen Schätzrisiko»; in Tat und Wahrheit könnten realistische Einschätzungen nachteilig höhere Werte liefern.
- Aufgrund fehlerhafter Beurteilungen oder anderer «operationeller Fehler» könnten die Verlustquoten LGD_m zu tief ermittelt worden sein. Durch ungünstige Entwicklungen kann es ferner zu einer Herabstufung (einer sogenannten «Ratingmigration») bzw. direkt zu einer Abwertung der hinterlegten Sicherheiten kommen. Auch diese würde zu höheren Verlustquoten führen.
- Eine erhebliche Limitation des betrachteten Modells ist, dass die *Gegenparteien* als unabhängig angenommen werden und dass die *Modellparameter* PD_m und LGD_m untereinander *keine Abhängigkeiten* vorweisen. Durch empirische Studien wurde wiederholt aufgezeigt, dass diese gleichgerichtet *konjunkturabhängig* sind. Vor der globalen Finanzkrise 2007/2008 wurden «*Collateralised Debt Obligations*» (CDOs) weitverbreitet mittels «*Gauss-Copulas*» bewertet. Dieser unzulängliche Zugang unterschätzte den wahren Einfluss der Abhängigkeiten massiv und führte zu den bekannten, weitreichenden Verlusten.
- Das SPV betreibt Finanzierungs- und Leihgeschäfte. Diese Branche ist in erhöhtem Masse dem Risiko von *Betrug* und «*Moral Hazard*» ausgesetzt. Ferner liegen uns keine Informationen über die *Kreditwürdigkeit*, die *Integrität* und das *Domizil* der Kreditnehmenden vor. Falls diese ausländisch sind, müsste das durch «*Wechselkursrisiken*» verursachte Kreditrisiko mitberücksichtigt werden.
- Es liegen uns keine Informationen über den Standort des SPVs vor. Je nach dem eröffnen sich komplexe *rechtliche*, *regulatorische* und *steuerliche Risiken*. Im Falle irgendwelcher amtlicher Untersuchungen oder juristischer Streitigkeiten könnte das investierte Kapital über mehrere Jahre eingefroren werden. Damit unterliegt das Kapital aus Anlagesicht einem erheblichen «*Illiquiditätsrisiko*».

h) Beurteilung

Die Bereitschaft, zu den naheliegenden Konditionen das Verlustrisiko und die tiefe Anlageliquidität einzugehen ist natürlich individuell abhängig vom Risiko-Appetit und von den jeweiligen wirtschaftlichen Umständen beeinflusst. Sofern sich das SPV geographisch und rechtlich in einer vertrauenswürdigen Lokalität befindet, stellt das SPV in der aktuellen Negativzinslage und in Anbetracht der planmässig relativ kurzen Kapitalbindungsdauer von 1y eine valable und interessante Investitionsmöglichkeit dar.