

SCHRIFTENREIHE FINANZIERUNG UND BANKEN

Herausgeber: Prof. Dr. Detlev Hummel

Heiko Ströbele

# Simulative Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeit von Unternehmen



Verlag Wissenschaft & Praxis



## Simulative Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeit von Unternehmen

# **SCHRIFTENREIHE FINANZIERUNG UND BANKEN**

herausgegeben von  
Prof. Dr. Detlev Hummel

**Band 29**

Heiko Ströbele

**Simulative Prognose  
der Ausfallwahrscheinlichkeit  
von Unternehmen**

Verlag Wissenschaft & Praxis



**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-89673-728-1

© Verlag Wissenschaft & Praxis

Dr. Brauner GmbH 2017

D-75447 Sternenfels, Nußbaumweg 6

Tel. +49 7045 93 00 93 Fax +49 7045 93 00 94

[verlagwp@t-online.de](mailto:verlagwp@t-online.de) [www.verlagwp.de](http://www.verlagwp.de)

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Druck und Bindung: Esser printSolutions GmbH, Bretten

# Geleitwort

Die Modelle und Verfahren zur Insolvenzprognose von Unternehmen sind seit Jahrzehnten Gegenstand der bankbetrieblichen Forschung. Darüber hinaus gewinnt die präzise Prognose von Ausfallwahrscheinlichkeiten betrieblicher Schuldner zunehmend an Bedeutung, insbesondere aufgrund einer verschärften Regulatorik für Banken sowie aufgrund der Verbreitung des Direct Lending durch Kreditfonds (AIFs) auch in Europa.

Während Optionspreismodelle aufgrund ihrer restriktiven Annahmen und Voraussetzungen in der Praxis meist gemieden werden, weisen die in der Regel zum Einsatz kommenden traditionellen Verfahren einen starken Vergangenheitsbezug und erheblichen Theoriemangel auf. Bisher geringe Beachtung fand die Möglichkeit, die bei Spezialfinanzierungen teils bereits zum Einsatz kommenden Simulationsmodelle auch für die standardmäßige Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeit von Unternehmen zu nutzen. Zweifellos gibt es in diesem Zusammenhang grundlegende Analogien zwischen der Unternehmensbewertung und der Insolvenzprognose, die im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit genutzt wurden. Das entwickelte Modell („Potsdamer Modell“) erweist sich dabei sowohl unter modelltheoretischen Aspekten als auch in der durchgeführten empirischen Untersuchung als neuartig und vielversprechend. Es ist deshalb davon auszugehen, dass diese Arbeit, mit ihrer Forderung nach einem Paradigmenwechsel in der Methodik der Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeit von Unternehmen, die wissenschaftliche Debatte bereichern und fördern wird.

Der Herausgeber wünscht dem geneigten Leser aus Wissenschaft und Praxis neue Einsichten und Anregungen bei der Lektüre und ist ausdrücklich dankbar für kritische Hinweise und Vorschläge im Interesse künftiger Forschungsarbeiten zur Kredittheorie, Bonitätsprognose und über Unternehmenskrisen sowie frühzeitige Restrukturierungen.



## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Finanzierung und Banken an der Universität Potsdam.

An dieser Stelle gebührt mein besonderer Dank meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Hummel, der mich als wissenschaftlicher Mitarbeiter seines Lehrstuhls über die gesamte Zeit hinweg betreute und in vielfacher Weise zum Gelingen des Dissertationsprojekts beitrug. Herrn Prof. Dr. Rasche danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Meinen Kolleginnen und Kollegen danke ich für kritische Anregungen und wertvolle Hinweise im Rahmen von Seminaren, Diskussionen und Gesprächen sowie für die moralische Unterstützung in den vergangenen Jahren. Mein ausdrücklicher Dank gilt dabei Dr. Tim Wazynski, Martin Schneider und Michel Roes.

Meine größte Verbundenheit gilt meiner Freundin Lea, meinen Eltern, meiner Schwester, meiner Großmutter und meinem verstorbenen Großvater. Sie haben mich nicht nur während meines Promotionsvorhabens sondern mein ganzes Leben bedingungslos unterstützt und damit dieses Forschungsprojekt erst ermöglicht. Ihnen ist die Arbeit gewidmet.

Kornwestheim, im Mai 2016

Heiko Ströbele





*„Eine neue wissenschaftliche Wahrheit pflegt sich nicht in der Weise durchzusetzen, daß ihre Gegner überzeugt werden und sich als belehrt erklären, sondern vielmehr dadurch, daß die Gegner allmählich aussterben und daß die heranwachsende Generation von vornherein mit der Wahrheit vertraut gemacht ist.“<sup>1</sup>*

Max Planck

---

<sup>1</sup> Planck (1948), S. 22.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>XV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XX</b>
<b>Symbolverzeichnis.....</b>	<b>XXIII</b>
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung und Zielsetzung.....	2
1.2 Gang der Untersuchung .....	4
<b>2. Theoretischer Rahmen zu Kreditrisiko und Ausfallwahrscheinlichkeit.....</b>	<b>7</b>
2.1 Krisenverlauf im Unternehmen.....	7
2.2 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes .....	10
2.2.1 Kreditgeschäft und Kreditrisiko.....	10
2.2.1.1 Bedeutung des Kreditgeschäfts .....	11
2.2.1.2 Unvollkommenheit des Kreditmarktes .....	12
2.2.1.3 Informationsasymmetrie und Kooperationsprobleme.....	13
2.2.1.4 Kreditrisiko .....	14
2.2.2 Ermittlung der Ausfallwahrscheinlichkeit .....	19
2.2.3 Einzelkreditrisiko versus Portfoliorisiko .....	21
2.3 Bisherige Verfahren zur Bonitätsbestimmung.....	23
2.3.1 Historische Entwicklung der Verfahren zur Bonitätsanalyse .....	25
2.3.2 Traditionelle Verfahren.....	27
2.3.2.1 Jahresabschlussanalyse als Grundlage für die Verfahren der Bonitätsbeurteilung .....	27
2.3.2.2 Expertenurteil.....	30
2.3.2.3 Klassisches Scoring-Verfahren .....	32
2.3.2.4 Zusammenfassung und kritische Würdigung traditioneller Verfahren.....	33
2.3.3 Statistische Verfahren .....	35
2.3.3.1 Diskriminanzanalyse .....	35
2.3.3.2 Logistische Regression.....	41
2.3.3.3 Zusammenfassung und kritische Würdigung statistischer Verfahren.....	45
2.3.4 Verfahren der künstlichen Intelligenz.....	49

2.3.4.1	Expertensysteme .....	49
2.3.4.2	Exkurs: Fuzzy-Logik.....	52
2.3.4.3	Künstliche neuronale Netze .....	59
2.3.4.4	Zusammenfassung und kritische Würdigung der Verfahren der künstlichen Intelligenz .....	63
2.3.5	Optionspreismodelle und Credit Spreads .....	65
2.3.6	Risk Analysis Probability of Default Modell .....	73
2.3.7	Externe Ratings.....	75
2.4	Historische Entwicklung der Regulierung .....	84
2.4.1	Basel I .....	85
2.4.2	Basel II.....	87
2.4.2.1	Kreditrisikostandardansatz .....	89
2.4.2.2	Internal Ratings Based Approach.....	91
2.4.3	Basel III.....	95
2.4.4	Auswirkungen der Regulierung auf die Finanzintermediation und den Einsatz von Verfahren zur Bonitätsanalyse bei Unternehmenskrediten .....	97
2.5	Äquivalenz zur Unternehmensbewertung.....	99
<b>3.</b>	<b>Das Schwartz/ Moon Modell als Ausgangsbasis .....</b>	<b>105</b>
3.1	Discounted Cashflow-Verfahren .....	105
3.2	Schwartz/ Moon Modell.....	109
3.2.1	Das Schwartz/ Moon Grundmodell (2001).....	111
3.2.1.1	Umsatzprozess.....	112
3.2.1.2	Kostenprozess .....	114
3.2.1.3	Bestimmung des Cashflows .....	115
3.2.1.4	Ableitung des Unternehmenswertes.....	117
3.2.1.5	Risikoadjustierung.....	119
3.2.1.6	Diskretisierung des Modells.....	121
3.2.2	Weiterentwicklungen und Umsetzung des Schwartz/ Moon Modells.....	124
3.2.2.1	Forschungsarbeiten zum Schwartz/ Moon Modell .....	124
3.2.2.2	Sprungprozesse .....	131
3.2.2.3	Unternehmenssteuer, Verlustvortrag und Steuern auf Investorenebene .....	135
3.2.2.4	Risikoadjustierung.....	136
3.2.2.5	Fremdkapital und Ausfall.....	138
3.2.2.6	Fortführungswert (Continuing Value).....	139
3.2.2.7	Stochastische Zinssätze .....	141
3.2.3	Insolvenzprognose auf Basis des Schwartz/ Moon Modells .....	143

<b>4. Empirische Untersuchung.....</b>	<b>145</b>
4.1 Datenbasis und Inputparameter.....	145
4.1.1 Datenbasis der Plausibilitätsprüfung .....	146
4.1.2 Parameterbestimmung .....	147
4.1.2.1 Periodenlänge, Simulationshorizont und Bilanzdaten .....	147
4.1.2.2 Anfängliche Umsatzänderungsrate und -volatilität.....	148
4.1.2.3 Volatilität der erwarteten Umsatzänderungsraten .....	153
4.1.2.4 Langfristiges Umsatzwachstum .....	154
4.1.2.5 Langfristige Volatilität des Umsatzes .....	155
4.1.2.6 Fixkosten und variable Kosten.....	156
4.1.2.7 Abschreibungs- und Investitionsrate.....	158
4.1.2.8 Anpassungsgeschwindigkeit .....	158
4.1.2.9 Zinssatz, Steuersatz und Korrelation der stochastischen Prozesse .....	159
4.1.2.10 Anzahl an Simulationspfaden .....	160
4.2 Simulation mit dem adaptierten Schwarz/ Moon Grundmodell .....	162
4.2.1 Adaptiertes Schwartz/ Moon Grundmodell .....	162
4.2.2 Ergebnisse des adaptierten Grundmodells .....	167
4.2.2.1 Zusammenhänge, Sensitivitäten und Informationsprofil des Modells.....	167
4.2.2.2 Ergebnisse DAX Unternehmen .....	174
4.2.2.3 Ergebnisse ausgefallener Unternehmen .....	179
4.2.2.4 Ergebnisse Gesamtsample.....	185
4.3 Simulation mit dem Potsdamer Modell .....	192
4.3.1 Erweiterungen zum Potsdamer Modell.....	192
4.3.1.1 Ausfall und Finanzierung.....	194
4.3.1.2 Dividendenpolitik.....	198
4.3.1.3 Managementqualität .....	200
4.3.1.4 Umsatzsprünge .....	208
4.3.1.5 Zusätzliche Inputparameter des Potsdamer Modells.....	215
4.3.2 Ergebnisse des Potsdamer Modells.....	216
4.3.2.1 Zusammenhänge, Sensitivitäten und Informationsprofil des Modells.....	216
4.3.2.2 Ergebnisse DAX Unternehmen .....	219
4.3.2.3 Ergebnisse ausgefallener Unternehmen .....	221
4.3.2.4 Ergebnisse Gesamtsample.....	228
4.3.2.5 Potsdamer Modell mit alternativ bestimmten Inputparametern .....	232

<b>5. Fazit .....</b>	<b>237</b>
5.1 Zusammenfassung und Einordnung der Ergebnisse .....	238
5.2 Ansätze für zukünftige Forschung .....	247
<b>Anhang .....</b>	<b>249</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>281</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Krisenverlauf im Unternehmen .....	8
Abb. 2: Entscheidungssituation unter Unsicherheit.....	14
Abb. 3: Zusammensetzung des Kreditrisikos .....	16
Abb. 4: Dilemma der Kreditentscheidung .....	17
Abb. 5: Ausschnitt aus dem Kreditvergabeprozess .....	21
Abb. 6: Kreditrisikoquantifizierung.....	22
Abb. 7: Verfahren empirischer Studien zur Bonitätsprüfung.....	26
Abb. 8: Dichtefunktion der Scorewerte guter und schlechter Kreditnehmer .....	38
Abb. 9: Verlauf der logistischen Funktion.....	43
Abb. 10: Aufbau eines Expertensystems .....	50
Abb. 11: Verarbeitungsprozess eines Fuzzy-Logik Systems .....	53
Abb. 12: Linguistische Bewertung in disjunkten Intervallen .....	54
Abb. 13: Trapezförmige Fuzzy Intervalle I .....	55
Abb. 14: Trapezförmige Fuzzy Intervalle II.....	56
Abb. 15: Trapezförmige Fuzzy Intervalle III.....	57
Abb. 16: Defuzzyfizierung mittels Schwerpunktmethod e .....	58
Abb. 17: Aufbau eines künstlichen neuronalen Netzes .....	59
Abb. 18: Funktionsweise eines künstlichen neuronalen Netzes.....	60
Abb. 19: Rückzahlungsanspruch der Kapitalgeber .....	68
Abb. 20: Moody's Pyramide der Ratinganalyse.....	77
Abb. 21: Moody's Ratingsymbole.....	80
Abb. 22: Kumulierte Ausfallrate Baa gerateter Emittenten.....	81
Abb. 23: Die drei Säulen von Basel II .....	88
Abb. 24: Eigenkapitalanforderungen nach Basel II und Basel III.....	96
Abb. 25: Sprunggrößenwahrscheinlichkeitsverteilung I .....	133
Abb. 26: Quartalsumsatz von E.ON .....	149
Abb. 27: Umsatzänderungsrate von E.ON.....	150



Abb. 28: Lag(4) Umsatzänderungsraten von E.ON.....	151
Abb. 29: Beispielhafte Umsatzpfade von K+S I .....	168
Abb. 30: Umsatzlageparameter von K+S I.....	169
Abb. 31: Umsatzvolatilität von K+S.....	170
Abb. 32: Anzahl abgebrochener Pfade von K+S und Lufthansa.....	171
Abb. 33: Kumulierte Ausfallwahrscheinlichkeiten von K+S und Lufthansa.....	172
Abb. 34: Barmittelbestände in Periode 4 von K+S und Lufthansa I .....	173
Abb. 35: Prognostizierte einjährige PD bei ausgefallenen Unternehmen 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (AGM) .....	181
Abb. 36: Prognostizierte zweijährige PD bei ausgefallenen Unternehmen 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (AGM) .....	181
Abb. 37: Prognostizierte dreijährige PD bei ausgefallenen Unternehmen 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (AGM) .....	182
Abb. 38: ROC-Kurven von Beispielmодellen .....	186
Abb. 39: ROC-Kurven des adaptierten Grundmodells.....	190
Abb. 40: Krisenphasen, Einflussfaktoren und Bonitätsmessverfahren .....	204
Abb. 41: Langfristige Umsatzvolatilität in Abhängigkeit vom Managementverhalten.....	207
Abb. 42: Umsatzsprung Daimler .....	211
Abb. 43: Sprunggrößenwahrscheinlichkeitsverteilung II .....	212
Abb. 44: Beispielhafte Umsatzpfade von K+S II .....	216
Abb. 45: Umsatzlageparameter von K+S II .....	217
Abb. 46: Barmittelbestände in Periode 4 von K+S und Lufthansa II.....	218
Abb. 47: Prognostizierte einjährige PD bei ausgefallenen Unternehmen 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (PM).....	224
Abb. 48: Prognostizierte zweijährige PD bei ausgefallenen Unternehmen 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (PM).....	224
Abb. 49: Prognostizierte dreijährige PD bei ausgefallenen Unternehmen 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (PM).....	225
Abb. 50: ROC-Kurven im Potsdamer Modell .....	228
Abb. 51: ROC-Kurven des PM und AGM im Vergleich.....	230

Abb. 52: ROC-Kurven des Potsdamer Modells mit alternativ bestimmten Inputparametern .....	233
--	-----

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Wichtige Jahresabschlusskennzahlen.....	28
Tab. 2: Prognosegüte der Z-Scores in empirischen Studien.....	46
Tab. 3: Prognosegüte der logistischen Regression in empirischen Studien .....	47
Tab. 4: Prognosegüte der KNN in empirischen Studien.....	64
Tab. 5: Vergleich der Ratingskalen .....	79
Tab. 6: Prognosegüte externer Ratings .....	84
Tab. 7: Risikogewichte im KSA .....	90
Tab. 8: Umsatzänderungsraten und Umsatzvolatilität der DAX Unternehmen...	153
Tab. 9: Ergebnisstreuung von K+S bei variierender Anzahl an Simulationspfaden.....	161
Tab. 10: PDs der DAX Unternehmen im AGM .....	175
Tab. 11: Ergebnisse des AGM im Vergleich mit Moody's und S&P .....	177
Tab. 12: PDs der ausgefallenen Unternehmen des AGM.....	180
Tab. 13: Mediane der ein-, zwei- und dreijähriger PDs 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (AGM).....	182
Tab. 14: Einjährige Ausfallwahrscheinlichkeit im AGM ein Jahr vor Ausfall im Vergleich zu anderen Modellen.....	184
Tab. 15: Resampling zum S-Sample und D-Sample .....	189
Tab. 16: AUC-Werte des adaptierten Grundmodells .....	191
Tab. 17: Ursachenkatalog von Reske et al. (1976).....	194
Tab. 18: Erwartete Sprunggröße .....	211
Tab. 19: PDs der DAX Unternehmen im Potsdamer Modell .....	219
Tab. 20: Dreijährige PDs der DAX Unternehmen im Potsdamer Modell.....	221
Tab. 21: PDs der ausgefallenen Unternehmen im Potsdamer Modell.....	223
Tab. 22: Mediane der ein-, zwei- und dreijähriger PDs 1 bis 4 Jahre vor Ausfall (PM) .....	225
Tab. 23: Einjährige Ausfallwahrscheinlichkeit im PM ein Jahr vor Ausfall im Vergleich zu anderen Modellen .....	227
Tab. 24: AUC-Werte im adaptierten Grundmodell .....	229

Tab. 25: AUC-Werte im PM und AGM im Vergleich .....	231
Tab. 26: AUC-Werte im Potsdamer Modell mit alternativ bestimmten Inputparametern .....	234
Tab. 27: AUC-Werte im Potsdamer Modell mit alternativ bestimmten Inputparametern ohne Ausfallwahrscheinlichkeiten zwei bis vier Jahre vor Ausfall .....	234

## Abkürzungsverzeichnis

AGM .....	Adaptiertes Schwartz/ Moon Grundmodell
APV .....	Adjusted Present Value
AR .....	Accuracy Ratio
AR(1)-Prozess .....	Autoregressiver Prozess erster Ordnung
AUC .....	Fläche unter der Kurve (Area Under the Curve)
BaFin .....	Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht
Basel I .....	Erster Basler Akkord von 1988
Basel II .....	Internationale Konvergenz der Eigenkapitalmessung und der Eigenkapitalanforderungen von 2004
Basel III .....	International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring von 2010
BGB .....	Bürgerliches Gesetzbuch
BIZ .....	Bank für Internationalen Zahlungsausgleich
CAP .....	Cummulative Accuracy Profile
CAPM .....	Capital Asset Pricing Model
CDS .....	Credit Default Swap
CEO .....	Geschäftsführer/ Vorstandsvorsitzender
CFO .....	Finanzvorstand
CODEX .....	Commerzbank Debitoren Experte
CRD .....	Capital Requirements Directive
CRR .....	Capital Requirements Regulation
CV .....	Fortführungswert (Continuing Value)
DAX .....	Deutscher Aktienindex
DCF .....	Discounted Cashflow
D-Sample .....	Default-Sample
EAD .....	Kreditvolumen zum Ausfallzeitpunkt (Exposure at Default)
EBIL .....	Einzelbilanzanalyse

EBIT .....	Gewinn vor Zinsen und Steuern ((Earnings Before Interest and Taxes)
EBITDA .....	Gewinn vor Zinsen, Steuern und Abschreibungen, Depreciation and Amortization)
EDV .....	Elektronische Datenverarbeitung
EK .....	Eigenkapital
EK-Quote .....	Eigenkapitalquote
EL .....	Expected Loss
ESMA.....	Europäische Wertpapier- und Marktaufsichtsbehörde
EU .....	Europäische Union
FK.....	Fremdkapital
FTE.....	Cashflow to Equity
HGB .....	Handelsgesetzbuch
InsO .....	Insolvenzordnung
IQR.....	Interquartilsabstand
IRB .....	Internal Ratings Based (Approach)
I/B/E/S.....	International Brokers' Estimate System (Datenbank)
IT .....	Informationstechnologie
KMU .....	Kleine und mittlere Unternehmen
KMV .....	Kealhofer, McQuown und Vasicek.
KNN .....	Künstliches neuronales Netz
KSA.....	Kreditrisikostandardansatz
KWG .....	Gesetz über das Kreditwesen
LCR .....	Liquidity Coverage Ratio
LGD.....	Verlust bei Ausfall (Loss Given Default)
M .....	Vielfaches (Multiple)
MBA.....	Master of Business Administration
Mio. ....	Millionen
Mrd.....	Milliarden
M&A .....	Mergers und Acquisitions

NEMAX .....	Neuer-Markt-Index
NFK.....	Nominales Fremdkapital
NSFR.....	Net Stable Funding Ratio
IWF .....	Internationaler Währungsfonds
N/A.....	Nivht verfügbar (Not Available)
OECD.....	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OeNB.....	Oesterreichische Nationalbank
p.....	Signifikanzniveau
PD.....	(Prognostizierte) Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default)
PESTEL .....	Politisch, ökonomisch, sozio-kulturell, technologisch, ökologisch und rechtlich
PM .....	Potsdamer Modell
RAPD .....	Risk analysis probability of default model
ROC.....	Receiver Operating Characteristics
RW .....	Risikogewicht
RWA .....	Risikogewichtete Aktiva (Risk Weighted Assets)
SolvV.....	Solvabilitätsverordnung
STATBIL .....	Statistische Bilanzanalyse
S&P .....	Standard & Poor's
s.t.....	Unter der Nebenbedingung (subject to)
S-Sample .....	Survival-Sample
TS .....	Tax Shield
T-Bill.....	Einjährige U.S. Treasury Bill
U.S./ USA .....	Vereinigte Staaten von Amerika
VaR .....	Value at Risk
WACC.....	Gewichtete durchschnittliche Kapitalkosten (Weighted Average Cost of Capital)
WP.....	Wirtschaftsprüfung

## Symbolverzeichnis

$\underline{A}$ .....	Transformationsmatrix
$\underline{A}'$ .....	Transponierte Transformationsmatrix
$a$ .....	Zu beurteilender Firmenkunde
$a_i$ .....	Ausprägung des $i$ -ten Kriteriums des zu beurteilenden Firmenkunden
$b$ .....	Laufzeitanpassungsfaktor
$BS$ .....	Regulatorische Skalierungsgröße: Umsatz oder Bilanzsumme
$\underline{C}$ .....	Kovarianzmatrix
$C_0$ .....	Wert des Calls auf die Aktiva des Unternehmens
$Capx$ .....	Investitionsausgaben (Capital Expenditures)
$Cost$ .....	Gesamtkosten
$CR$ .....	Investitionsrate (Capital Ratio)
$CS$ .....	Credit Spread
$CV$ .....	Fortführungswert (Continuing Value)
$CX$ .....	Geplante Investitionsausgaben
$Dep$ .....	Abschreibung (Depreciation)
$Div$ .....	Ausschüttung/ Dividendenzahlung
$DR$ .....	Abschreibungsrate (Depreciation Ratio)
$D(x)$ .....	Diskriminanzfunktion
$dq$ .....	Inkrement eines Poisson-Prozess
$dz$ .....	Inkrement der Standard Brownschen Bewegung (Wiener Prozess)
$e$ .....	Eulersche Zahl.
$EK$ .....	Marktwert des Eigenkapitals
$E(.)$ .....	Erwartungswert
$E^\Pi(.)$ .....	Erwartungswert unter dem risikoneutralen Wahrscheinlichkeitsmaß
$F$ .....	Fixkosten
$FCF$ .....	Freier Cashflow



$FK$	.....	Marktwert des Fremdkapitals
$FTE$	.....	Cashflow to Equity
$G$	.....	Cashflow Marge
$J$	.....	Sprungbedingte Rate des Umsatzes
$KD$	.....	Kapitaldienst
$k_e^d$	.....	Eigenkapitalkosten des verschuldeten Unternehmens
$k_e^u$	.....	Eigenkapitalkosten des unverschuldeten Unternehmens
$k_{WACC}$	.....	Gewichteter durchschnittlicher Kapitalkostensatz
$L$	.....	Verlustvortrag
$LGD$	.....	Verlust bei Ausfall (Loss Given Default)
$M$	.....	Vielfaches (Multiple)
$MR$	.....	Effektive Restlaufzeit
$m(t)$	.....	Anzahl an Moratorien bis einschließlich Periode $t$
$m_{\max}$	.....	Maximale Anzahl an Moratorien
$N$	.....	(Standard)Normalverteilung
$N(d)$	.....	kumulierte Dichte der Normalverteilung.
$NFK$	.....	Nominales Fremdkapital
$pl$	.....	Logistische Funktion
$PD$	.....	(Prognostizierte) Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Default)
$PD^{\Pi}$	.....	Risikoneutrale Ausfallwahrscheinlichkeit
$PPE$	.....	Sachanlagevermögen (Property, Plant and Equipment)
$r$	.....	Risikoloser Zinssatz
$r_{FK}$	.....	Durchschnittlicher Fremdkapitalkostensatz
$r_M$	.....	Rendite des Marktportfolios
$R$	.....	Umsatz
$RW$	.....	Risikogewicht
$S$	.....	Aktienwert
$S_{(,)}$	.....	Partielle Ableitung des Aktienwertes

- $T$  .....Fälligkeitszeitpunkt/ Ende des Detaillierungszeitraums  
 $\bar{t}$  .....Zeithorizont der Investitionsplanung  
 $U$  .....Gleichverteilte Zufallszahl zwischen 0 und 1.  
 $V$  .....Gesamtwert des Unternehmens  
 $v(a)$  .....Gesamt-Score des Firmenkunden  
 $v_i(a_i)$  .....Einzel-Score-Wert des i-ten Kriteriums  
 $w$  .....Gewichtungsfaktor/ Vektor der Gewichtung einzelner Merkmale  
 $wa$  .....Konstante Wachstumsrate der Ausschüttung  
 $X$  .....Kassenbestand in  
 $x$  .....Merkmal  
 $X^*$  .....Ausfallsschwelle  
 $Y$  .....Gewinn nach Steuern  
 $Z$  .....Overall Index (Z-Score)  
 $z_i$  .....Nicht empirisch beobachtbare Variable des i-ten Objekts  
 $ZX_1$  .....Working capital/ Total assets  
 $ZX_2$  .....Retained earnings/ Total assets  
 $ZX_3$  .....Earnings before interest and taxes/ Total assets  
 $ZX_4$  .....Market value equity/ Book value of total debt  
 $ZX_5$  .....Sales/ Total assets  
 $\mathbb{R}^+$  .....Wertbereich positiver, reeller Zahlen  
 $\alpha_i$  .....Rendite des Investitionsobjekts i  
 $\beta$  .....Aktienbetafaktor des Unternehmens  
 $\beta_0$  .....Konstante  
 $\beta_k$  .....Koeffizient der k-ten unabhängigen Variablen  
 $\gamma$  .....Variabler Kostensatz  
 $\bar{\gamma}$  .....Langfristiger variabler Kostensatz  
 $\varepsilon_i$  .....Störterm

- $\varepsilon_{(t)}^{\Pi}$  ..... Standardnormalverteilte Zufallsvariable unter dem risikoneutralen  
Wahrscheinlichkeitsmaß
- $\eta$  ..... Volatilität der erwarteten Umsatzänderungsrate
- $\kappa$  ..... Anpassungsgeschwindigkeit/ mean-reversion Koeffizient.
- $\lambda_{(t)}$  ..... Marktpreis des Risikos
- $\mu$  ..... Erwartete Umsatzänderungsrate (Drift)
- $\bar{\mu}$  ..... Langfristiger Mittelwert der Umsatzänderungsrate
- $\xi$  ..... Volatilität der Sprunggröße
- $\rho$  ..... Korrelationskoeffizient
- $\vartheta$  ..... Volatilität des Wertes der Aktiva,
- $\sigma$  ..... Volatilität des Umsatzes
- $\bar{\sigma}$  ..... langfristige Volatilität des Umsatzes
- $\sigma_M$  ..... Volatilität des Marktportfolios
- $\sigma_i$  ..... Volatilität des Investitionsobjekts i
- $\tau_c$  ..... Unternehmenssteuersatz
- $\tau_l$  ..... Ertragssteuersatz auf Investorenebene
- $\nu$  ..... Sprungwahrscheinlichkeit (Frequenz)
- $\varphi$  ..... Volatilität des variablen Kostensatzes
- $\bar{\varphi}$  ..... Langfristige Volatilität des variablen Kostensatzes
- $\psi$  ..... Sprunggröße (Amplitude)

# 1. Einleitung

Für das Wirtschaftsgeschehen eines Landes nehmen Banken als Finanzintermediäre eine entscheidende Rolle ein, da sie die Volkswirtschaft mit Zahlungsmitteln versorgen und den gesamtwirtschaftlichen Geldkreislauf sicherstellen. Das reibungslose Funktionieren des Finanzsystems ist elementar für die wirtschaftliche Entwicklung eines Landes und damit für das gesellschaftliche Gemeinwohl.<sup>2</sup> Trotz dieser Schlüsselstellung der Kreditinstitute zählte der Internationale Währungsfonds (IWF) weltweit 147 Bankenkrisen im Zeitraum von 1970-2011. Etwa einem Drittel der Bankenkrisen ging dabei eine Phase exzessiver Kreditvergabe (credit boom) voraus.<sup>3</sup> Die Folgen einer Bankenkrise sind enorm, weit über den Bankensektor hinaus. So betragen die Kosten für das Fiskalsystem im Durchschnitt 6,8 % des Bruttoinlandprodukts.<sup>4</sup> Besonders verheerend waren die Auswirkungen der Bankenkrise 2007/ 2008, die sich in der Folge, auch durch die notwendigen staatlichen Interventionen, teilweise zu systemischen Banken- und Wirtschaftskrisen sowie zu einer Staatsschuldenkrise ausweitete.<sup>5</sup> Auch dieser Bankenkrise ging eine Phase exzessiver und leichtfertiger Kreditvergaben, vor allem auf dem amerikanischen Immobilienmarkt in Form von subprime mortgages, voraus.<sup>6</sup>

Um solchen Bankenkrisen bereits vor ihrer Entstehung entgegenzuwirken erfolgt seit den 1990er Jahren eine zunehmend starke Regulierung des Finanzsystems durch die Bankenaufsicht. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf einer adäquaten Kapital- und Liquiditätsausstattung der Kreditinstitute.<sup>7</sup> Aufgrund der steigenden regulatorischen Anforderungen ist mit einem Anstieg der Kosten zu rechnen, was wiederum zu sinkenden Margen, auch im gewerblichen Kreditgeschäft, führt. Das begrenzte Eigenkapital muss in Zukunft folglich noch gezielter eingesetzt werden.<sup>8</sup> Im Rahmen der aufsichtsrechtlichen Vorgaben spielt zunehmend auch das mit der Vergabe eines Kredites eingegangene Risiko eine entscheidende Rolle. Je präziser dieses bestimmt werden kann und je niedriger es ausfällt, desto geringer ist die Höhe des zur Unterlegung des Kredits notwendigen Eigenkapitals.<sup>9</sup> Die Fähigkeit, Bonitätsrisiken im Rahmen der Kreditwürdigkeitsprüfung frühzeitig zu erkennen und präzise zu quantifizieren wird daher in Zukunft

---

<sup>2</sup> Vgl. Meller (2013), S. 92.

<sup>3</sup> Vgl. IWF (2012), S. 8 f.

<sup>4</sup> Vgl. ebd., S. 17.

<sup>5</sup> Vgl. Wazyński (2016), S. 117 ff. sowie IWF (2012), S. 5 ff.

<sup>6</sup> Vgl. Reinhart/ Rogoff (2008), S. 46.

<sup>7</sup> Vgl. Rochet (2008), S. 1.

<sup>8</sup> Vgl. Hofmann/ Schmolz (2014), S. 35. Siehe hierzu auch Abschnitt 2.4.4.

<sup>9</sup> Siehe hierzu Abschnitt 2.4.

maßgeblich den Erfolg im Kreditgeschäft definieren, was sich direkt in Form eines verstärkten Wettbewerbs um die Entwicklung und Nutzung von effizienten und prognosestarken Kreditrisikomodellen niederschlagen wird.<sup>10</sup>

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Kreditwürdigkeitsprüfung dient der Feststellung, ob ein Kreditnehmer seinem Kapaldienst, also seinen Zins- und Tilgungsverpflichtungen aus dem Kreditvertrag, fristgerecht nachkommen kann und wird.<sup>11</sup> Hierzu wurde in der Insolvenzforschung eine Vielzahl an Verfahren entwickelt. Zur Beurteilung der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage stützen sich fast alle traditionellen Verfahren auf die Analyse des Jahresabschlusses.<sup>12</sup> Elektronische Datenverarbeitungsprogramme (EDV-Programme), wie die statistische Bilanzanalyse (STATBIL) oder die Einzelbilanzanalyse (EBIL) ermöglichen Zeit-, Betriebs- und Branchenvergleiche.<sup>13</sup> Die so errechneten Kennzahlen finden in der Praxis häufig Einsatz in s.g. Scoring Modellen.<sup>14</sup> Auch komplexere Verfahren, wie die Diskriminanzanalyse, die logistische Regression, Expertensysteme oder künstliche neuronale Netze (KNN), bauen gleichermaßen auf Jahresabschlussdaten auf und sind somit stark vergangenheitsorientiert, was zu nicht unerheblichen Fehlklassifikationsraten von Unternehmen bzgl. ihrer Bonitätseinstufung führt.<sup>15</sup>

Jeder Investor, unabhängig davon ob als Eigenkapital- oder Fremdkapitalgeber, sieht sich bei der Investitionsentscheidung mit demselben Dilemma konfrontiert. Die zu leistenden Auszahlungen stellen zum aktuellen Bezugszeitpunkt einen sicheren Mittelabfluss dar. Die in der Zukunft erwarteten Zins- und Tilgungszahlungen im Rahmen eines Kredites bzw. die Erträge aus einer Beteiligung hingegen einen unsicheren Mittelrückfluss.<sup>16</sup> Für Fremdkapitalgeber und Eigenkapitalgeber hängt der Erfolg ihres Engagements somit gleichermaßen von der zukünftigen Entwicklung des Unternehmens ab, auch wenn sie in unterschiedlicher Weise daran partizipieren. Es liegt also eine identische Entscheidungssituation vor, lediglich der Fokus unterscheidet sich.

Während bei Fremdkapitalgebern vorwiegend die oben genannten, auf der Jahresabschlussanalyse basierenden Methoden der Kreditwürdigkeitsprüfung zur Entscheidungsfindung herangezogen werden, prognostizieren Eigenkapitalgeber

---

<sup>10</sup> Vgl. Zurek (2009), S. 7 f.

<sup>11</sup> Vgl. Bönkhoff (1983), S. 18.

<sup>12</sup> Vgl. Wagner (1993), S. 291.

<sup>13</sup> Vgl. ebd., S. 291.

<sup>14</sup> Vgl. Hüls (1995), S. V.

<sup>15</sup> Vgl. Hesselmann (1995), S. 3.

<sup>16</sup> Vgl. Wagner (1993), S. 290.

die künftige Unternehmensentwicklung um ein Unternehmen auf Basis seiner zukünftigen Ertragspotentiale zu bewerten.<sup>17</sup> Da auch die künftigen Zins- und Tilgungszahlungen von der zukünftigen Entwicklung des Unternehmens abhängen, weisen Vergangenheitsdaten hierfür nur eine bedingte Erklärungskraft auf und sind folglich nur als Startpunkt einer Prognose heranzuziehen, die weitere Einflussfaktoren auf die zukünftige Entwicklung berücksichtigt.<sup>18</sup> In Übereinstimmung mit der theoretischen Argumentation zeigen auch empirische Studien deutlich, dass die vergangenheitsorientierten Verfahren der Insolvenzprognose zwar gut geeignet sind um Unternehmen unterschiedlicher Risikoklassen auf Basis eines historischen Datensatzes zu differenzieren, ihre Trennschärfe unter sich verändernden Rahmenbedingungen jedoch meist rapide sinkt.<sup>19</sup> Diese Tatsache kann Phasen exzessiver Kreditvergabe verstärken, wobei Warnsignale sich ändernder Rahmenbedingungen, wie bspw. einer sich abschwächenden Gesamtkonjunktur, unberücksichtigt bleiben.

In einzelnen Ansätzen wurde in der Vergangenheit bereits der Versuch unternommen, Erwartungen über zukünftige Entwicklungen anhand von Planwerten des Unternehmens oder anhand qualitativer Faktoren in die Kreditwürdigkeitsprüfung zu integrieren.<sup>20</sup> Oft sind jedoch der Jahresabschluss und die den Jahresabschluss ergänzenden Unterlagen die einzigen Informationsquellen, die dem Kreditprüfer zur Verfügung stehen und trotz etwaiger bilanzpolitischer Maßnahmen weitaus weniger manipulationsanfällig und subjektiv sind als andere Informationsquellen, wie bspw. unternehmensinterne Plandaten.<sup>21</sup>

Ziel der theoretischen Ausarbeitungen der vorliegenden Forschungsarbeit ist es daher, ein zukunftsbezogenes Modell zur Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeit von Unternehmen (Potsdamer Modell) zu entwickeln, dessen Ausgangspunkt die Daten des aktuellen Jahresabschlusses sind und bei dem die Einschätzungen des Anwenders bzgl. zukünftiger Entwicklungen Berücksichtigung finden können. Diese Einschätzungen umfassen sowohl quantitative als auch qualitative Einflussfaktoren. Grundlage des Potsdamer Modells ist das Schwartz/ Moon Unternehmensbewertungsmodell aus dem Jahre 2001.<sup>22</sup> Die Analyse der Fähigkeit, zukünftigen Zins- und Tilgungszahlungen nachzukommen, erfolgt auf einer finanzwirtschaftlichen Betrachtungsebene. Hierzu werden auf der Basis von

---

<sup>17</sup> Vgl. Wagner (1993), S. 290.

<sup>18</sup> Vgl. Mrzyk (1999), S. 3 sowie Link/ Boger (1999) S. 21 f.

<sup>19</sup> Siehe hierzu Abschnitt 2.3.

<sup>20</sup> Siehe hierzu bspw. die Arbeiten von Hesselmann (1995) und Mrzyk (1999). Im Hinblick auf die Berücksichtigung qualitativer Faktoren lässt sich festhalten, dass qualitative Faktoren, die sich auf die zukünftige Entwicklung des Unternehmens auswirken, sich letztlich auch in einem oder mehreren quantitativen Faktoren niederschlagen müssen. Vgl. Damodaran (2001), S. 178.

<sup>21</sup> Vgl. Hüls (1995), S. 2.

<sup>22</sup> Vgl. Schwartz/ Moon (2001), S. 7 ff.