

MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

„Statistische Analyse des Ausfallrisikos
von Firmenkunden im Leasinggeschäft“

Verfasser

Christian Pfeiffer, Bakk.rer.soc.oec.

angestrebter akademischer Grad

Magister der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften
(Mag.rer.soc.oec.)

Wien, im Juni 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 951

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Magisterstudium Statistik

Betreuer:

ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Erhard Reschenhofer

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet beziehungsweise mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner anderen Stelle vorgelegt.

Datum

Unterschrift

DANKSAGUNG

Ich möchte mich zuerst bei meinem Geschäftsführer Michael herzlich bedanken. Er hat es mir ermöglicht, durch eine äußerst flexible Arbeitszeitgestaltung mein Studium in dieser Zeit zu beenden. Weiters danke ich Claudia, Renate und Robert, welche mir mit ihrem überkollegialen Entgegenkommen ebenfalls sehr weitergeholfen haben. Mit meinen im Studium erworbenen Fertigkeiten möchte ich nun, insbesondere mit dieser Magisterarbeit, einen Teil zum wirtschaftlichen Erfolg meines Unternehmens beitragen und somit vor allem den angesprochenen Leuten etwas zurückgeben.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Marlene, die mir mit ihrer wissenschaftlichen Kompetenz eine große Stütze beim Verfassen dieser Arbeit war und mich auch in jeder anderen Phase meines Studiums stets ermutigte und in schwierigeren Zeiten immer die richtigen Worte fand. Marlene, ohne dich wäre ich im Leben nicht soweit, wie ich jetzt bin.

Meinem Sohn Alexander möchte ich an dieser Stelle ebenso meine Dankbarkeit und ein dickes Lob aussprechen. Lieber Alex, du hast schon in deinem ersten Lebensjahr verstanden, auf deine Nächsten Rücksicht zu nehmen und mir in arbeitsreichen Zeiten die nötige Ruhe vergönnt.

Auch meinem Betreuer Prof. Erhard Reschenhofer möchte ich meinen Dank für die professionelle Betreuung und die Hilfestellungen, die er immer wieder geleistet hat, aussprechen.

Wien, im Juni 2014

Christian Pfeiffer

INHALT

1. EINLEITUNG	6
2. EINFÜHRUNG IN DIE THEMATIK	7
2.1. Was bedeutet Risiko?	7
2.2. Der Begriff „Ausfall“ in der Finanzbranche	8
2.3. Leasing als alternative Form der Finanzierung	9
3. DAS RISIKO ALS MESSBARE GRÖÖE	10
3.1. Das Marktrisiko	10
3.2. Das Liquiditätsrisiko	11
3.3. Weitere Risikofelder	11
3.4. Hauptaugenmerk: Das Kreditrisiko	11
3.4.1. Aspekte des Kreditrisikos	12
3.4.2. Wesentliche Faktoren des Kreditrisikos	12
3.5. Risikomessung	13
4. FORMEN DER FINANZIERUNG – KREDIT VS. LEASING	16
4.1. Die traditionelle Kreditfinanzierung	16
4.2. Die Leasingfinanzierung als Alternative	16
4.2.1. Finanzierungsleasing	17
4.2.2. Operating Leasing	18
4.2.3. Sale-and-lease-back	18
4.2.4. Mietkauf	18
4.3. Vergleich der beiden Finanzierungsformen	19
5. RISIKOMANAGEMENT	21
5.1. Entwicklung des Risikomanagements	21
5.2. Warum Unternehmen in Risikomanagement investieren	22

5.3.	Grundlagen eines funktionierenden Risikomanagements	23
5.4.	Die Bedeutung der Baseler Abkommen für das Risikomanagement	24
5.4.1.	Basel I als Ausgangspunkt	24
5.4.2.	Basel II als Weiterentwicklung	25
5.4.3.	Basel III als Konsequenz der Finanzkrise	26
5.5.	Kreditrisikomanagement	27
5.5.1.	Aufbauorganisation des Kreditrisikomanagements	28
5.5.2.	Herausforderungen bei der Modellierung von Kreditrisiken	29
5.5.3.	Arten von Kreditrisikomodellen	29
5.5.4.	Einige bekannte Kreditrisikomodelle	30
6.	DAS RATING ZUR QUANTIFIZIERUNG DES AUSFALLRISIKOS	32
6.1.	Die Nachfrage nach einer vergleichbaren Risikobewertung	32
6.2.	Die gegenwärtige Bedeutung des Ratings	33
6.3.	Das Ratingverfahren im Detail	35
6.3.1.	Ratinganforderungen nach Basel II-Kriterien	35
6.3.2.	Was ist ein Ratingmodell?	36
6.3.3.	Der Aufbau eines Ratingverfahrens	38
6.4.	Das Rating aus dem Blickwinkel des Klein- und Mittelbetriebes	40
6.5.	Kritik an Ratingverfahren	41
6.6.	Hat das menschliche Urteilsvermögen noch einen Wert?	41
7.	METHODOLOGIE	43
7.1.	Problemstellung und Forschungsziel	43
7.2.	Datensatz	43
7.3.	Erhebung der Daten	45
7.4.	Datenauswertung	47
7.4.1.	Logistische Regressionsanalyse	47
7.4.2.	Naïve Bayes Klassifikator	48
7.4.3.	Entscheidungsbaum	49
7.4.4.	Support Vektor Maschinen	50
7.4.5.	Anwendung von Ensemblemethoden	51
7.4.6.	Prozedur der Datenauswertung	52
7.5.	Evaluationskriterien	53
7.6.	Bestimmungen des Datenschutzes	54

8. ERGEBNISSE	55
8.1. Beschreibung der Daten	55
8.1.1. Kundenstruktur	55
8.1.2. Vertragsgestaltung	56
8.1.3. Kundenbeziehung und Zahlverhalten	58
8.2. Vertiefte Untersuchung der Ausfallereignisse	59
8.3. Klassifikation der Daten	61
8.3.1. Logistische Regressionsanalyse	61
8.3.2. Naïve Bayes Klassifikator	62
8.3.3. Entscheidungsbaum	64
8.3.4. Support Vektor Maschinen	66
8.4. Kombination der Modelle zu einem Ensemble	67
8.5. Vergleich der Modelle	69
8.6. Vertragskonstellationen, die zu einem Ausfallereignis führen	72
9. DISKUSSION	74
A QUELLENANGABEN	81
B ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	86
C ABBILDUNGSVERZEICHNIS	87
D TABELLENVERZEICHNIS	88
E ZUSAMMENFASSUNG	89
F ABSTRACT	90
G CURRICULUM VITAE	91

1. Einleitung

In Zeiten, in denen Finanz- und Bankenkrise zentrale Themen der Nachrichtenwelt sind, wird ein ebenso großer Fokus auf das Management von Krisen gerichtet. Dabei erfolgen Managementtätigkeiten auf verschiedener Ebene; sei es international durch den Baseler Ausschuss für Bankenregulierung mit dessen Verordnungen zur Einschränkung diverser Risiken, auf nationaler Ebene durch die Finanzmarktaufsichtsbehörde oder aber auf mikroökonomischer Ebene innerhalb der einzelnen Institutionen.

Gerade das Risikomanagement hat mit den gesamtwirtschaftlichen Entwicklungen der letzten Zeit für die Banken an Bedeutung gewonnen. Dabei gilt es, die verschiedenen Risikofelder wie Markt-, Währungs- oder Zinsrisiko zu minimieren. Ein zentrales Risikofeld in der Finanzdienstleistungsbranche ist das Kreditrisiko, welches mit Hilfe von Ratingverfahren gemessen wird. Dabei verwenden Banken standardisierte Ratingmethoden.

Die Motivation, die vorliegende Arbeit zu verfassen, besteht darin, das Kreditrisiko im Leasinggeschäft zu messen. Standardisierte Ratingmodelle, wie sie in Banken üblich sind, werden auch in Leasinggesellschaften eingesetzt und gelten als bewährt. Wie sieht es aber mit einem alternativen Ratingansatz aus? Da sich gerade Leasinggeschäfte stark am finanzierten Objekt orientieren, sollte auch die Risikobewertung auf objektorientierter Ebene stattfinden. Somit ist die Zielsetzung jene, die leasingrelevanten Risikofaktoren herauszufiltern und dadurch ein einfaches, objektorientiertes Ratingverfahren für Leasinggesellschaften zu entwickeln.

Ob ein Kunde kreditwürdig ist oder nicht, soll mit unterschiedlichen statistischen Methoden herausgefunden werden. Wenngleich in vielen Studien die Eignung der verwendeten Methoden zur Kreditwürdigkeitsprüfung bereits nachgewiesen wurde, so wird in dieser Arbeit zusätzlich ein Ensemble von Klassifikationsverfahren verwendet, um die Vorhersagequalität zu optimieren.

2. Einführung in die Thematik

Zu Beginn der Arbeit ist eine Einführung in die Thematik, die Klärung und Definition im Laufe der Arbeit häufig vorkommender wichtiger Begriffe von Bedeutung. Weiters werden diverse Hintergrundinformationen, welche zum Verständnis beitragen, angeführt.

2.1. Was bedeutet Risiko?

Formal geht es beim Risiko um den Unterschied von einem bestimmten Zustand, welcher zu einem in der Zukunft liegenden Zeitpunkt eintritt, zu jenem Zustand, welcher zu diesem Zeitpunkt erwartet wurde. Da beide Zustände in der Zukunft liegen, erfolgt eine solche Zustandsänderung somit unerwartet. Eine weitere Möglichkeit zur Beschreibung von Risiko ist der Unterschied zu einem in der Zukunft liegenden erwarteten Zustandes zum tatsächlich vorherrschenden Zustand in der Gegenwart. Durch die unterschiedlichen Zeitpunkte der Zustände wird hier von einer erwarteten Zustandsänderung gesprochen. In beiden Fällen wird jedoch eine Verschlechterung des Zustandes angenommen (Thonabauer, Nösslinger 2004).

Im deutschen Wörterbuch wird Risiko als „möglicher negativer Ausgang bei einer Unternehmung, mit dem Nachteile, Verlust, Schäden verbunden sind...“ definiert (Duden 2013). Wenn von Risiko gesprochen wird, fallen typischerweise häufig Begriffe wie zum Beispiel Entscheidung, Konsequenz oder Ungewissheit. Dies zeigt die negativ behaftete Seite des Risikos. Das Risiko kann aber auch günstige Seiten haben, wie zum Beispiel das Gewinnpotential bei einem Geschäft (McNeil et al. 2005).

Oft wird Risiko als Gefahr verstanden. Dabei geht mit dem Risiko ein negativer Effekt wie finanzieller Verlust, Diebstahl oder gar der Tod einher. In der Finanzbranche wird das Risiko überwiegend als solche Gefahr für das Vermögen interpretiert. Eine eher wissenschaftlichere Ansicht ist, Risiko als Ungewissheit zu betrachten. Statistisch gesehen bezieht sich die Ungewissheit auf die Verteilung aller möglichen positiven und auch negativen Ereignisse. Bei Einschätzung des Risikos als Chance steigt mit

Erhöhung des Risikos auch der potentielle Gewinn. Dasselbe gilt ergänzend für das Verlustpotential (Frost et al. 2000).

In manchen Fällen wird Risiko als Größe mit beeinflussbarem Ausmaß bezeichnet und weist somit messbaren Charakter auf. Natürlich gibt es auch Situationen, in welchen das Risiko eine andere Bedeutung hat, jedoch ist diese Beschreibung in ökonomischen Fragestellungen die Wichtigste. Der Begriff „Ungewissheit“ sollte sich demnach auf die nicht messbaren Fälle begrenzen (Knight 2009).

In der vorliegenden Arbeit steht klarerweise das finanzielle Risiko im Vordergrund. Somit gilt es als nächstes, den Begriff „Ausfall“ aus der Sicht der Finanzwelt zu erläutern.

2.2. Der Begriff „Ausfall“ in der Finanzbranche

In dieser Arbeit werden Firmenkunden eines Finanzinstitutes beobachtet. Ein wesentliches Merkmal stellt der „Ausfall“ dar. Als Ausfall wird das Eintreten eines bestimmten Ereignisses bezeichnet, welches zwangsläufig einen tatsächlichen finanziellen Verlust mit sich bringt. Solche Ereignisse können in verschiedener Form auftreten. Die Bandbreite reicht dabei von einem Zahlungsverzug bis hin zur Insolvenz des Kreditnehmers.

Ausfallereignisse können zwar vertraglich vereinbart werden, jedoch gibt es hierfür auch rechtliche Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 6.3.1). Die Gefahr des Eintretens eines solchen Ausfallereignisses wird durch die Ausfallwahrscheinlichkeit beschrieben (Burghof et al. 2005). Genau genommen bezieht sich die Ausfallwahrscheinlichkeit dabei auf jene Gefahr, dass das Risiko des Ausfalls innerhalb eines bestimmten Zeitraumes zum Tragen kommt.

Somit stellt die Ausfallwahrscheinlichkeit einen wichtigen Bestandteil des gesamten Ausfallrisikos dar. Häufig werden Begriffe wie „Bonitätsrisiko“ und „Kreditrisiko“ als Synonyme für das Ausfallrisiko verwendet (Wagner 2008). Da das Kreditrisiko an späterer Stelle (vgl. Kapitel 3.4) gesondert behandelt wird, sollte das Leasing einfühend als besonderes Finanzierungsinstrument erwähnt werden.

2.3. Leasing als alternative Form der Finanzierung

Der Begriff Leasing ist im deutschen Wörterbuch als „Vermietung von [Investitions]gütern und Industrieanlagen (wobei die Mietzahlungen bei späterem Kauf angerechnet werden können)“ definiert (Duden 2013). Er kommt ursprünglich aus dem Englischen und wird unter anderem auch mit Mieten oder Pachten übersetzt, wobei diverse Unterschiede zu der herkömmlichen Form von Miete vorhanden sind. Beim Leasing wird über einen festgelegten Zeitraum gegen Bezahlung eine Nutzungsüberlassung von Wirtschaftsgütern gewährt. Die charakteristischerweise an dieser Finanzierung teilnehmenden Personen sind der Leasinggeber, der Leasingnehmer und der Lieferant des Gutes (Quantschnigg et al. 2003).

Eine detaillierte Erläuterung zur Leasingfinanzierung wird im Kapitel 4.2 geliefert. Nach dieser kurzen Begriffseinführung folgen nun elementare Bestandteile der vorliegenden Arbeit. Was bedeutet Risiko? Welche Arten von Risiko gibt es? Diese Fragen werden im nächsten Kapitel behandelt.

3. Das Risiko als messbare Größe

In der Einführung in Kapitel 2.1 wurden bereits verschiedene Definitionen und Erläuterungen des Begriffes „Risiko“ dargelegt. Während Thonabauer und Nösslinger in ihrer 2004 von der Österreichischen Nationalbank und der Finanzmarktaufsicht publizierten Leitfadenreihe Risiko als erwartete oder unerwartete Zustandsänderung bestimmten, zeigten Frost et al. im Jahr 2000, dass es unterschiedliche Perspektiven gibt, aus welchen Risiko betrachtet werden kann. Oft sehr negativ als Gefahr, nüchtern als Ungewissheit oder optimistisch als Chance kann das Risiko auf verschiedene Weise interpretiert werden.

Der Wirtschaftswissenschaftler Frank Knight unterschied jedoch bereits 1921 zwischen Risiko als messbarer Größe einerseits und Ungewissheit als nicht messbare Größe andererseits. In diesem Zusammenhang behandelt die vorliegende Arbeit die Messung finanzieller Risiken, daher werden in diesem Abschnitt die relevanten Risikofelder sowie die Risikomessung erläutert.

3.1. Das Marktrisiko

Als Marktrisiko werden mögliche Verluste durch Preisänderungen am Finanzmarkt bezeichnet (Jorion 2009). Es zählt zu den strukturellen Risiken, welche auch bei einwandfreier Zahlweise durch die Schuldner schlagend werden können. Zinszahlungen zählen zu den Einnahmequellen der Gläubiger. Diese sind entweder fix oder variabel, zum Beispiel analog eines Referenzzinssatzes, vereinbart. Eine ungünstige Veränderung dieses Referenzzinssatzes kann Liquiditätsprobleme zur Folge haben.

Neben dem Zinsänderungsrisiko zählt das Währungsrisiko zu den wichtigsten Marktrisiken der besprochenen Finanzierungsformen (Thonabauer, Nösslinger 2004). Das Währungsrisiko geht mit der möglichen Wertschwankung einer Fremdwährung einher. Dazu gehören neben den währungsspezifischen Schwankungen auch etwaige Zusammenhänge mit anderen Währungen sowie das Risiko der Geldentwertung der Fremdwährung (Jorion 2009).

3.2. Das Liquiditätsrisiko

Das Liquiditätsrisiko kann auch den strukturellen Risiken zugeordnet werden. Sind Zahlungsein- und Ausgänge eines Unternehmens zeitlich nicht aufeinander abgestimmt, kann es zu Liquiditätsengpässen kommen. Dies kann zum Beispiel durch unpünktliche Zahlungseingänge oder infolge von Zahlungsverzögerungen aus dem Marktrisiko der Fall sein (Thonabauer, Nösslinger 2004). Das Liquiditätsrisiko kann also selbst dann auftreten, wenn ein Unternehmen prinzipiell mehr Einnahmen als Ausgaben hat. Zum Beispiel könnte eine bestimmte Risikoposition aufgrund einer ungünstigen Marktsituation nur mit einer deutlichen Preisänderung abgesetzt werden. In diesem Fall spricht man vom Marktliquiditätsrisiko (Jorion 2009).

3.3. Weitere Risikofelder

Bei einem Finanzgeschäft sind neben dem Markt- und Liquiditätsrisiko noch weitere Risikofelder zu berücksichtigen. Operationelle Risiken können auftreten, falls neben Gläubiger und Schuldner noch weitere Beteiligte an einem Geschäft mitwirken. Da das operative Verhalten dieser sonstigen Beteiligten nicht direkt kontrolliert werden kann, ist ein gewisses Risiko für finanziellen Schaden beim Kreditgeber vorhanden.

Weiters dürfen verschiedene rechtliche Risiken nicht ausgeschlossen werden. Diese umfassen die Berücksichtigung handels- und steuerrechtlicher Rahmenbedingungen, Datenschutzbestimmungen, Prüfungsverordnungen und vor allem die Durchsetzbarkeit der Ansprüche im Insolvenzfall (Thonabauer, Nösslinger 2004).

3.4. Hauptaugenmerk: Das Kreditrisiko

Die Gefahr eines finanziellen Verlustes, wenn ein Geschäftspartner seinen Zahlungsverpflichtungen nicht nachkommen kann, wird als Kreditrisiko bezeichnet. Dieses wird mit jenen Kosten gemessen, welche bei einem Zahlungsausfall des Schuldners anfallen würden, um die gegenständlichen Verpflichtungen durch eigene Mittel zu ersetzen. Somit stellt das Kreditrisiko verglichen mit dem Marktrisiko eine

wesentlich größere Herausforderung dar, da es unter anderem die Konstruktion von Ausfallwahrscheinlichkeitsverteilungen und Verlustquoten erfordert. Die größten Misserfolge in der Geschichte der Banken können auf das Kreditrisiko zurückgeführt werden (Jorion 2009).

3.4.1. Aspekte des Kreditrisikos

Das Kreditrisiko kann aus drei unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Zum einen ist die Herkunft des Kreditrisikos von Interesse, da bei Finanzgeschäften neben den einzelnen Schuldner mehrere Akteure beteiligt sein können.

Von größerer Bedeutung ist aber die Begrenzung des Kreditrisikos. Durch entsprechende Sicherstellungen, wie zum Beispiel Garantien oder Versicherungen, kann das Kreditrisiko eingeschränkt werden.

Letztendlich muss auf die Verteilung des Kreditrisikos geachtet werden (Thonabauer, Nösslinger 2004). Eine größere Anzahl der Schuldner reduziert das Kreditrisiko, während eine Verteilung auf nur wenige Schuldner ein erhöhtes Kreditrisiko birgt.

3.4.2. Wesentliche Faktoren des Kreditrisikos

Da sich die vorliegende Arbeit mit der Messung von Kreditrisiken beschäftigt, soll in diesem Abschnitt näher auf die relevanten Faktoren eingegangen werden. Diese sind die Variablen Ausfall, ausfallgefährdeter Betrag sowie Verlustquote.

Der Begriff „Ausfall“ wurde bereits einleitend erläutert. In Kreditrisikomodellen ist der Ausfall als binäre Variable aufzufassen. Sie beschreibt, ob der Kreditnehmer zahlungsfähig ist oder nicht. Der Ausfallstatus tritt mit einer bestimmten Ausfallwahrscheinlichkeit ein.

Als ausfallgefährdeter Betrag einer Verpflichtung ist der wirtschaftliche Wert der Forderung zu verstehen. Zum Zeitpunkt des Ausfalls wird dieses Gefahrenpotential als „exposure at default“ bezeichnet (Jorion 2009). Dieses Risiko wird nur dann schlagend, wenn über die Forderungshöhe im Sachverhalt eines Ausfalls Ungewissheit herrscht. Da bei Kreditgeschäften bereits im Vorhinein die Höhe von

Zinsen und Tilgung während der Laufzeit festgelegt werden, ist der ausfallgefährdete Betrag von untergeordneter Bedeutung.

Die Verlustquote wird als jener Anteil an der Gesamtforderung bezeichnet, welcher definitiv verloren ist. Je nach Situation und Ausmaß der Sicherstellungen kann ein Teil der ausstehenden Forderung wieder eingetrieben werden. Der wirklich ausfallende Anteil ist im Voraus nicht bekannt (Burghof et al. 2005).

3.5. Risikomessung

Die Messung des Risikos hat sich im Laufe der Zeit verändert beziehungsweise weiterentwickelt. Wie viel könnte bei einer Investition in einem bestimmten Zeitfenster verloren gehen? Ausgehend von dieser Fragestellung wurde erstmals ein spekulativer Messungsansatz eingeführt, bei welchem lediglich Annahmen über mögliche Verluste getroffen wurden.

Brauchbarer sind Sensitivitätsmessungen und Szenarioanalysen. Mithilfe dieser Ansätze können Informationen über die Robustheit eines Finanzbestandes mit Eintreten verschiedener Szenarien gewonnen werden. Mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Szenario eintritt, ist allerdings nicht bekannt. Dadurch ist eine Messung des Gesamtrisikos eines Finanzbestandes nicht möglich (Jorion 2009; McNeil et al. 2005).

Die meisten modernen Risikomessungen basieren auf statistischen Größen, welche die Verlustverteilung eines Finanzbestandes in einem festgelegten Zeitintervall beschreiben. Wenngleich das Gesamtrisiko eines Finanzbestandes nicht von einer einzigen Statistik hergeleitet werden sollte, so gibt eine Verlustverteilung einen guten Überblick über die Situation und liefert Aussagen über Risikostreuung (Abbildung 3.1). Darüber hinaus erlaubt die Risikomessung basierend auf Verlustverteilungen Vergleiche von Finanzbeständen.

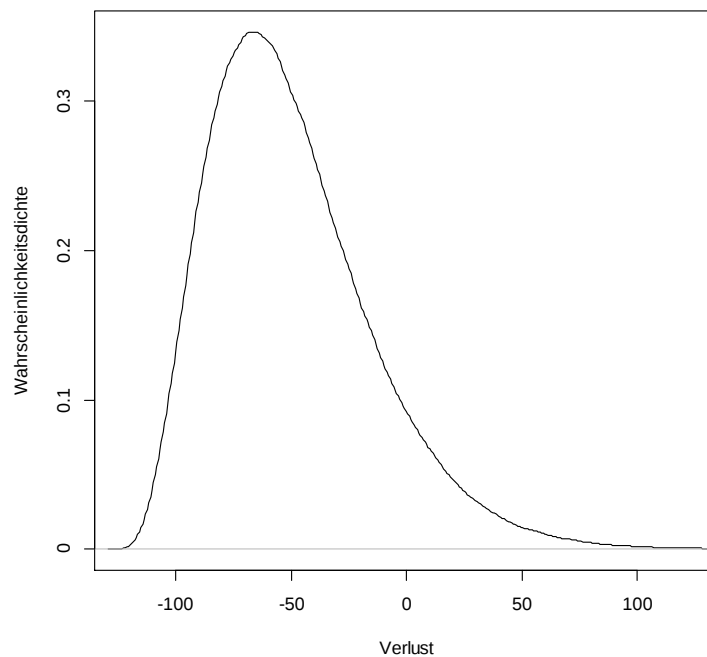


Abbildung 3.1: Beispiel einer Verlustverteilung

Eine Möglichkeit zur Risikomessung ist die Bestimmung der Varianz. Die Varianz ist einfach zu verstehen wie auch anzuwenden. Ein Nachteil der Varianz ist die Voraussetzung der Existenz des zweiten Moments der Verlustverteilung. Dies kann in einigen Situationen zu Problemen führen. Kritisch ist auch der gleichmäßige Abstand der Varianz zum Mittelwert zu betrachten. Somit ist diese für symmetrische Verteilungen wie die Normalverteilung ein gutes Risikomaß. Leider sind viele Verlustverteilungen im Finanzbereich hochgradig schief (McNeil et al. 2005).

Ein populäres Instrument zur Risikomessung ist der Value-at-risk (VaR). Dieser ist der größtmögliche Verlust über einen bestimmten Zeitraum, welcher mit einer vorab festgelegten geringen Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird (Jorion 2009). Zur näheren Erläuterung betrachten wir einen Finanzbestand über einen bestimmten Zeitraum. Die Funktion der Verlustverteilung wird durch $F(v) = P(V \leq v)$ beschrieben. Auf einem festgelegten Konfidenzniveau $\alpha \in (0,1)$ ist der VaR nun durch die kleinste reelle Zahl v , sodass die Wahrscheinlichkeit, dass der tatsächliche Verlust V größer als v ist, kleiner gleich $1 - \alpha$ ist, gegeben:

$$VaR = \inf\{v \in \mathbb{R} : P(V \leq v) \leq 1 - \alpha\} = \inf\{v \in \mathbb{R} : F(v) > \alpha\}.$$

Mit anderen Worten ist der VaR der kleinste reelle Wert v , an dessen Stelle die Verlustverteilungsfunktion größer oder gleich α ist (Abbildung 3.2; McNeil et al. 2005).

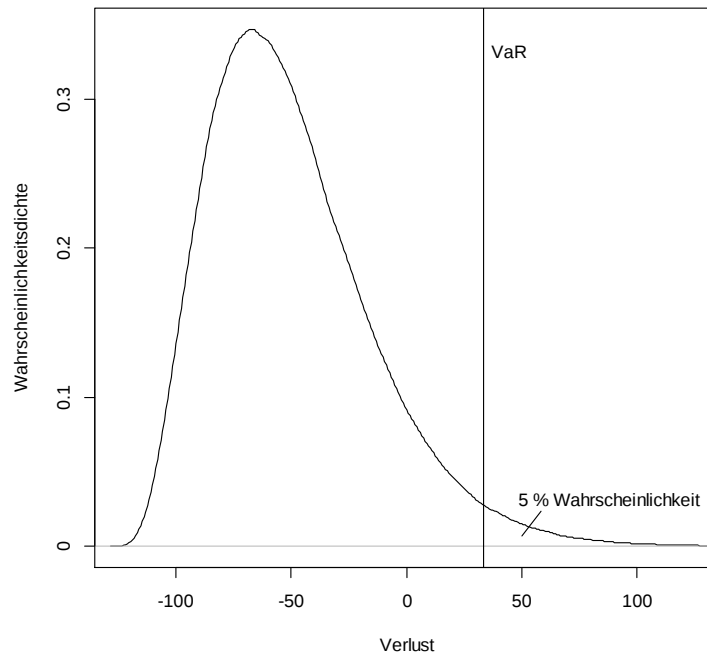


Abbildung 3.2: Verlustverteilung mit 95%-VaR

In diesem Kapitel wurde vor allem das Kreditrisiko behandelt, da dieses auch Leasingfinanzierungen einschließt. Daran anknüpfend erfolgt im nächsten Kapitel die Erläuterung des Leasings als Finanzierungsalternative im Detail. Weiters werden die Vor- und Nachteile in Gegenüberstellung zur traditionellen Kreditfinanzierung diskutiert.

4. Formen der Finanzierung – Kredit vs. Leasing

Im diesem Kapitel werden die wesentlichen Aspekte von Kredit- und Leasingfinanzierung erläutert sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile dargelegt. Abschließend folgt ein Vergleich der beiden Finanzierungsformen.

4.1. Die traditionelle Kreditfinanzierung

Die Kreditfinanzierung zählt zu der Gruppe der Fremdfinanzierung von außen. Das bedeutet, dass der Kapitalgeber (zum Beispiel das Kreditinstitut) dem Unternehmen mit Finanzierungsbedarf Fremdkapital zuführt. In weiterer Folge hat der Kreditgeber Anspruch auf Rückzahlung des Finanzierungsbetrages nach einer befristeten Kreditlaufzeit sowie auf eine vereinbarte Zinszahlung.

Damit eine Kreditfinanzierung bewilligt wird, erfordert es in den meisten Fällen der Ergänzung zusätzlicher Sicherstellungen. Diese können vom Kapitalgeber in Form von Personensicherheiten (unter anderem Bürgschaft, Garantie) oder Sachsicherheiten (unter anderem Pfandrecht, Eigentumsvorbehalt) eingefordert werden (Becker 2008).

Laut einer Umfrage der Wirtschaftskammer Österreich vom März 2013 finanzierten im Jahr 2012 25,5 % der Klein- und Mittelunternehmen ihre Investitionen durch einen Bankkredit. Hier ist anzumerken, dass der Anteil der abgelehnten Kreditwünsche im Vergleich zum Vorjahr auf 22,2 % (+ 7,1 %) deutlich anstieg. Als Hauptmotive dafür wurden zu geringe Sicherstellungen (60,1 %) sowie eine schlechte Bonitätsbeurteilung des Unternehmens (31,7 %) genannt. Auch der Bedarf an alternativen Finanzierungsmöglichkeiten ist gegenüber den Vorjahren angestiegen (WKO, aws 2013).

4.2. Die Leasingfinanzierung als Alternative

Bei einer Leasingfinanzierung wird das Objekt vom Leasinggeber angekauft und steht somit in dessen Eigentum. Diese rechtliche Voraussetzung räumt dem

Leasinggeber gegenüber einem Kreditgeber viele Vorteile ein, sei es bei Zahlungsverzug oder im Insolvenzfall des Leasingnehmers. Überdies wird das Risiko des Leasinggebers durch eine gute Verwertbarkeit des Objekts deutlich reduziert, was wiederum einen günstigen Einfluss auf die Finanzierungsbewilligung hat. Auf die Ergänzung zusätzlicher Sicherheiten kann dadurch oft verzichtet werden (VÖL 2013).

Als Unternehmer mit Finanzierungsbedarf stellt sich oft die Frage nach der Verbuchung des Investitionsgutes in der Bilanz. Eine traditionelle Finanzierung über einen Kredit hat eine Bilanzverlängerung zur Folge. Aktivseitig scheint das Objekt im Anlagevermögen des Unternehmens auf, passivseitig durch die zugehörige Bankverbindlichkeit. Bei einer Leasingfinanzierung erfolgt diese Bilanzverlängerung durch die Eigentumssituation beim Leasinggeber. Die Bilanz des Unternehmers als Leasingnehmer bleibt hier unberührt, es entsteht lediglich ein Aufwand in der Gewinn- und Verlustrechnung durch das Leasingentgelt.

Finanzierungsgegenstände einer Leasingfinanzierung sind Mobilien (Möbel, EDV, Anhänger, Maschinen etc.), Immobilien (neu oder bestehend) und Kraftfahrzeuge wie PKW, LKW, Busse etc. (Haeseler, Greßl 2007). Die Leasingfinanzierung selbst kann wiederum auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Die wichtigsten Varianten sind Finanzierungsleasing, Operating Leasing, Sale-and-lease-back sowie der Mietkauf. Diese werden nachfolgend hinsichtlich spezieller Eigenschaften näher erläutert.

4.2.1. Finanzierungsleasing

Beim Finanzierungsleasing wird der Leasinggeber, wie eingangs erwähnt, Eigentümer des finanzierten Objekts und überlässt die Objektnutzung dem Leasingnehmer gegen Entgelt auf eine vertraglich bestimmte Zeit. Wesentlich hierbei ist, dass der Leasinggeber die wesentlichen Risiken (zum Beispiel die Beschädigung des Objekts) während der Vertragsdauer trotz des Eigentumsrechts am Investitionsgut dem Leasingnehmer überträgt.

Die Verträge werden entweder als Vollamortisationsverträge (das heißt die Anschaffungskosten werden während der Laufzeit gänzlich zurückgezahlt) oder als

Teilamortisationsverträge (das heißt die Rückführung der Anschaffungskosten erfolgt nicht zur Gänze) abgeschlossen. Typischerweise gibt es am Ende der Vertragslaufzeit eine Kaufoption für den Leasingnehmer oder eine ähnliche Vereinbarung hinsichtlich Verwertung des Objekts (Quantschnigg et al. 2003).

4.2.2. Operating Leasing

Das Operating Leasing ist eine Variante der Leasingfinanzierung, bei welcher die Gebrauchsüberlassung von primärer Bedeutung ist. Das bedeutet einerseits, dass die mögliche Nutzungsdauer deutlich unterschritten wird und andererseits, dass der Eigentumserwerb durch den Leasingnehmer am Ende der Vertragslaufzeit nicht vorab beabsichtigt ist. Der wesentliche Unterschied zum Finanzierungsleasing ist, dass beim Operating Leasing der Leasinggeber Absatz- und Sachrisiko zu tragen hat (Quantschnigg et al. 2003; VÖL 2013).

4.2.3. Sale-and-lease-back

In der Sale-and-lease-back-Variante der Leasingfinanzierung sind Lieferant und Leasingnehmer dieselbe Person. Es erfolgt also ein Verkauf eines Objekts an den Leasinggeber, welche das Objekt an den Verkäufer zurück verleast. Mit Sale-and-lease-back können die gleichen bereits erwähnten bilanziellen Vorteile genutzt werden. Ein weiteres Motiv einer Sale-and-lease-back-Finanzierung ist, die stillen Reserven aus einem Objekt zu schöpfen und somit zusätzliche Liquidität zu schaffen (Haeseler, Greßl 2007; VÖL 2013).

4.2.4. Mietkauf

Aus wirtschaftlicher Sichtweise entspricht ein Mietkauf einem Objektankauf auf Raten. Der Leasinggeber kauft zwar das Investitionsgut vom Lieferanten an, verkauft es jedoch unmittelbar darauf dem Mietkäufer. Somit ist hier der Mietkäufer von Beginn des Vertragsverhältnisses an Eigentümer des Objekts, welches auch in dessen Anlagevermögen ausgewiesen wird. Der Mietkäufer zahlt dem Leasinggeber das Objekt in Raten ab, wobei während der gesamten Vertragslaufzeit ein

Eigentumsvorbehalt zugunsten des Leasinggebers gilt. Das juristische Eigentum am Objekt geht mit Bezahlung der letzten Rate an den Mietkäufer über (VÖL 2013).

4.3. Vergleich der beiden Finanzierungsformen

Wie schon erwähnt, ist ein wesentlicher Vorteil einer Leasingfinanzierung zum Kredit der Bilanzverkürzungseffekt für den Leasingnehmer. Bei einer Leasingfinanzierung erfolgt die Aktivierung des Investitionsgutes beim Leasinggeber, was für den Leasingnehmer eine positive Auswirkung auf seine Bilanzkennzahlen hat. Im Gegensatz zu einer Kreditaufnahme wird die Eigenkapitalquote des Leasingnehmers nicht gesenkt, was in weiterer Folge zu einer kürzeren Schuldentilgungsdauer führt.

Ein weiterer Vergleich ist bei Betrachtung der anfallenden Aufwände in der Gewinn- und Verlustrechnung zu geben. Da der Leasingaufwand gänzlich in der Gewinn- und Verlustrechnung ausgewiesen wird, ist auf dem ersten Blick ein steuerschonender Effekt erkennbar. Da eine Kreditfinanzierung eine Aktivierung des Investitionsgutes im Anlagevermögen mit sich bringt, kann natürlich auch die zugehörige Absetzung für Abnutzung des Objekts geltend gemacht werden. Zusammen mit den Zinsen aus der Kreditverbindlichkeit ergibt sich über die gesamte Laufzeit derselbe Aufwand. Hier ist aber anzumerken, dass der jährliche Aufwand eines Leasinggeschäfts konstant bleibt, während der Zinsaufwand bei einem Kredit zu Beginn der Laufzeit einen hohen Anteil an der Rate aufweist und dieser im Verlauf abfällt (Haeseler, Greßl 2007).

Während bei einer Kreditfinanzierung keine steuerrechtlichen Einschränkungen gelten, darf die Grundmietzeit bei einem Leasing nicht kürzer als 40 % und nicht länger als 90 % der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer des Objekts betragen. Bei einer Laufzeit von unter 40 % der Nutzungsdauer geht der Gesetzgeber davon aus, dass das Objekt nach Ablauf des Vertrages durch den Leasingnehmer weiter genutzt wird und der Leasinggeber somit keine Chance auf eine Nutzung hat. Ist die Laufzeit länger als 90 % der Nutzungsdauer, so kann der Leasinggeber das Objekt wiederum nicht mehr selbst nutzen, da es nach Ablauf quasi wertlos ist.

Welche Finanzierungsalternative ein Unternehmer schlussendlich wählt, hängt also nicht ausschließlich von einem Kostenvergleich ab. Oft sind bestimmte Faktoren, welche für den Unternehmer mit Finanzierungsbedarf einfach bedeutender sind, sowie seine individuelle Situation entscheidend (Quantschnigg et al. 2003).

Es zeigt sich also, dass die Variante der Leasingfinanzierung sowohl für Gläubiger durch die verstärkte rechtliche Position als Objekteigentümer als auch für Schuldner durch die einfachere Finanzierungsbewilligung durchaus positive Aspekte vorzuweisen hat. Da in der vorliegenden Arbeit Ausfallrisiken im Leasinggeschäft gemessen werden, ist diese besondere Besicherungssituation von zentraler Bedeutung. Im nächsten Kapitel wird das Risikomanagement behandelt, welches vor allem für das Kreditrisiko und somit für die Datenauswertung in dieser Arbeit enorm wichtig ist.

5. Risikomanagement

Nachdem die verschiedenen Risikofelder bereits eingehend erläutert wurden, liegt der Verdacht nahe, dass Institutionen wie zum Beispiel Banken oder Leasinggesellschaften großes Interesse an einer Minimierung dieser Risiken haben. Doch es sind nicht nur die Banken, welche finanziellen Risiken ausgesetzt sind. Jeder einzelne Konsument hat darauf zu achten, dass seine Ausgaben langfristig durch Einnahmen gedeckt sind. Dasselbe gilt für Organisationen wie Vereine, Unternehmen oder auch für ganze Staaten.

Während einzelne Personen zur Verbesserung des Finanzhaushaltes laufende Kosten wie Ausgaben für den Konsum senken könnten, gibt es bei größeren Institutionen wie Banken mehrere Möglichkeiten zur Verbesserung der Liquidität. Jedoch steigt mit der Größe der Organisation auch dessen Komplexität. Die ab dem Jahr 2010 eingetretene Schuldenkrise in Griechenland, wo unzählige Faktoren ihren Beitrag leisteten, sei an dieser Stelle als Beispiel gegeben.

Zur Vermeidung finanzieller Verluste sind also präventive Maßnahmen zu setzen. Diese sind unter dem Begriff „Risikomanagement“ zusammenzufassen. In diesem Kapitel wird nach einer kurzen historischen Einführung in die Entwicklung des Risikomanagements ein Überblick über die Motivation und die Voraussetzungen eines funktionierenden Managementsystems gegeben. Im Anschluss daran wird der Fokus auf den Bankensektor gerichtet. Das Baseler Abkommen, welches die Entwicklung des Risikomanagements deutlich beeinflusste, wird dabei erläutert. Mit Hilfe dieser Grundlagen wird speziell auf das Management von Kreditrisiken eingegangen.

5.1. Entwicklung des Risikomanagements

Während Ideen für Finanzinstrumente wie Call- und Put-Optionen bereits im Kodex Hammurabi im 18. Jahrhundert vor Christus zu finden waren (Dunbar 2000), folgten die ersten theoretischen Finanzmodelle erst im 20. Jahrhundert nach Christus. Markowitz begründete im Jahre 1952 die Investmententscheidung auf Basis eines

Risiko-Rendite-Diagramms, wobei die Messung des Risikos mit der Standardabweichung erfolgte (Markowitz 1970).

Die darauf folgenden Jahrzehnte brachten eine rapide Entwicklung im Risikomanagement mit sich. Die Sharpe-Ratio, welche auf der Idee von Markowitz basiert, das Capital-Asset-Pricing-Modell, welches die Risikodiversifikation sowie die Bewertung von Investitionsgütern behandelt, sowie die Arbitragepreistheorie sind nur einige Erkenntnisse aus dieser Entwicklung. Das Black-Scholes-Modell aus dem Jahr 1973 zur Preisbewertung von Finanzoptionen hatte einen großen Anteil am rasanten Wachstum der Finanzmärkte.

Neben den wissenschaftlichen Innovationen trug in dieser Zeit auch der Fortschritt in der Informationstechnologie zur Entwicklung des Risikomanagements bei. Weitere Faktoren wie die Ölkrisen in den 1970er Jahren oder der Zusammenbruch der britischen Barings Bank in den 1990er Jahren steigerten die Nachfrage nach Risikomanagementprodukten. Im Zuge dessen wurden auch verschiedene Regulierungen (vgl. Kapitel 5.4) eingeführt, die später im Detail erläutert werden (McNeil et al. 2005).

5.2. Warum Unternehmen in Risikomanagement investieren

Aus rein wissenschaftlicher Sicht ist die Rolle des Risikomanagements zu hinterfragen. Zum Beispiel liege es mit der Nutzung von guten Modellen der Portfoliotheorie lediglich am Investor, wie viel Risiko dieser bei seiner Veranlagung in Kauf nimmt. Aus dieser Perspektive sollten somit keine vorhandenen Mittel für das Risikomanagement aufgewendet werden. Es gibt aber eine Reihe weiterer Gründe, welche für den Einsatz eines Risikomanagements sprechen.

Ein Grund liegt in der Vermeidung von möglichen Kosten im Falle eines Konkurses. Ein funktionierendes Risikomanagement kann die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Unternehmens senken und somit dessen Bestand festigen.

Das Risikomanagement kann weiters mit Reduktion der Volatilität der Erträge helfen, Steuern zu sparen. Eine gleich bleibende Ertragssituation bringt steuerliche Vorteile gegenüber starken Schwankungen von Gewinnen und Verlusten mit sich.

Die Kontrolle der Kapitalstruktur ist ein weiteres Argument zugunsten des Risikomanagements. Dieses könnte ausloten, inwiefern der Gewinn mit Fremdfinanzierungen durch Zinsaufwände reduziert werden kann und somit Steuern eingespart werden können.

Zuletzt kann argumentiert werden, dass risikoreiche Unternehmen hohe Personalkosten zu tragen haben, um zentrale Positionen zu rekrutieren oder auch im Unternehmen zu halten. Mit einem funktionierenden Risikomanagement und der einhergehenden Risikominimierung können diese Personalkosten auf einem niedrigeren Niveau gehalten werden (Christoffersen 2012).

5.3. Grundlagen eines funktionierenden Risikomanagements

Um ein erfolgreiches Risikomanagement einrichten zu können, muss vorab ein entsprechendes Umfeld geschaffen werden. Zu den Faktoren eines geeigneten Umfeldes zählen zum Beispiel Führungsstil, Unternehmensphilosophie, Festlegen von Zuständigkeiten und Kompetenzen sowie Förderung der Mitarbeiter.

Eine weitere wichtige Voraussetzung ist die Risikobewertung. Dazu gehört die Identifikation, Messung und Aggregation der Risiken. Zur korrekten Risikomessung ist die richtige Zuordnung in Markt-, Liquiditäts- oder Kreditrisiko (oder gegebenenfalls in eine andere Risikokategorie) erforderlich. Die Messung im Kreditrisiko basiert auf den möglichen Verlusten im Kreditbestand. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Unterteilung in erwartete und unerwartete Verluste. Während sich erwartete Verluste aus Ausfallwahrscheinlichkeit und Verlustquote zusammensetzen und somit in der Planung berücksichtigt werden können, stellen unerwartete Verluste als Abweichung von den erwarteten Verlusten das eigentliche Risiko dar. Hinsichtlich der Risikoaggregation ist anzumerken, dass die Summe der Einzelrisiken aufgrund gegebener Korrelationen nicht gleich dem Gesamtrisiko eines Unternehmens ist.

Die Planung des Gesamtrisikos und anschließende Steuerung der einzelnen Risiken sind die wichtigsten operativen Tätigkeiten des Risikomanagements. Ein geeignetes Instrument zur Steuerung des Risikos ist zum Beispiel, einzelne risikobehaftete

Geschäfte mit Auflagen zu versehen. Diese können in Form von angepassten Konditionen oder zusätzlichen Sicherstellungen auftreten.

Nicht zuletzt erweisen sich diverse Kontrollaktivitäten als bedeutende Tätigkeiten. Wichtig ist dabei, die Soll- und Ist-Situationen an die anweisenden Stellen zu kommunizieren. Eine laufende Überwachung der Risiken durch regelmäßige Besprechungen spielt somit eine zentrale Rolle im Risikomanagement.

In der schnelllebigen Geschäftswelt von heute haben sich jedoch die Anforderungen an das Risikomanagement weiterentwickelt. Während in der Vergangenheit lediglich die Abwehr von negativen Ereignissen im Vordergrund stand, sollte der Fokus des Risikomanagements nun mehr auf die sich bietenden Chancen gerichtet werden (Frost et al. 2000; Thonabauer, Nösslinger 2004).

5.4. Die Bedeutung der Baseler Abkommen für das Risikomanagement

Wie bereits angedeutet wurde, wurden in den 1990er Jahren mit Anstieg der Nachfrage nach Produkten des Risikomanagements diverse Regulierungen ins Leben gerufen. Wiewohl es auch vor dieser Zeit bereits Regulierungsansätze in der Bankenwelt gab, so sind die Schlüsselereignisse, welche zu der heutigen Struktur des Risikomanagements geführt haben, in diesem Zeitraum eingetreten.

Der Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht wurde im Jahr 1974 von der G10, der Gruppe der inzwischen bereits elf führenden Industrienationen (unter anderem mit den Vereinigten Staaten von Amerika, Deutschland und Japan), zur Diskussion wirtschaftlicher und finanzieller Angelegenheiten gegründet. Dieses Komitee ist Ausgangspunkt der meisten nun gültigen Regulierungen, welche letztendlich durch die einzelnen Staaten durchgesetzt wurden (McNeil et al. 2005).

5.4.1. Basel I als Ausgangspunkt

Das erste Baseler Abkommen wurde im Jahr 1988 beschlossen und 1992 umgesetzt. Die Ziele von „Basel I“ waren einerseits einheitliche Wettbewerbsbedingungen zu schaffen, andererseits international tätige Banken mit

einer angemessenen Eigenkapitalausstattung vor finanziellen Verlusten abzusichern. Im Detail wurden Banken verpflichtet, für einen vergebenen Kredit zumindest 8 % an Eigenkapital zu hinterlegen.

Basel I wird aus heutiger Sicht als wichtiger Schritt in Richtung internationaler Mindestkapitalanforderung verstanden. Da der Fokus auf das Kreditrisiko gerichtet wurde, gab es aufgrund der strukturellen Unterschiede im Wirtschafts- und Bankensektor Europas zu jenem der Vereinigten Staaten von Amerika noch keine zufrieden stellenden Ergebnisse (Bruckner et al. 2003; Jorion 2009; McNeil et al. 2005).

5.4.2. Basel II als Weiterentwicklung

Mit der Zeit schienen die Regulierungen des ersten Baseler Abkommens durch die rasante Entwicklung der Kapitalmärkte überholt. Dadurch entstanden Überlegungen, neben den Zielen aus Basel I weitere Aufgaben zu erfüllen. So sollen im zweiten Baseler Abkommen eine effektive Bankenaufsicht geschaffen, die Risikosensitivität erhöht und Mindeststandards für risikobehaftete Geschäfte erreicht werden. Mit dem Erreichen dieser Ziele sollte „Basel II“ für eine bessere Stabilität der internationalen Finanzmärkte sorgen.

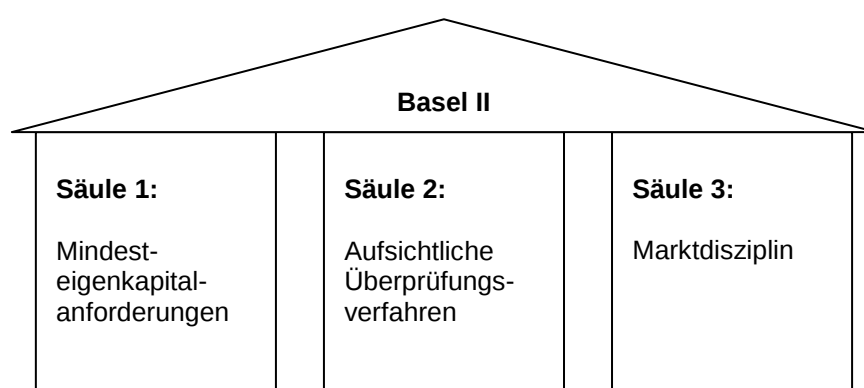


Abbildung 5.1: Die drei Säulen von Basel II

Basel II wurde im Jahr 2004 beschlossen und 2007 in den Banken der Europäischen Union sowie 2008 in jenen der Vereinigten Staaten von Amerika umgesetzt. Die Systematik von Basel II kann anhand von drei Säulen (Abbildung 5.1) abgebildet

werden. Mit diesem Konzept soll die Interaktion der unterschiedlichen Risikofelder erfasst werden.

Mit den Mindesteigenkapitalanforderungen an die Banken in Säule 1 sollen Markt-, operationelles sowie Kreditrisiko eingedämmt werden. Während sich die Behandlung des Marktrisikos im Vergleich zum ersten Baseler Abkommen nicht geändert hat, wurden hinsichtlich des Kreditrisikos klarere Auflagen erarbeitet. Weiters wurde mit Basel II erstmals das operationelle Risiko konzeptionell mitberücksichtigt. Von wohl größter Bedeutung ist, dass Banken verpflichtet wurden, Bonitätsratings zur Risikomessung zu verwenden. Das Rating zur Messung des Ausfallrisikos ist auch für die vorliegende Arbeit von zentraler Bedeutung und wird im Kapitel 6 im Detail erläutert.

Neu in Basel II sind die beiden anderen Säulen. Säule 2 fordert die Installation interner Überprüfungsverfahren, mit welchen zum Beispiel die Einhaltung der Mindestkapitalanforderungen gewährleistet wird. Dabei spielt die Datenqualität für die geforderten Ratingverfahren eine besondere Rolle. Schlussendlich sollen die Banken zu mehr Transparenz beordert werden. Zur Förderung der Marktdisziplin in Säule 3 erhalten Marktteilnehmer Einblick in die Geschäftstätigkeit der Banken und deren Umgang mit Risiken sowie deren Kapitalausstattung (Bruckner et al. 2003; Jorion 2009; McNeil et al. 2005).

5.4.3. Basel III als Konsequenz der Finanzkrise

Die im Jahr 2007 weltweit angebrochene Wirtschaftskrise war Anlass, das zweite Baseler Abkommen zu reformieren. Als Hauptgründe der Finanzkrise konnten große Unstimmigkeiten zwischen den bilanzwirksamen und –neutralen Positionen im Bankensektor vieler Nationen aufgedeckt werden, während die Liquiditätsreserven der Banken unzureichend waren. Somit konnten systematische Verluste aus Transaktions- und Kreditgeschäften nicht abgedeckt werden, was wiederum Auswirkungen auf das gesamte Finanz- und Wirtschaftssystem hatte.

Als Konsequenz wurde Basel III entwickelt. Ziel des Reformpakets ist die Stärkung des Bankensektors, um derartigen Erschütterungen wirtschaftlichen Ursprungs

künftig standhalten zu können. Das Überlaufisiko vom Finanzsektor auf den mikroökonomischen Sektor soll mit Basel III deutlich reduziert werden. Dafür wurden Vorschriften geschaffen, dass Banken zu einem mit mehr hochwertigem Eigenkapital ausgestattet und zum anderen globale Liquiditätsstandards erfüllen müssen (Bank for International Settlements 2010).

Wie unschwer zu erkennen ist, haben die Regulierungen aus den Baseler Abkommen eine große Bedeutung für das Risikomanagement eines Finanzinstitutes. Nach diesen Erläuterungen sowie der Darlegung der Vorteile eines funktionierenden Risikomanagements wird nun der Fokus auf das Management von Kreditrisiken gerichtet. Dabei wird auf die Struktur des Kreditrisikomanagements sowie ferner auf die Modellierung des Kreditrisikos eingegangen.

5.5. Kreditrisikomanagement

Wie in den vorangegangenen Kapiteln des Risikomanagements bereits eingeleitet wurde, sollte eine Risikoposition nicht isoliert, sondern im Zusammenhang mit dem Gesamtrisiko betrachtet werden. Während sich die Risikobehandlung im Kontext des Marktrisikos als recht einfach darstellt, ist die Messung sowie Streuung des Kreditrisikos eine deutlich komplexere Angelegenheit. Die Schwierigkeit liegt dabei in der Schätzung von Ausfallwahrscheinlichkeiten und deren Zusammenhängen (Jorion 2009).

Das Kreditrisiko fasst sowohl Verluste aus Kreditausfällen wie auch Verluste aus Qualitätsminderung der vergebenen Kredite, welche aus Bonitätsabstufungen der Geschäftspartner (vgl. Kapitel 6) resultieren, zusammen. Demzufolge ist das Kreditrisikomanagement in Finanzinstitutionen von allgegenwärtiger Bedeutung (McNeil et al. 2005). Auch Thonabauer und Nösslinger empfehlen in ihrer 2004 von der Österreichischen Nationalbank und der Finanzmarktaufsicht publizierten Leitfadensreihe die Bankenorganisation in drei Hauptfunktionsgruppen: Vertrieb, Risikoanalyse und -bearbeitung sowie Kreditrisikomanagement. Die Organisation des Funktionsblocks Kreditmanagement soll nun kurz erläutert werden.

5.5.1. Aufbauorganisation des Kreditrisikomanagements

Die Aufgaben des Kreditrisikomanagements sind die Entwicklung von Methoden, die Steuerung der Kreditrisiken sowie das Management des Kreditportfolios der Bank. Die Anzahl der in den jeweiligen Funktionen beschäftigten Personen ist von der Größe beziehungsweise dem Geschäftsumfang der Bank abhängig. Dabei können einzelne Funktionen bei kleineren Banken in Form von Spezialisierungen der Mitarbeiter ausgeübt werden.

Um einzelne Kreditgeschäfte effizient abwickeln zu können, sind geeignete Instrumente, Methoden sowie Prozesse notwendig. Dazu zählen zum Beispiel bankinterne Richtlinien, die Gestaltung von Mitarbeiterkompetenzen, Verfahren der Bonitätsbeurteilung oder die Entwicklung von Risikomodellen. Neben dem Entwurf der genannten Prozesse zählt auch die regelmäßige Betreuung sowie Weiterentwicklung zu den Aufgaben des Kreditrisikomanagements.

Die Steuerung der Kreditrisiken umfasst zum einen die strategische Planung des Kreditrisikos, welche das entsprechende Portfolio plant und überwacht und Strategien zum Kreditrisiko erarbeitet. Die Ableitung der Struktur des Zielfortfolios wie auch die Analyse von Abweichungen zum tatsächlichen Kreditrisikofortfolio zählen ebenso zu den Aufgaben der Planungseinheit. Eine weitere Organisationseinheit der Kreditrisikosteuerung ist die operative Kreditrisikofortfolioanalyse. Sie identifiziert, misst und aggregiert das Kreditrisiko auf Portfolioebene. Hier werden die entwickelten Modelle angewendet, vorhandene Daten analysiert und Berichte erstellt. Ein dritter Teilbereich der Risikosteuerung befasst sich mit der risikoadäquaten Preisgestaltung, der Kompetenzfestlegung und –überwachung sowie den Konsequenzen bei Kompetenzüberschreitungen.

Eine optionale Funktionsgruppe im Kreditrisikofortfoliomanagement stellt das aktive Management des Kreditportfolios dar. Aufgrund der Sensibilität des Kapitalmarktes und der daraus resultierenden Verantwortung der zuständigen Manager gewinnt das aktive Portfoliomanagement zunehmend an Bedeutung (Thonabauer, Nösslinger 2004).

Für die vorliegende Arbeit ist die Modellierung des Kreditrisikos von zentraler Bedeutung. Wie bereits erwähnt wurde, handelt es sich dabei um eine komplexe Aufgabe für das Kreditrisikomanagement. Um brauchbare Ergebnisse erzielen zu können, ist eine Reihe von Herausforderungen zu bewältigen.

5.5.2. Herausforderungen bei der Modellierung von Kreditrisiken

Eine große Rolle bei der Modellierung spielt die Datenqualität. Das Unternehmen mit Finanzierungsbedarf ist in der Regel über die eigene finanzielle Situation besser informiert als die finanzierende Bank. Öffentlich verfügbare Informationen, welche für die Bonität eines Kreditnehmers aussagekräftig sind, sind typischerweise knapp. Dieser Mangel an öffentlich verfügbaren Kreditdaten ist ein großes Hindernis an der Nutzung statistischer Methoden im Kreditrisiko und somit auch an der Entwicklung verlässlicher Modelle.

Die schiefe Verteilung der Verlustfunktion stellt ebenfalls eine nicht unwesentliche Hürde bei der Modellierung von Kreditrisiken dar. Ein typisches Kreditportfolio wirft über einen Zeitraum von mehreren Jahren regelmäßig geringe Gewinne ab, welche von gelegentlich auftretenden großen Verlusten begleitet werden. Dadurch wird eine große Menge an ökonomischem Kapital benötigt, um solch ein Portfolio erhalten zu können.

Es kann passieren, dass Ausfallereignisse verschiedener Kreditnehmer in einem bestimmten Zeitraum unverhältnismäßig häufig auftreten. Dieses Risiko ist durch eine Abhängigkeit der Ausfälle untereinander gegeben. Tatsächlich hat eine vorhandene Abhängigkeit der Ausfälle einen immensen Einfluss auf die Schiefe einer Verlustverteilungsfunktion (McNeil et al. 2005).

5.5.3. Arten von Kreditrisikomodellen

Kreditrisikomodelle können auf unterschiedliche Weise kategorisiert werden. Hinsichtlich der Risikodefinition sind Default-mode Modelle und Mark-to-market Modelle zu unterscheiden. Default-mode Modelle beschreiben den Status des

Kreditnehmers lediglich mit einer binären Variablen, dem Ausfall. In Mark-to-market Modellen werden zusätzlich Bonitätsschwankungen berücksichtigt.

Eine weitere Kategorisierung von Kreditrisikomodellen ist unter Betrachtung der Ausfallwahrscheinlichkeit möglich. Modelle mit bedingter Ausfallwahrscheinlichkeit berücksichtigen makroökonomische Faktoren während einer Geschäftsbeziehung, während unkonditionierte Modelle mit festgelegten Ausfallwahrscheinlichkeiten kalkulieren und den Fokus auf Schuldnerinformationen richten.

Die angedeutete Abhängigkeit der Ausfälle ist ebenfalls ein Faktor zur Modellierung von Kreditrisiken. In den so genannten strukturellen Modellen kann ein solcher Zusammenhang der Ausfälle berücksichtigt werden, indem eine indirekte Risikomessung über das Vermögen eines Schuldners erfolgt. Dies kann zum Beispiel über dessen Aktienkurs geschehen, der somit die Ausfallwahrscheinlichkeit des Schuldners reflektiert. Andere Modelle erklären eine Ausfallkorrelation, indem sie einen Zusammenhang zwischen Ausfallwahrscheinlichkeit und Hintergrundfaktoren des Schuldners annehmen. Solche Hintergrundfaktoren können zum Beispiel die Unternehmensbranche oder die Region des Firmensitzes sein (Jorion 2009).

5.5.4. Einige bekannte Kreditrisikomodelle

Das „CreditMetrics“ Modell der amerikanischen Bank J.P. Morgan, welches bereits 1997 veröffentlicht wurde, ist ein frühgeschichtliches Beispiel eines Kreditrisikomodells. Es zählt zu den strukturellen Mark-to-market Modellen mit unkonditionierten Ausfallwahrscheinlichkeiten, welches das Eigenkapital des Schuldners für die Messung der Ausfallkorrelation heranzieht.

Im selben Jahr veröffentlichte die Schweizer Credit Suisse mit „CreditRisk+“ einen völlig anderen Ansatz eines Kreditrisikomodells. Es handelt sich hierbei um ein Default-mode Modell mit unkonditionierten Ausfallwahrscheinlichkeiten. Der Gesamtverlust wird durch eine Poissonverteilung mit Intensität λ angenähert, wobei eine poissonverteilte Zufallsvariable X die Wahrscheinlichkeitsfunktion $f(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!}$ hat. Die Ausfallkorrelation wird modelliert, indem die Intensität λ selbst als zufällig

angenommen wird. Eine starke Änderung von λ bringt einen Anstieg der Ausfallwahrscheinlichkeit des Schuldners mit sich.

Die Ratingagentur Moody's brachte mit „KMV“ ein Modell mit bedingter Ausfallwahrscheinlichkeit auf den Markt. Das KMV Modell ist streng genommen ein Default-mode Modell, welches jedoch Komponenten eines Mark-to-Market Modell aufweist. KMV modelliert ein Distanzmaß zum Ausfall, welches hauptsächlich mit dem Aktienkurs und den Vermögenswerten des Unternehmens berechnet wird. Die Ausfallkorrelation wird über die vorhandenen Vermögenswerte in Kombination mit makroökonomischen Faktoren, wie die Unternehmensbranche, berechnet (Jorion 2009).

Seit den 1990er Jahren kommt dem Risikomanagement eine immer wichtiger werdende Bedeutung zu. Abgesehen von den Vorteilen, welche ein gut strukturiertes Risikomanagement mit sich bringt, sind nunmehr vor allem Institute im Finanzdienstleistungssektor dazu angehalten, eigene Funktionsgruppen in diesem Bereich zu installieren. Banken sind seit Basel II zudem verpflichtet, Ratings zur Feststellung der Kundenbonität durchzuführen.

Nachdem bereits einige Kreditrisikomodelle vorgestellt wurden, geht es im nächsten Kapitel um das Bonitätsrating im Detail. Das Rating dient der Quantifizierung des Ausfallrisikos und ist somit Kern der vorliegenden Arbeit.

6. Das Rating zur Quantifizierung des Ausfallrisikos

Bereits bei Betrachtung der Finanzierungsalternativen in Kapitel 4 wurde festgestellt, dass im Jahr 2012 ein Anstieg der abgelehnten Finanzierungswünsche zu verzeichnen ist. Eine schlechte Bonitätsbeurteilung war in vielen Fällen als Hauptgrund dafür zu nennen (WKO, aws 2013). Die Tatsache, dass Banken zur Beurteilung der Bonität so genannte Ratingverfahren verwenden, legt auf den ersten Blick den Verdacht nahe, dass diese für Kunden ein Hindernis darstellen. Die Gründe für diese inzwischen zu einer notwendig gewordenen Maßnahme zur Überprüfung der Bonität werden in den folgenden Zeilen erläutert.

Dieses Kapitel stellt den Hauptteil der theoretischen Abhandlung dar. Zu Beginn wird ein Überblick über die Entwicklung des Firmenkundenratings gegeben sowie dessen gegenwärtige Bedeutung erläutert. Im Anschluss wird das Ratingverfahren im Detail betrachtet. Es wird weiters die Frage behandelt, ob das Rating für den Kunden ein Hindernis darstellt. Zuletzt werden Kritikpunkte angeführt und festgestellt, inwieweit eine maschinelle Bonitätsanalyse Spielraum für menschliche Intervention ermöglicht.

6.1. Die Nachfrage nach einer vergleichbaren Risikobewertung

Zur Beurteilung des Kreditrisikos wurden lange Zeit Experten eingesetzt, welche ihre Einschätzung über die Kundenbonität aus Erfahrungswerten trafen. Diese subjektiven Einschätzungen machten einen unverzerrten Vergleich von Kreditrisiken nur eingeschränkt möglich. Dem Bankangestellten diene lediglich die Bilanzanalyse als Hilfsmittel zur Bonitätsbeurteilung von Firmenkunden und somit zur Entscheidungsunterstützung. Ein Schwachpunkt der Bilanzanalyse liegt darin, dass Bilanzen Ziffern aus vergangenen Tätigkeiten beinhalten. Da Jahresabschlüsse oft spät im darauf folgenden Geschäftsjahr fertig gestellt werden, kann zwischen dem abgebildeten Erfolg in der Bilanz und der tatsächlichen Auswertung ein großer Zeitraum liegen. Dazu kommt, dass Bilanzen von schwachen Kunden häufig manipuliert werden (Fleck, Knaak 2006; Grunwald, Grunwald 2008).

Der Fokus war bei der Vergabe von Krediten oft ausschließlich auf die Zinsmarge, welche sich aus dem gewinnbringenden Unterschied des Kreditzinses zum Refinanzierungszins der Bank ergibt, gerichtet. Das Risiko, welches ein Kreditgeschäft mit sich bringt, wurde dabei weniger berücksichtigt. Durch einen rückläufigen Zinsüberschuss der Banken fallen die Kosten für Kreditausfälle nunmehr stärker ins Gewicht (Fleck, Knaak 2006).

Zudem werden zur Absicherung von Kreditrisiken häufig Personen- oder Sachsicherheiten herangezogen. Diese Vorgehensweise ist jedoch in der Regel nur auf die Vergabe eines einzelnen Kredites abgestimmt. Verglichen mit der Portfoliosteuerung von Wertpapieren, bei der auch strukturelle Risiken behandelt werden, findet bei der traditionellen Kreditrisikoprüfung zum Beispiel kein kundenübergreifendes Management statt. Das Gesamtkreditrisiko bleibt folglich unbekannt (Grunwald, Grunwald 2008).

Aus diesen Gründen sollen standardisierte Methoden zur Risikobewertung eingesetzt werden. Verfahren des Ratings stellen sicher, dass verschiedene Kreditgeschäfte hinsichtlich des Risikogehalts objektiv miteinander verglichen werden können. Dadurch ist es in weiterer Folge möglich, das Risiko durch eine adjustierte Höhe der Kreditkonditionen in angemessener Weise an den Kunden zu verrechnen (Fleck, Knaak 2006).

6.2. Die gegenwärtige Bedeutung des Ratings

Vor allem mit der Verabschiedung von Basel II im Jahre 2004 nahm die Bedeutung des Ratings stark zu. Das Finanzinstitut hat nunmehr im Zuge der Bonitäts- und Risikobeurteilung den Kreditnehmer in verschiedener Hinsicht zu überprüfen. Es soll geprüft werden, ob der Schuldner mit seinen erwirtschafteten Erträgen seine Kredite jetzt und auch künftig bedienen kann. Weiters soll die Qualität der Erträge bewertet werden und eine Einschätzung erfolgen, ob etwaige Ertragsschwankungen die Liquidität des Schuldners beeinträchtigen könnten. Zukunftsaussichten des Unternehmens sowie eine Managementbewertung runden die Bonitätsprüfung ab.

Mit dem Einsatz von Ratingverfahren werden im Firmenkundengeschäft der Banken mehrere Ziele verfolgt. Es können dadurch detaillierte Klassifizierungen des Risikogehaltes eines Kreditgeschäfts getroffen werden. Zudem wird die Kreditüberwachung verbessert. Durch die Verbindung der Risikoklassifikation mit den tatsächlichen Ausfällen kommt dem Rating auch für die Preiskalkulation eine große Bedeutung zu.

Ähnlich dem Marktrisiko soll der Fokus des Kreditrisikos nunmehr auf das gesamte Portfolio gerichtet werden. Das Rating ist entscheidend am Aufbau und der wirtschaftlichen Steuerung des Kreditportfolios beteiligt und vereinheitlicht die Aussagen über die Kundenbonität. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, die Kreditsachbearbeiter mit Hilfe der Bonitätsüberprüfung durch Ratingverfahren zu entlasten. Dazu zählt, dass Kreditentscheidungen mit Hilfe des Ratings nachvollzogen und gerechtfertigt werden können (Grunwald, Grunwald 2008).

Ein Ratingsystem verwertet Informationen aus der Vergangenheit und trifft so Aussagen über mögliche zukünftige Zusammenhänge. So können typische Kennzeichen für Insolvenzursachen ausgeforscht und für die Kreditvergabe berücksichtigt werden. Somit stellt das Rating für den Kreditexperten eine sinnvolle Ergänzung zur Urteilsfindung dar. Einerseits können durch die Objektivität des Ratings Fehleinschätzungen reduziert werden, andererseits Schwächen des Ratingsystems durch die menschliche Kontrolle eingeschränkt werden.

Durch die standardisierte Methodik eines Ratings können Risikokosten einer Bank in differenzierter Weise berechnet werden. Diese können bei geeigneten Wettbewerbsbedingungen des Kreditgeschäfts an den Kunden über die Zinskonditionen weiterverrechnet werden. Auf lange Sicht ist die Adjustierung der Kreditkonditionen durch eine quantitative Risikomessung grundlegend für die Existenz im Wettbewerb (Fleck, Knaak 2006).

Neben den Kreditkonditionen wird durch das Rating die Ausfallwahrscheinlichkeit des Kreditnehmers bestimmt. Diese setzt die nach Basel II vorgeschriebene Eigenkapitalunterlegung der Bank fest. Somit ist das Rating ein wesentlicher Faktor für das gesamte Kundenportfolio der Bank, indem die Entstehung und Vertiefung der

Kundenbeziehung beeinflusst wird. Das Vertrauen der Bank zu seinen Kunden wird durch diese Art der Bonitätsanalyse mitunter eingeschränkt (Brezski 2008).

6.3. Das Ratingverfahren im Detail

Ein Ratingverfahren ist eine Kreditwürdigkeitsprüfung, bei welcher das Risiko eines Kreditengagements bewertet wird. Dafür werden historische Daten mithilfe statistischer Methoden ausgewertet. Jene Kreditnehmereigenschaften, welche auf Ausfallereignisse hinweisen, werden dabei herausgefiltert. Dem Kreditnehmer wird eine Punktzahl, ein Rating, zugeordnet. Dieses Rating wird von den Banken dazu verwendet, ihre Kreditnehmer hinsichtlich des Risikogehalts einzuordnen (Mester 1997).

6.3.1. Ratinganforderungen nach Basel II-Kriterien

Nach Basel II können Banken entweder externe oder interne Ratings zur Bonitätsbeurteilung ihrer Kreditnehmer einsetzen. Externe Ratings werden von Agenturen wie zum Beispiel Standard & Poor's oder Moody's veröffentlicht, deren Kosten durch die bewerteten Organisationen selbst getragen werden (Güttler, Wahrenburg 2005). Da der Nutzen externer Ratings für Klein- und Mittelbetriebe eher gering ist, wird der Fokus dieser Arbeit auf bankeninterne Ratings gerichtet.

Sämtliche Methoden, Prozesse und informationstechnologische Systeme, welche die Kreditrisikoprüfung und die Quantifizierung des Ausfall- und Verlustrisikos unterstützen, werden zusammenfassend als Ratingsystem nach Basel II bezeichnet. Eine einheitliche Ausfalldefinition, eine hochwertige Datenqualität sowie ein detailliertes Berichtswesen sind ergänzende Faktoren eines angemessenen Ratingsystems.

Nach Basel II wird zur Gewährleistung gleicher Wettbewerbsbedingungen die Verwendung einer einheitlichen Ausfalldefinition vorgeschrieben. Demnach liegt bei einem Kreditnehmer ein Ausfallereignis vor, wenn dieser einen wesentlichen Zahlungsrückstand von mehr als 90 Tagen aufweist.

Zur Schaffung einer hochwertigen Datenqualität sind präzise und vollständige Daten erforderlich. Diese müssen einerseits zur Berechnung des aktuellen Ratings, andererseits auch zur Prüfung und Weiterentwicklung der benutzten Ratingmodelle geeignet sein. Dafür ist eine ausführliche Erfassung der Kreditnehmermerkmale sowie der Finanzierung selbst erforderlich.

Ein detailliertes Berichtswesen ist für die Transparenz der Risikomessung von großer Bedeutung. Die Entwicklung des Ratings hinsichtlich Auswahl der Methoden und Kriterien sowie die Verantwortlichkeiten, Kontrollen und Genehmigungen sind umfassend zu dokumentieren. Dadurch werden auch Manipulationen am System vorgebeugt.

Dem Baseler Abkommen zufolge müssen Banken zur Verwendung interner Ratings einige Mindestanforderungen erfüllen. Mindestens sieben Ratingklassen mit einhergehender Zuordnung von Ausfallwahrscheinlichkeiten sollen das Kreditrisiko adäquat differenzieren und somit die Glaubwürdigkeit des Ratings gewährleisten. Die Ratingverfahren müssen dabei immer wieder überprüft werden. Weiters ist eine Methode, welche zahlungsfähige und zahlungsunfähige Kreditnehmer mit hoher Trennschärfe identifiziert, zu verwenden.

Die internen Ratings sind in die Geschäftsprozesse der Banken einzubetten. Sie sind bei der Gewährung von Krediten, beim Risikomanagement, der internen Geldmittelzuordnung sowie im Controlling zu verwenden. Die Ablauforganisation eines Kreditinstitutes soll vom internen Ratingansatz geprägt sein (Fleck, Knaak 2006; Schneck 2008).

6.3.2. Was ist ein Ratingmodell?

Im Zuge dieses Beurteilungsverfahrens wird zur Quantifizierung von Ausfallwahrscheinlichkeiten das Ratingmodell eingesetzt. Es handelt sich dabei um ein elektronisches Werkzeug, mit dessen Hilfe Kreditnehmer auf standardisierte Weise hinsichtlich des Risikogehalts klassifiziert werden können. Dabei sind die folgenden Schritte notwendig:

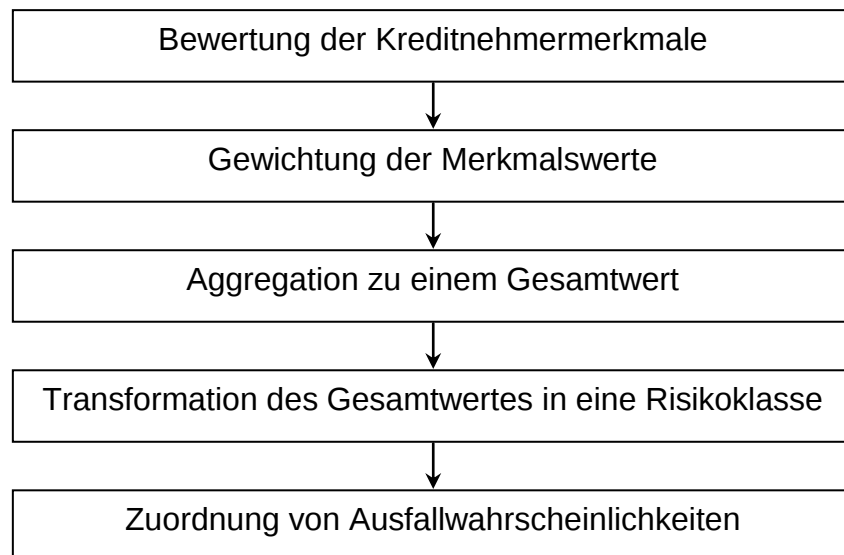


Abbildung 6.1: Ablauf eines Ratingverfahrens

Wie im Ablauf eines Ratingverfahrens in Abbildung 6.1 angedeutet wird, wird ein Ratingmodell zur Bestimmung der Bonität eines Kreditnehmers verwendet (Bernet, Westerfeld 2008). Basierend auf den Daten vergangener Kreditgewährungen werden jene Schuldnerkriterien herausgefiltert, welche einen Einfluss auf die Rückzahlungsgüte haben.

Die Datenqualität spielt bei der Modellierung naturgemäß eine wichtige Rolle. Ein gutes Ratingmodell minimiert den Anteil der fälschlicherweise genehmigten, aber nicht zahlungsfähigen Kreditnehmer sowie jenen der fälschlicherweise abgelehnten, aber doch zahlungsfähigen Kreditnehmer. Nach Kreditgewährung kann über die Risikoklassifikation des Kreditnehmers die Grundlage zur Gestaltung der Konditionen wie zum Beispiel Kreditbetrag oder Laufzeit geschaffen werden. Jedoch kann auch ein gut modelliertes Ratingsystem nicht mit absoluter Sicherheit die individuelle Rückzahlungsmodalität eines Kreditnehmers vorhersagen (Bernet, Westerfeld 2008; Mester 1997).

Das Design eines Ratingmodells wird durch verschiedene Bausteine bestimmt. Die wichtigsten sind der Ratingzweck, das Ratingobjekt sowie die Zeitdimension. Im Rahmen des Kreditrisikomanagements wird mit dem Ratingzweck die Funktion des Ratings festgelegt. Während das Rating bei Gesamtbetrachtung des Kreditportfolios zum Beispiel zur Steuerung der Eigenkapitalunterlegung verwendet wird, so gilt der

Einsatz von Ratings bei Betrachtung des Individualgeschäfts der Erfassung von Ausfallwahrscheinlichkeiten mit anschließender Gestaltung der Konditionen.

Hinsichtlich der Objektorientierung kann eine Unterscheidung von Ratingmodellen zwischen der Bewertung von Kreditnehmern und einzelnen Finanzierungen getroffen werden. Während Banken in der Regel die Kreditnehmerbeurteilung bevorzugen, so ist in manchen Situationen die Bewertung einzelner Geschäfte von Vorteil.

Weiters können Ratingmodelle in ihrer zeitlichen Dimension unterschieden werden. Längerfristig ausgelegte Modelle verhalten sich relativ stabil gegenüber Konjunkturschwankungen, während zeitpunktorientierte Ratingmodelle innerhalb ihrer Konjunkturperiode präziser sind. Der Nachteil liegt dabei in der höheren Volatilität der Schätzungen über die Zeit (Bernet, Westerfeld 2008).

6.3.3. Der Aufbau eines Ratingverfahrens

Ein Ratingsystem setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Es basiert einerseits auf quantitativen und qualitativen Informationen, welche die Bank direkt vom zu ratenden Unternehmen erhält, andererseits auf externen Informationen, welche aus dem Umfeld des jeweiligen Unternehmens erhoben werden. Welche Faktoren für die Bonität eines Kreditnehmers relevant sind, ist von der Geschäftstätigkeit des Finanzinstitutes abhängig.

Die rein quantitativen Informationen stellen im Zuge der Bonitätsbeurteilung einen zentralen Anhaltspunkt dar. Sie werden aus verschiedenen Kennzahlen der Bilanz sowie der Gewinn- und Verlustrechnung gewonnen. Bei Unternehmen, welche nicht bilanzierungspflichtig sind, kann stattdessen die Einnahmen-Ausgaben-Rechnung herangezogen werden. Im Allgemeinen werden Eigenkapitalausstattung sowie Cashflow zur Beurteilung betrachtet. Eine detaillierte Erläuterung der relevanten Bilanzkennzahlen steht jedoch nicht im Fokus der gegenständlichen Arbeit.

Qualitative Informationen können zur Messung des Risikos einen erheblichen Beitrag leisten und sind somit für das Rating von großer Bedeutung. Diese müssen hinsichtlich der Auswertung beim Unternehmen in geeigneter Form erhoben werden. Eine standardisierte Befragung gewährleistet den Erhalt eines einheitlichen und

strukturierten Datensatzes, welcher den Interpretationsspielraum minimiert und somit die Risikomessung vergleichbar macht (Simmert et al. 2008)

Durch eine geschickte Formulierung der Fragen können verwertbare Aufschlüsse beispielsweise über die Risikobereitschaft des Managements gewonnen werden. Dabei kann geprüft werden, ob ein schnelles Wachstum des Unternehmens geplant ist oder der Fokus auf eine langfristige Absicherung der Erträge gerichtet wird. Weiters ist von Bedeutung, ob die in der Vergangenheit gesetzten Ziele erreicht und Führungsstrategien beibehalten wurden.

Ein weiteres Beispiel qualitativer Information ist die Untersuchung der Rechnungslegung des Unternehmens. Dabei wird überprüft, inwiefern die Bilanzzahlen die tatsächliche wirtschaftliche Lage des Unternehmens reflektieren. Aussagekräftig können Erkenntnisse über die Vorgehensweisen hinsichtlich Abschreibung, Rücklagen oder der Bewertung des Anlagevermögens sein. Die Vergleichbarkeit der Bilanzzahlen wird durch diese Prüfung verbessert (Schmidt-Bürgel 2005).

Für die Entwicklung des Ratingmodells ist ebenso jede zusätzliche Information wichtig, sofern sie zur Identifikation zahlungsfähiger und zahlungsunfähiger Kreditnehmer beitragen kann. Ein einflussreicher Faktor ist die Branche des Unternehmens. Während Branchen mit hohen Intensitäten hinsichtlich Wettbewerb und Kapital sowie starken Nachfrageschwankungen eher als risikoreich gelten, werden Branchen mit einem Angebotsoligopol, hoher Eintrittsbeschränkungen in den Markt und abschätzbarem Absatz als eher stabil behandelt.

Ein weiteres Beispiel eines wichtigen externen Faktors ist die Wirtschaftsregion, in welcher das Unternehmen tätig ist. Die geographische Verteilung von Produktion und Absatz zählen dabei ebenso zum operativen Umfeld des Unternehmens. Auch der Marktanteil könnte als externer Faktor eine Rolle spielen (Schmidt-Bürgel 2005; Simmert et al. 2008).

Die vorhandenen qualitativen wie auch externen Merkmale können nach Erhalt quantifiziert werden. Eine univariate statistische Auswertung der erhaltenen Daten

kann erste Aufschlüsse über mögliche Beurteilungskriterien geben. Mithilfe multivariater statistischer Verfahren können anschließend Kombinationen der verschiedenen Merkmale gefunden werden, welche auf eine besondere Ausfallgefahr hinweisen (Simmert et al. 2008).

6.4. Das Rating aus dem Blickwinkel des Klein- und Mittelbetriebes

Für Klein- und Mittelbetriebe nimmt die strategische Bedeutung des Kreditratings deutlich zu. Während das Rating in der Vergangenheit nur als Hilfsmittel von Banken zur Bonitätsbeurteilung anerkannt wurde, können für Klein- und Mittelbetriebe bei strategisch eingesetztem Unternehmensrating entscheidende Wettbewerbsvorteile entstehen.

Unzureichende Informationen der Bank über das Unternehmen führen häufig zu einem schlechten Rating. Einerseits sind Klein- und Mittelbetriebe oft nicht in der Lage, die relevanten Informationen für die Bank bereitzustellen, da ihnen teilweise die Planungs- und Dokumentationsmöglichkeiten fehlen. Andererseits passiert es häufig, dass diese Unternehmen zwar Planungsaktivitäten durchführen, sie jedoch der Bank nicht zur Verfügung stellen. Viele Unternehmen wissen einfach nicht, welche Informationen für das Rating von Bedeutung sind (Bernet, Westerfeld 2008).

Für Klein- und Mittelbetriebe ist es von großer Bedeutung, das Rating nicht als Bedrohung, sondern als Chance zu betrachten. Das Unternehmen erhält durch das Rating wichtige Informationen, welche Faktoren für Erfolg oder Misserfolg zu beachten sind. Gleichzeitig bietet das Rating eine Standortbestimmung des Unternehmens. Somit kann das Rating auch dazu verwendet werden, interne Schwachpunkte zu orten und Verbesserungsmaßnahmen einzuleiten.

Durch die standardisierte Form der Bonitätsbeurteilung erhalten Klein- und Mittelbetriebe die Möglichkeit, die Qualität im Unternehmen zu steigern und so einen langfristigen Erfolg zu gewährleisten. Nach erfolgreicher Umsetzung erhält das Unternehmen die Chance auf ein gutes Rating und dadurch eine bessere Basis bei Verhandlungen über Kreditkonditionen (Bruckner et al. 2003).

6.5. Kritik an Ratingverfahren

Der Nutzen von Ratingsystemen wurde bereits hinlänglich erläutert. Jedoch sind es gerade Faktoren wie Transparenz oder Vergleichbarkeit, die dazu veranlassen, den Nutzen des Ratings kritisch zu hinterfragen. Ein Ratingverfahren vereinfacht die komplexe Unternehmensstruktur und schafft somit Objektivität. Ein solcher Prozess kann aber niemals die zukünftige Zahlungsfähigkeit eines Kreditnehmers mit absoluter Sicherheit vorhersagen, da es sich hierbei auch um schwer messbare Größen handelt.

Da das Rating lediglich eine relative Messung des Risikos ist, wird kritisiert, dass selbst ein Kreditnehmer mit höchster Bonität nicht absolut risikofrei ist. Dieser ist nur verglichen zu anderen Kreditnehmern mit schwächerem Rating sicherer. Zudem seien Ratings durch die Gewichtung der Kreditnehmermerkmale nicht eindeutig nachvollziehbar. Ein hohes Maß an Subjektivität ist dadurch gegeben. Diese wird durch die Eingliederung qualitativer Merkmale verstärkt.

Umgekehrt ist auch der Entwickler eines Ratingverfahrens gar nicht daran interessiert, ein gänzlich transparentes System bereitzustellen, da dieses sonst von Konkurrenten kopiert und sogar verbessert werden kann. Hinsichtlich der Vergleichbarkeit wird kritisiert, dass Ratingergebnisse nur im internen Branchenvergleich wirklich aussagekräftig sind (Hirsch 1996; Serfling et al. 1996).

6.6. Hat das menschliche Urteilsvermögen noch einen Wert?

Da eine naive Nutzung von Ratingmodellen ein gewisses Gefahrenpotenzial birgt, wird nach dem zweiten Baseler Abkommen das Zusammenspiel von Mensch und Ratingsystem verlangt. Dafür ist eine präzise Regelung zu treffen. Mit der Kontrolle durch den Menschen wird sichergestellt, dass alle wichtigen Informationen in das Ratingmodell aufgenommen werden.

Durch Expertenurteile können auch Informationen berücksichtigt werden, welche nicht im Ratingprozess einkalkuliert sind. Diese Ratingzuweisungen müssen jedoch

dokumentiert werden. Die Berechtigungen dieser Expertenurteile sowie deren Ausmaß sind in internen Richtlinien zu bestimmen (Fleck, Knaak 2006).

Der Theorieteil stellt den Rahmen dar, in dem der nachfolgende empirische Teil der gegenständlichen Arbeit angesiedelt ist. Dabei bildet die Theorie zum Rating eine wesentliche Grundlage für diese Arbeit. Wenngleich es also eine Reihe von Kritikpunkten gibt, ist zusammenfassend festzuhalten, dass das Rating durch steigende Kosten für Kreditausfälle immer mehr an Bedeutung gewinnt. Durch die Finanzkrise und dem daraus resultierenden dritten Baseler Abkommen wurde die Wichtigkeit des Ratings noch einmal verstärkt. Die Gestaltung von Ratingmodellen erfolgt mithilfe statistischer Verfahren und kann auf verschiedenste Art erfolgen. Wesentliche Einflussfaktoren sind entweder quantitativer oder qualitativer Natur. Auch externe Informationen liefern einen wichtigen Beitrag zur Erklärung des Ausfallrisikos.

7. Methodologie

Die gegenständliche Arbeit beschäftigt sich mit der statistischen Analyse des Ausfallrisikos von Firmenkunden im Leasinggeschäft. In diesem Teil der Arbeit wird zunächst die zugrunde liegende Problemstellung aufgezeigt sowie das sich daraus ergebende Forschungsziel dargestellt. Weiters erfolgt auch eine Erläuterung der Methodik. Dabei werden alle Schritte und Vorgehensweisen der Datenerhebung und –analyse genau erklärt.

7.1. Problemstellung und Forschungsziel

Als Motivation dient die Tatsache, dass Ausfälle im Leasinggeschäft trotz der vorteilhaften Besicherungssituation analog zu den Kreditausfällen der Banken enorme Kosten für die Leasinggesellschaft verursachen. Es kann dabei angenommen werden, dass das Risiko im Leasinggeschäft durch standardisierte Ratingverfahren nicht zur Gänze abgebildet werden kann. Verschärft wird diese Annahme durch die Tatsache, dass Leasinggesellschaften oft keine gänzlich eigenständigen Organisationen, sondern im Konzern von Banken eingegliedert sind. Dadurch sind Leasinggesellschaften angehalten, die Ratingverfahren des Konzerns zu verwenden, welche möglicherweise nicht alle leasingrelevanten Faktoren berücksichtigen.

Dabei liegt das Hauptaugenmerk dieser Arbeit auf der Berechnung von Ausfallwahrscheinlichkeiten, Klassifikation der vorliegenden Daten sowie der Identifikation leasingrelevanter Risikofaktoren. Überprüft wird in weiterer Folge die Sinnhaftigkeit eines Ensembles durch einen Vergleich mit den einzelnen Klassifikatoren. Diese Verfahren werden auf einem dem Thema entsprechenden Datensatz angewendet.

7.2. Datensatz

Der Datensatz stammt aus dem Kundenbestand einer österreichischen Leasinggesellschaft. Der Fokus liegt dabei auf den Leasingverträgen der Kunden,

nicht auf den Kunden selbst. Dies lässt sich mit der objektorientierten Betrachtungsweise des Risikos rechtfertigen. Bagger und LKW können beispielsweise zu den finanzierten Objekten eines Unternehmens zählen. Während Bagger den (Bau-)Maschinen angehören, bilden LKW eine eigene Objektgruppe.

Betrachtet werden lediglich die Firmenkunden der Leasinggesellschaft. Es werden auch Privatpersonen finanziert, diese sind jedoch zum einen im Vertragsbestand unterrepräsentiert, zum anderen überwiegend in der Objektgruppe der PKW vertreten. Dadurch erscheint es sinnvoll, den Fokus in der gegenständlichen Arbeit auf die Unternehmen zu richten.

Vertrag	*****	*****	*****	*****
Art	Mietkauf	Leasing	Leasing	Leasing
Region	Region 1	Region 3	Region 4	Region 7
Beginn	4. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal
Kunde	*****	*****	*****	*****
Rechtsform	Rechtsform 4	Rechtsform 7	Rechtsform 4	Rechtsform 3
Beziehung	lang	lang	lang	kurz
Objekt	KRONE Profi LINER SEP 09	Toyota Hilux 3,0 Doppelkabine	Claas Scorpion 9040	GYNA Stoßwel- lentherapiegerät
Objektgruppe	Anhänger	LKW bis 3,5 t	(Bau-)Maschinen	Medizintechnik
Zustand	Gebraucht	Neu	Neu	Neu
Laufzeit	Bis 4 Jahre	Bis 4 Jahre	Bis 5 Jahre	Bis 5 Jahre
Branche	Branche 2	Branche 1	Branche 2	Branche 4
Anschaffungswert	10 bis 20 T	20 bis 30 T	30 bis 40 T	Bis 10 T
Ausfall	0	1	0	0

Tabelle 7.1: Auszug aus der transponierten Datenstruktur

In Tabelle 4.1 ist ein Auszug aus dem Datensatz in transponierter Form gelistet. Die **Vertragsnummer** dient zur eindeutigen Identifikation des Geschäfts und wird aus Datenschutzgründen verborgen. Die **Kunden** selbst werden aus demselben Grund nicht veröffentlicht. Bei der **Art** des Geschäfts wird zwischen Leasing und Mietkauf unterschieden. Die **Region** differenziert zwischen jenen Kunden aus österreichischen Bundesländern, Mitgliedern der Europäischen Union und sonstigen Staaten. Sie wird zensiert ausgegeben. Der **Beginn** dokumentiert den Termin der ersten Ratenzahlung. Weiters scheint die **Rechtsform** des Unternehmens im

Datensatz auf, die Ausgabe erfolgt wiederum zensiert. Die Variable **Beziehung** kann die Ausprägungen „kurz“ oder „lang“ haben. Dabei kennzeichnet „lang“ jene Kunden, mit welchen die Leasinggesellschaft bereits sechs Monate oder länger in Geschäftsverbindung steht. Das Merkmal **Objekt** enthält Marke, Typ, sowie gegebenenfalls eine stichwortartige Beschreibung des Finanzierungsgegenstandes. Die Finanzierungsgegenstände werden in **Objektgruppen** eingeteilt. Der **Zustand** des Objekts kann entweder neu oder gebraucht sein. Weiters sind **Laufzeit** und **Anschaffungswert** des Geschäfts angegeben. Die Laufzeit ist in jährlichen Intervallen angeführt, die Währung des Anschaffungswerts ist der Euro. Die **Branche**, welche auch zensiert ausgegeben wird, betitelt den Geschäftszweig, in welchem das Unternehmen tätig ist. Als abhängige Variable dient der **Ausfall**. Der Ausfall ist eine binäre Variable mit den Werten „0“ und „1“, wobei mit „1“ die ausgefallenen Verträge gekennzeichnet sind.

7.3. Erhebung der Daten

Die Datenerhebung erfolgte in zwei Schritten. In einem ersten Schritt wurden jene Verträge aus dem Datenbestand der Leasinggesellschaft gefiltert, welche im Jahr 2011 ihren Laufzeitbeginn hatten. Der zweite Schritt bestand darin, das Zahlungsverhalten bei diesen Verträgen im darauf folgenden Jahr 2012 zu beobachten.

2011	2012
Erhebung	Beobachtung des Zahlverhaltens
der abgeschlossenen Leasingverträge	zu den erhobenen Leasingverträgen

Tabelle 7.2: Übersicht zur Datenerhebung

Es wurde in monatlichen Abständen überprüft, ob die vorliegenden Verträge ordnungsgemäß bedient werden. Dabei wurde zum einen der Kontosaldo dokumentiert. Gemäß den Anforderungen von Basel II gilt innerhalb der Leasinggesellschaft die Richtlinie, einen Rückstand von mehr als 100 Euro als wesentlich zu betrachten. Liegt somit ein wesentlicher Rückstand vor, wird zum anderen der Zeitraum beobachtet, in welchem dieser wesentliche Rückstand besteht.

Ein Vertrag gilt als ausgefallen, wenn ein wesentlicher Zahlungsrückstand von 90 Tagen vorliegt. Dies gilt selbst dann, wenn der Rückstand am 91. Tag wieder beglichen wurde.

In Tabelle 7.3 sind drei Beispiele zur Behandlung von Zahlungsrückständen gegeben. Als Beobachtungszeitraum werden dabei die Monate Feber bis Juli 2012 gewählt, welche durch die Nummern 02 bis 07 zu erkennen sind.

Vertrag	A	B	C
Saldo 02	238,50	0,00	2.307,09
Tage 02	9	0	9
Saldo 03	488,99	4.733,70	4.614,18
Tage 03	40	11	40
Saldo 04	39,05	4.783,54	6.895,90
Tage 04	0	41	70
Saldo 05	39,05	4.828,99	0,00
Tage 05	0	71	0
Saldo 06	39,05	4.905,66	0,00
Tage 06	0	102	0
Saldo 07	39,05	0,00	0,00
Tage 07	0	0	0
Ausfall	0	1	0

Tabelle 7.3: Beispiele zur Ausfalldefinition

Bei Vertrag A besteht im Feber seit neun Tagen ein wesentlicher Rückstand von 238,50 Euro. Dieser wächst im März auf 488,99 Euro an. Somit ist ein wesentlicher Betrag seit 40 Tagen überfällig. Im April zahlt der Kunde teilweise seinen Rückstand zu Vertrag A nach, sodass nur noch eine Restschuld in Höhe von 39,05 Euro übrig bleibt, welche auch in den Folgemonaten nicht beglichen wird, aber auch nicht weiter anwächst. Da die 90 Tage nicht überschritten werden, liegt bei Vertrag A kein Ausfallereignis vor.

Während bei Vertrag B im Feber noch kein Rückstand zu verzeichnen ist, bleibt der Kunde im März 4.733,70 Euro schuldig. Da dieser Rückstand insgesamt 102 Tage nicht zurückgezahlt wird und bis Juni auf 4.905,66 Euro anwächst, liegt trotz der Nachzahlung im Juli ein Ausfallereignis vor.

Vertrag C weist bis April einen wesentlichen Rückstand in Höhe von 6.895,90 Euro auf, welcher seit 70 Tagen besteht. Da diese Schuld im Folgemonat Mai beglichen wird, liegt bei Vertrag C kein Ausfallereignis vor.

7.4. Datenauswertung

Die Auswertung der vorhandenen Daten wird mit der Statistiksoftware *R* vorgenommen. Nach einer Datenbeschreibung erfolgt zunächst eine univariate Analyse. Dabei werden die vorliegenden Variablen einzeln anhand von Grafiken, Tabellen sowie Chi-Quadrat-Tests auf ihren Zusammenhang mit dem Ausfallereignis überprüft. Das Konfidenzlevel wird mit 95 % angesetzt. Anschließend erfolgt die multivariate Analyse mit unterschiedlichen statistischen Methoden, die in diesem Abschnitt erläutert werden.

Im Laufe der Zeit haben sich einige statistische Methoden, wie zum Beispiel die Logistische Regressionsanalyse und der Naïve Bayes Klassifikator, zur Modellierung von Kreditrisiken bewährt (West 2000; Marqués et al. 2012). In der früheren Vergangenheit haben viele Studien die Nützlichkeit künstlicher Intelligenz zur Kreditrisikomodellierung gezeigt. Dazu zählen Klassifikations- oder Entscheidungsbäume und Support Vektor Maschinen (Ince, Aktan 2009; Huang et al. 2007).

Diese vier nachfolgend vorgestellten Verfahren werden an den vorhandenen Daten zur Anwendung gebracht. Jedes Verfahren liefert sein individuelles Modell, welches jeweils detailliert betrachtet und inhaltlich hinterfragt wird. Anschließend wird versucht, die vorhandenen Modelle sinnvoll zu kombinieren, um die Vorhersagequalität zu steigern.

7.4.1. Logistische Regressionsanalyse

Die Logistische Regressionsanalyse (LRA) ist als Erweiterung einer klassischen Regressionsanalyse zu betrachten. Anders als bei der klassischen Regressionsanalyse sind bei der LRA keinerlei Verteilungsannahmen erforderlich. Die unabhängigen Variablen können ein beliebiges Skalenniveau vorweisen. Wichtig ist lediglich, dass dabei keine Multikollinearität auftritt, also eine gegenseitige Abhängigkeit der Einflussfaktoren ausgeschlossen werden kann.

Als Responsevariable wird eine binäre Zufallsvariable Y , welche einer Binomialverteilung mit $P(Y_i = 1) = \pi_i$ und $P(Y_i = 0) = 1 - \pi_i$ folgt, eingesetzt. Mit π_i wird die Wahrscheinlichkeit eines Erfolges bezeichnet, welcher gleichzeitig der Erwartungswert der binomialverteilten Zufallsvariable Y ist. Die LRA modelliert den Zusammenhang zwischen dem Erwartungswert und möglichen Prognosefaktoren x_i wie folgt:

$$\pi_i = \frac{\exp(x_i' \beta)}{1 + \exp(x_i' \beta)},$$

wobei π_i der Erwartungswert der Responsevariable, x_i die Einflussfaktoren und β der Vektor der geschätzten Koeffizienten ist. Eine Parametrisierung in dieser Form liefert Werte im Definitionsbereich $[0,1]$ und dadurch im konkreten Fall die Ausfallwahrscheinlichkeit des Individuums i (Toutenburg 2003).

Die LRA kann in *R* mit der Funktion *glm* und dem Parameter *family = binomial* durchgeführt werden. Dabei liefert das Programm als Output die Parameterschätzer zu jedem Merkmal samt Standardfehler und Z-Teststatistik. Die Schätzungen werden in der Form $\exp(x_i' \beta)$ ausgegeben und können mit zuvor genannter Formel mit Hilfe der Funktion *predict* zu Wahrscheinlichkeiten umgeformt werden.

7.4.2. Naïve Bayes Klassifikator

Der Naïve Bayes Klassifikator (NBC) ist eine Methode zur Konstruktion von Klassifikationsregeln. Der Name dieser Methode ist durch das Bayes Theorem entstanden, jedoch werden bei der Anwendung des NBC grundlegende Annahmen absichtlich verletzt. Die Grundlage des Bayes Theorems bilden die gegebenen A-priori-Wahrscheinlichkeiten $P(i)$ der Klasse i mit $i = 1, \dots, n$. Weiters sind die bedingten Wahrscheinlichkeiten $P(\mathbf{x}|i)$, der Verteilung des Merkmalvektors $\mathbf{x} = x_1, x_2, \dots, x_d$ einer Beobachtung bei gegebener Klasse i bekannt. Somit kann mit dem Bayes Theorem die A-posteriori-Wahrscheinlichkeit

$$P(i|\mathbf{x}) = \frac{P(\mathbf{x}|i)P(i)}{\sum_{j=1}^n P(\mathbf{x}|j)P(j)}$$

berechnet werden. Eine Beobachtung wird demnach jener Klasse i mit der größten A-posteriori-Wahrscheinlichkeit $P(i|x)$ zugeordnet. Dabei wird vorausgesetzt, dass die verschiedenen Merkmale einer Beobachtung x innerhalb einer Klasse i unabhängig voneinander sind. Da diese Annahme in den meisten praktischen Anwendungen nicht erfüllt werden kann, wurde der NBC ohne Berücksichtigung der Unabhängigkeitsannahme in einer Vielzahl von Studien angewendet. Dabei konnten häufig überraschend gute Ergebnisse erzielt werden (Berger 1985; Hand, Yu 2001).

Die Funktion *NaiveBayes* aus dem Paket *klaR* liefert in *R* den NBC. Als Output können die A-priori-Klassenwahrscheinlichkeiten $P(i)$, die bedingten Wahrscheinlichkeiten $P(x|i)$ bei gegebener Klasse i wie auch die gesuchten A-posteriori-Wahrscheinlichkeiten $P(i|x)$ ausgegeben werden.

7.4.3. Entscheidungsbaum

Eine nichtparametrische Methode aus der Informatik, Klasseneinteilungen zu treffen, ist der Entscheidungsbaum (DT). Diese veranschaulichen die Klassifikation einzelner Beobachtungen in hierarchischer Form. Ausgehend von einem Wurzelknoten, werden in weiteren Knoten einzelne Merkmale mit Entscheidungsregeln versehen, bis an einem Endknoten die resultierende Klasse erreicht ist.

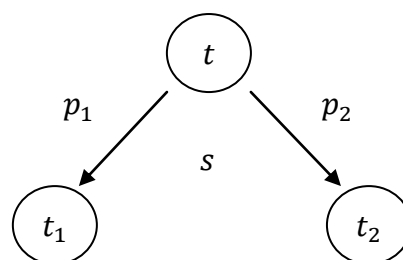


Abbildung 7.1: Aufspaltung eines Knotens

Die Abbildung 7.1 veranschaulicht die Aufspaltung s eines Knotens t in zwei Nachkommensknoten t_1 und t_2 , wobei p_1 der in t_1 mündende und p_2 der in t_2 mündende Anteil der Beobachtungen von t ist. Die Problematik liegt darin, die jeweils bestmögliche Aufspaltung der Knoten zu erreichen. Dabei wird ein Entropiemaß $i(t_k)$ für jeden Nachkommensknoten t_k üblicherweise wie folgt definiert:

$$i(t_k) = - \sum_{j=1}^n p(j|t_k) \log p(j|t_k),$$

wobei $p(j|t_k)$ der Anteil der zur Klasse j gehörigen Beobachtungen des Knotens t_k ist. Diese Entropie ist am kleinsten, wenn t nur Beobachtungen derselben Klasse j enthält. Unter allen möglichen Aufspaltungen s wird jenes s^* mit dem größten Informationsgewinn gesucht:

$$\Delta i(s^*, t) = \max_{s \in S} i(t) - p_1 i(t_1) - p_2 i(t_2).$$

Der DT wächst weiter, bis die Entropie von t nicht mehr signifikant reduziert werden kann. t wird dann zu einem Endknoten und liefert die Klassenzugehörigkeit j_0 , bestimmt durch

$$p(j_0|t) = \max_j p(j|t).$$

Die Größe des Baumes bestimmt letztlich der Anwender (Breiman et al. 1993). Die Funktion `rpart` liefert in `R` jede einzelne Aufspaltung mit der geschätzten Klassenzugehörigkeit und der respektiven Wahrscheinlichkeit. Die Funktion `prp` aus dem Paket `rpart.plot` bietet verschiedene Möglichkeiten zur Visualisierung des DT.

7.4.4. Support Vektor Maschinen

Support Vektor Maschinen (SVM) versuchen Beobachtungen $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ linear trennbar zu machen, indem man diese durch eine geeignete Transformation von einem Datenraum X in einen Raum $F = \{\Phi(\mathbf{x}) | \mathbf{x} \in X\}$ von höherer Dimension überführt:

$$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n) \rightarrow \Phi(\mathbf{x}) = (\Phi_1(\mathbf{x}), \dots, \Phi_N(\mathbf{x})).$$

Als Support Vektoren werden dabei die nächsten Punkte an der trennenden Hyperebene $(\mathbf{w}, b)$, für die $\langle \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} \rangle + b = 0$ gilt, bezeichnet, wobei $\mathbf{w}$ einen

Gewichtsvektor und b den Bias darstellt. Der Abstand $\gamma = \frac{1}{\|\mathbf{w}\|}$ der Support Vektoren zur Hyperebene $(\mathbf{w}, b)$ soll maximal werden. Die Lagrangefunktion dieses Optimierungsproblems lautet

$$L(\mathbf{w}, b, \boldsymbol{\alpha}) = \frac{1}{2} \langle \mathbf{w} \cdot \mathbf{w} \rangle - \sum_{i=1}^n \alpha_i [y_i (\langle \mathbf{w} \cdot \mathbf{x}_i \rangle + b) - 1],$$

wobei mit y_i die dualen Datenpunkte zu $\mathbf{x}_i$ und mit $\alpha_i \geq 0$ die Lagrange Multiplikatoren bezeichnet werden. Nach Ableitung der Lagrangefunktion $L(\mathbf{w}, b, \boldsymbol{\alpha})$ nach $\mathbf{w}$ und b erhält man die Relationen $\mathbf{w} = \sum_{i=1}^n y_i \alpha_i \mathbf{x}_i$ sowie $0 = \sum_{i=1}^n y_i \alpha_i$ und daher das resultierende Optimierungsproblem

$$\max_{\boldsymbol{\alpha}} \sum_{i=1}^n \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n y_i y_j \alpha_i \alpha_j \langle \mathbf{x}_i \cdot \mathbf{x}_j \rangle.$$

Ist der maximierende Parametervektor $\boldsymbol{\alpha}^*$ gefunden, liefert der Gewichtsvektor $\mathbf{w}^* = \sum_{i=1}^n y_i \alpha_i^* \mathbf{x}_i$ jene Hyperebene mit dem größten Abstand $\gamma = \frac{1}{\|\mathbf{w}^*\|}$ (Cristianini, Shawe-Taylor 2000).

In R kann diese Klassifikation mit der Funktion `svm` aus dem Paket `e1071` durchgeführt werden. Als Output können unter anderem die Support Vektoren ausgegeben werden. Mit der Funktion `predict` erhält man die Klassenwahrscheinlichkeiten für jede Beobachtung.

7.4.5. Anwendung von Ensemblemethoden

Eine Kombination von Klassifikationen wird als Ensemble bezeichnet. Die einfachste Form eines Ensembles ist die Entscheidung für jene Klasse, welche von den meisten Modellen geschätzt wurde. Analog dazu werden die Ergebnisse für numerische Schätzungen x_i gemittelt:

$$\hat{x}_{ENS,j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{x}_{i,j},$$

wobei $\hat{x}_{ij}$ die Schätzung des Klassifikators i der Ausfallwahrscheinlichkeit von Beobachtung j darstellt. Bagging und Boosting, welche zu den populärsten Ensemblemethoden zählen, verwenden grundsätzlich diesen Ansatz. Während jedoch beim Bagging alle Modelle mit gleichem Gewicht in die Entscheidung miteinbezogen werden, haben beim Boosting individuell bessere Modelle mehr Einfluss auf die finale Entscheidung. Die Anwendung dieser beiden Methoden erfolgt jeweils auf ein einzelnes Klassifikationsverfahren, um dessen Qualität zu heben.

Eine weitere geläufige Ensemblemethode ist Stacking. Während beim Bagging und Boosting Modelle gleicher Art kombiniert werden, wird Stacking auf Modelle verschiedener Klassifikationsalgorithmen angewendet. Im günstigsten Fall, falls die verwendeten Klassifikatoren eine ähnlich gute Vorhersagequalität liefern, können die individuellen Entscheidungen wiederum durch einfache Mehrheitswahl beziehungsweise Mittelwertbildung zu einer finalen Entscheidung zusammengefasst werden. Weisen die einzelnen Klassifikatoren zu große Qualitätsunterschiede auf, muss ein Metalearner eingesetzt werden. Ein Metalearner ist ein weiterer Klassifikator, welcher aus den Schätzungen der individuellen Modelle die endgültige Klassenzuteilung bestimmt (Witten et al 2011).

Unter anderem hat Twala in seiner Studie gezeigt, dass ein Ensemble von Klassifikatoren die Qualität der Vorhersagen von Kreditrisiken steigern kann. Dafür wurden fünf Klassifikatoren anhand vier Kreditrisikodatensätzen hinsichtlich Schätzgenauigkeit geprüft und mit verschiedenen Ensemblemethoden, wie zum Beispiel Bagging, Boosting oder Stacking, verglichen. Alle Ensembles lieferten eine signifikant höhere Treffergenauigkeit als das beste individuelle Modell (Twala 2010).

7.4.6. Prozedur der Datenauswertung

Der vorliegende Datensatz wird zufällig in Trainings- und Testdaten aufgeteilt. Während 75 % der Daten als Trainingsstichprobe zur Modellevaluation verwendet werden, verbleiben die restlichen 25 % zur Analyse des Ausfallrisikos. Neben den vier vorgestellten Klassifikationsverfahren wird die Ensemblemethode Stacking angewendet. Diese versucht, mit einer geeigneten Kombination der

Modellschätzungen die Vorhersagequalität weiter zu erhöhen. Somit werden vier Modellschätzungen und eine Ensembleschätzung geliefert.

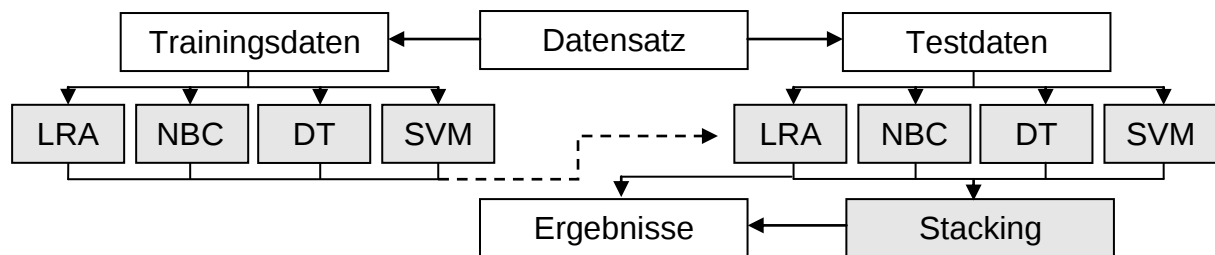


Abbildung 7.2: Ablauf der Datenauswertung

Die Abbildung 7.1 verdeutlicht diese experimentelle Prozedur. Die Kriterien zur Bestimmung der Modellgüte werden nachfolgend dargelegt.

7.5. Evaluationskriterien

Zur Evaluation der verwendeten Modelle werden bewährte Methoden im Bereich der Klassifikation verwendet. Die Tabelle 7.4 zeigt eine Konfusionsmatrix, welche die Ergebnisse des konstruierten Modells mit der tatsächlichen Gruppierung gegenüber stellt:

		Testergebnis	
		Negativ	Positiv
Wahrer Wert	Negativ	Richtig-Negativ (RN)	Falsch-Positiv (FP)
	Positiv	Falsch-Negativ (FN)	Richtig-Positiv (RP)

Tabelle 7.4: Konfusionsmatrix

Dabei entspricht die Klassifikation „Positiv“ im vorliegenden Fall einem Ausfall. Mit Hilfe der Konfusionsmatrix können einerseits Richtig-Positive (RP) und Richtig-Negative (RN) Schätzungen abgebildet, andererseits auch die Falsch-Positiv (FP) und Falsch-Negativ (FN) klassifizierten Beobachtungen ausgeforscht werden. Basierend auf der Konfusionsmatrix ist es nunmehr möglich, wichtige Kennzahlen

wie Trefferquote, Sensitivität und Spezifität zur Prüfung der Modellgüte zu berechnen.

Diese sind wie folgt definiert:

$$\begin{aligned} \text{Trefferquote} &= \frac{RP + RN}{RP + FN + RN + FP} \\ \text{Sensitivität} &= \frac{RP}{RP + FN} \\ \text{Spezifität} &= \frac{RN}{RN + FP} \end{aligned}$$

Die Trefferquote ist somit jener Anteil der richtig geschätzten Beobachtungen an der Stichprobe. Die Sensitivität beschreibt den Anteil der richtig geschätzten Ausfälle an den tatsächlichen Ausfällen. Umgekehrt liefert die Spezifität den Anteil der richtig geschätzten ordnungsgemäß bedienten Verträge an den tatsächlich ordnungsgemäß bedienten Verträgen.

Ein weiteres Evaluationskriterium liefert die Receiver Operating Characteristic (ROC) Kurve. Dabei werden Sensitivität und $1 - \text{Spezifität}$ gegenübergestellt. Die Fläche unter der Kurve (AUC) informiert über die Trennschärfe der Daten. Eine AUC kann Werte im Bereich $[0,1]$ annehmen, wobei Werte nahe 1 auf eine gute Trennung der Daten schließen lässt, während Werte nahe 0,5 eine zufällige Datentrennung andeutet. Sollte die AUC zwischen 0 und 0,5 liegen, wird die Datentrennung genau umgekehrt durchgeführt (Shapiro 1999).

7.6. Bestimmungen des Datenschutzes

Um den Datenschutzkriterien zu genügen, werden sensible Merkmale des Datensatzes entweder gänzlich verborgen oder nur in zensierter Form ausgegeben. So scheint in dieser Arbeit weder die Identifikationsnummer des jeweiligen Vertrages noch die Kundenbezeichnung auf. In zensierter Form werden Region, Rechtsform und Branche des Unternehmens angeführt. Die einzelnen Kategorien innerhalb dieser Merkmale werden in zufälliger Reihenfolge durchnummeriert.

8. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse dargestellt. Im ersten Teil erfolgt eine Beschreibung der Daten. Danach werden die Ergebnisse der einzelnen Klassifikationsverfahren dargelegt. Schlussendlich folgt ein Vergleich dieser Ergebnisse mit jenen des Stacking-Ensembles.

8.1. Beschreibung der Daten

Im Jahr 2011 wurden 1.037 Neuverträge in der Leasinggesellschaft abgeschlossen. Von diesen 1.037 Verträgen entfallen 711 auf Leasingfinanzierungen und 326 auf Mietkäufe. Somit wurden mehr als zwei Drittel der Geschäfte als Leasingverträge abgeschlossen. Die Tabelle 8.1 zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten der Finanzierungsformen sowie des Zeitraumes, in welchem der Vertrag abgeschlossen wurde.

Art der Finanzierung		Zeitraum des Vertragsabschlusses			
Leasing	Mietkauf	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal
711	326	205	312	260	260
68,6 %	31,4 %	19,7 %	30,1 %	25,1 %	25,1 %

Tabelle 8.1: Häufigkeiten Art und Zeitraum des Vertragsabschlusses

Im ersten Quartal des Jahres 2011 wurde mit 205 Vertragsabschlüssen (19,7 %) verglichen mit den anderen die geringste Anzahl erreicht. Das zweite Quartal war diesbezüglich mit 312 Vertragsabschlüssen (30,1 %) am stärksten, während im dritten und vierten Quartal jeweils 260 Verträge (je 25,1 %) abgeschlossen wurden.

8.1.1. Kundenstruktur

Die geläufigste Rechtsform der Kunden gegenständlicher Leasingfirma ist die Rechtsform 4 mit 498 Verträgen (48,0 %). Weitere häufig vorkommende Rechtsformen sind mit den Ziffern 3 (231 Verträge, 22,3 %) und 7 (150 Verträge,

14,5 %) gekennzeichnet. Die restlichen 158 Verträge sind auf vier unterschiedliche Rechtsformen verteilt. Die Kunden der Leasinggesellschaft gehen ihrer Geschäftstätigkeit in vier Branchen nach. Die Branche 2 ist mit 531 Vertragsabschlüssen (51,2 %) am stärksten vertreten, während die anderen drei Branchen 155 bis 192 Verträge vorweisen.

Aus demographischer Sicht ist die Leasinggesellschaft in den meisten Regionen mit 63 bis 105 Verträgen (zwischen 6,1 % und 10,1 %) vertreten. Deutlich erhöhte Präsenzen gibt es in den Regionen 4 (252 Verträge, 24,3 %) und 7 (346 Verträge, 33,4 %). In den Regionen 2 (42 Verträge, 4,1 %) und 6 (48 Verträge, 4,6 %) ist man am wenigsten präsent.

8.1.2. Vertragsgestaltung

Hinsichtlich der Vertragscharakteristik wird hier ein Überblick über die finanzierten Objekte, Anschaffungswerte und Vertragslaufzeiten gegeben. Die Tabelle 8.2 zeigt die Objektgruppen sortiert nach der Anzahl der Verträge.

Objektgruppe		
Mobilien Sonstige	236	22,8 %
Traktoren	131	12,6 %
LKW/Bus über 3,5 t	128	12,3 %
Medizintechnik	101	9,7 %
PKW	95	9,2 %
Anhänger	92	8,9 %
LKW/Bus bis 3,5 t	89	8,6 %
Sattelzugmaschinen	81	7,8 %
(Bau-)Maschinen	48	4,6 %
Diverse Objekte	36	3,5 %

Tabelle 8.2: Objektgruppen

Die sonstigen Mobilien, also jene Mobilien, die nicht einer anderen Gruppe zugeordnet werden können, haben mit 22,8 % den größten Anteil an den Verträgen.

Daneben sind noch Traktoren (12,6 %) und LKW bzw. Busse über 3,5 Tonnen (12,3 %) häufig vertreten. Den geringsten Anteil an den finanzierten Objekten haben die diversen Objekte mit 3,5 %. Dazu zählen unter anderem die Immobilien.

Die Objektanschaffungskosten belaufen sich am häufigsten zwischen 10.000 und 20.000 Euro (19,1 %). Generell geht der Großteil der Finanzierungen mit geringeren Anschaffungskosten (bis 40.000 Euro) einher. In der Abbildung 8.1 ist diese Relation anhand der Intervalle zu erkennen, da ab Anschaffungswerten von 40.000 Euro die Intervalle immer breiter werden. 3,6 % der Verträge beinhalten Volumina größer als 200.000 Euro.

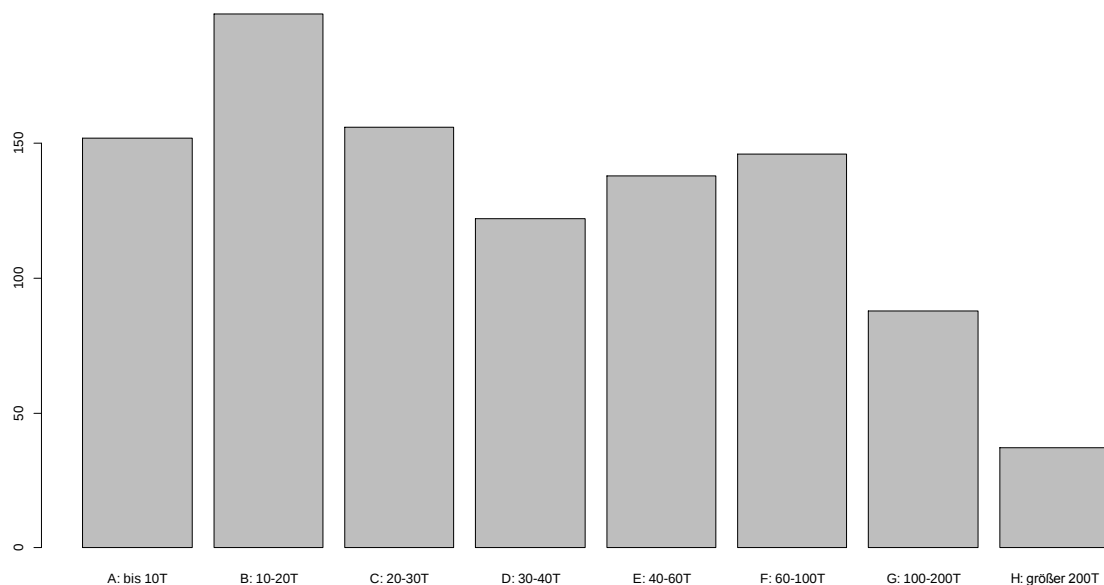


Abbildung 8.1: Anschaffungswert

In 70,5 % der Finanzierungsfälle handelt es sich um neue Objekte. 29,5 % sind in gebrauchtem Zustand angeschafft worden.

Die Vertragslaufzeiten sind in Jahresintervallen kategorisiert. Die überwiegend auftretenden Laufzeiten sind zwischen zwei und fünf Jahren (71,6 %). Kurze Laufzeiten bis zu einem Jahr treten in 9,2 % der Fälle auf, während lange Laufzeiten ab sieben Jahren nur zu 1,8 % vorkommen (Abbildung 8.2).

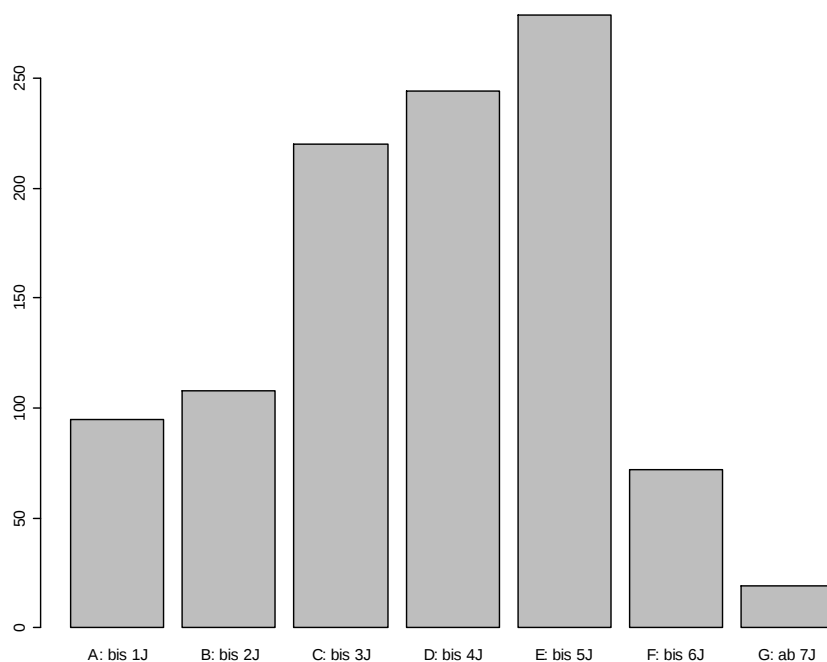


Abbildung 8.2: Laufzeit

8.1.3. Kundenbeziehung und Zahlverhalten

Im Jahr 2011 sind 615 Finanzierungen (59,3 %) jenen Kunden gewährt worden, die bereits eine lange Geschäftsverbindung mit der Leasinggesellschaft haben. Es wurden aber auch 422 Verträge (40,7 %) mit Neukunden oder solchen Kunden, mit denen nur eine kurze Geschäftsverbindung besteht, abgeschlossen.

Dauer der Geschäftsverbindung		Ausfallereignisse	
Kurz	Lang	Nein	Ja
422	615	929	108
40,7 %	59,3 %	89,6 %	10,4 %

Tabelle 8.3: Häufigkeiten Dauer Geschäftsverbindung und Ausfallereignisse

Hinsichtlich Zahlverhalten kann bei 89,6 % der Verträge eine ordentliche Zahlweise festgestellt werden. In 10,4 % der Fälle liegt ein Ausfallereignis nach Basel II-Kriterien vor. Diese Ausfallereignisse werden im folgenden Abschnitt bedingt auf die einzelnen Merkmale näher untersucht.

8.2. Vertiefte Untersuchung der Ausfallereignisse

In diesem Abschnitt werden die Ausfallereignisse mit den einzelnen Merkmalen des Datensatzes auf einen etwaigen Zusammenhang überprüft. Mittels Chi-Quadrat-Tests werden jene Variablen identifiziert, die einen signifikanten Einfluss auf die Ausfallereignisse haben (Tabelle 8.4).

Die Vertragsart hat keinen Einfluss auf ein Ausfallereignis ($p = 0,904$), somit ist es hinsichtlich des Zahlverhaltens nicht von Bedeutung, ob eine Finanzierung als Leasing oder als Mietkauf realisiert wird. In welchem Zeitraum des Jahres die Finanzierung genehmigt wird, ist jedoch statistisch gesehen sehr wohl relevant ($p < 0,001$).

Merkmal	p-Wert
Vertragsart	0,904
Zeitraum	< 0,001
Rechtsform	< 0,001
Branche	0,005
Region	< 0,001
Objektgruppe	< 0,001
Anschaffungswert	0,146
Objektzustand	< 0,001
Laufzeit	< 0,001
Geschäftsbeziehung	0,077

Tabelle 8.4: univariate Chi-Quadrat Tests

Bei jedem Kundenmerkmal kann ein signifikanter Einfluss auf den Zahlungsausfall festgestellt werden. Sowohl die Branche, in welcher der Leasingkunde seiner Geschäftstätigkeit nachgeht ($p = 0,005$), als auch die regionale Zugehörigkeit ($p < 0,001$) hängen mit dem Ausfall signifikant zusammen. Ebenso ist die Rechtsform des Kunden von Bedeutung. In der Abbildung 8.3 ist deutlich zu erkennen, dass gewisse Rechtsformen vergleichsweise höhere Ausfallquoten vorzuweisen haben. Während die Rechtsformen 1, 2 und 5 bei insgesamt 119 Verträgen und nur 3 Ausfällen (2,5 %) sehr zuverlässig sind, so bringen die Rechtsformen 6 (30,8 %

Ausfall) und 7 (20,7 % Ausfall) ein erhöhtes Risiko mit. Die beiden größten Klassen sind die Rechtsform 3 mit 231 Verträgen (6,5 % Ausfall) und die Rechtsform 4 mit 498 Verträgen (9,4 % Ausfall), welche beide ein moderates Risiko vorweisen.



Abbildung 8.3: Ausfall nach Rechtsform

Weitere hochsignifikante Zusammenhänge mit dem Ausfall können bei der Objektgruppe ($p < 0,001$) und dem Objektzustand ($p < 0,001$) nachgewiesen werden. Somit gibt es Objekte, für welche laufende, ordnungsgemäße Zahlungen an die Leasinggesellschaft signifikant wahrscheinlicher geleistet werden. Auch ist es von großer Bedeutung, ob ein Objekt in neuem oder gebrauchtem Zustand finanziert wird. Die Vertragslaufzeit ist ein weiteres wichtiges Kriterium für das Zahlverhalten der Kunden. Hier kann ein hochsignifikanter Zusammenhang ($p < 0,001$) festgestellt werden. Kein Zusammenhang mit den Ausfallereignissen kann bei den Anschaffungswerten der Objekte nachgewiesen werden ($p = 0,146$).

Auch die Dauer der Geschäftsbeziehung kann in der univariaten Analyse nicht als statistisch signifikanter Einflussfaktor erkannt werden ($p = 0,077$). Im folgenden Abschnitt erfolgt die multivariate Auswertung mit den vorgestellten Klassifikationsverfahren.

8.3. Klassifikation der Daten

Die Vorhersage der Klassenzugehörigkeit ist das zentrale Thema dieser Arbeit. Zur Auswertung der vorliegenden Daten werden die Methoden Logistische Regressionsanalyse, Naïve Bayes Klassifikator, Entscheidungsbäume und Support Vektor Maschinen verwendet.

8.3.1. Logistische Regressionsanalyse

Die LRA liefert signifikante Schätzdifferenzen bei der Art der Finanzierung. So ist eine Leasingvariante risikoreicher als eine Finanzierung als Mietkauf ($p = 0,048$). Weiters sind Geschäftsanbahnungen im zweiten Quartal des Jahres als risikoreicher zu betrachten ($p = 0,004$). Kunden der Geschäftsbranche 3 bringen ein signifikant schlechteres Zahlverhalten mit als jene aus anderen Branchen ($p = 0,014$). Als besonders riskant werden zudem Kunden aus der Region 3 betrachtet ($p = 0,004$).

Bei den objektorientierten Merkmalen gibt es Risiken bei den Objektgruppen Maschinen ($p = 0,033$) wie auch bei den diversen Objekten ($p = 0,039$). Außerdem scheinen Vertragslaufzeiten von ein bis zwei Jahren ($p < 0,001$), von drei bis vier Jahren ($p = 0,007$) wie auch von fünf bis sechs Jahren ($p = 0,017$) risikoreicher zu sein als andere. Als maximal tendenziell signifikant sicherer kann ein neuwertiges Objekt bezeichnet werden ($p = 0,077$). Signifikant günstig ist jedoch eine lange Geschäftsverbindung mit dem Kunden ($p = 0,005$). Als irrelevant werden die Rechtsform des Kunden wie auch der Anschaffungswert des Objekts betrachtet.

Testergebnis Logistische Regression			
		Kein Ausfall	Ausfall
Wahrer Wert	Kein Ausfall	175	65
	Ausfall	2	17

Tabelle 8.5: Konfusionsmatrix der Logistischen Regression

Mit den Testdaten kann das gelernte Modell mit einer Trefferquote von 74,1 % eine gute Trennung der Daten erzielen (Tabelle 8.5). Die richtige Vorhersage eines

Ausfallereignisses kann in 17 von 19 Fällen getroffen werden, was eine Sensitivität von 89,5 % ergibt. Andererseits werden von 240 ordnungsgemäß bedienten Verträgen 175 auch als solche erkannt. Dies ergibt eine Spezifität von 72,9 %.

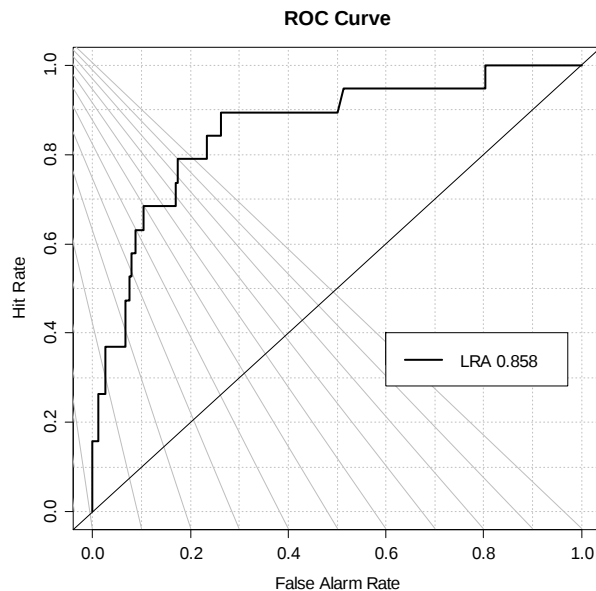


Abbildung 8.4: ROC-Kurve der Logistischen Regression

Die Abbildung 8.4 zeigt die ROC-Kurve der LRA. Mit einer AUC von 85,8 % liefert die LRA eine sehr gute Trennschärfe.

8.3.2. Naïve Bayes Klassifikator

Der NBC ortet die größte Ausfallgefahr bei Kunden, die in der Branche 2 (46,0 % Ausfallwahrscheinlichkeit) oder 3 (32,3 %) tätig sind, als Rechtsform 6 (43,9 %) oder 7 (41,1 %) ihren Geschäften nachgehen und ihren Firmensitz in den Regionen 2 oder 3 haben (je 28,0 %). Eine kurze Geschäftsverbindung führt laut NBC eher zum Ausfall (60,0 %).

Bei den objektorientierten Merkmalen treten mit einer Wahrscheinlichkeit von 29,6 % Maschinen und mit 19,4 % LKW oder Busse mit über 3,5 Tonnen Gesamtgewicht unter den als Ausfälle klassifizierten Beobachtungen auf. Risikobehaftete Verträge werden vorwiegend mit gebrauchten Objekten (84,3 %) und eher als Mietkaufverträge (56,1 %) mit einer Laufzeit von fünf bis sechs Jahren (35,3 %) im zweiten Quartal des Jahres (35,3 %) abgeschlossen. Ein weiteres Kriterium stellen

dem NBC nach die Anschaffungswerte der Objekte dar. Objekte mit Anschaffungswerten von über 100.000 Euro sind mit einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 47,8 % behaftet.

Die Naïve Bayes Methode kann 223 der 259 Verträge korrekt klassifizieren. Somit wird mit einer Trefferquote von 86,1 % nun eine sehr gute Vorhersagequalität erzielt (Tabelle 8.6).

Testergebnis Naïve Bayes Klassifikator			
		Kein Ausfall	Ausfall
Wahrer Wert	Kein Ausfall	208	32
	Ausfall	4	15

Tabelle 8.6: Konfusionsmatrix des Naïve Bayes Klassifikators

Das gelernte NBC-Modell trifft allerdings mit 15 von 19 Beobachtungen weniger korrekte Ausfallprognosen wie jenes der LRA. Die resultierende Sensitivität beträgt hier lediglich 78,9 %. Hier werden jedoch von den 240 Verträgen, welche einwandfrei bedient werden, 208 richtig klassifiziert. Dies ergibt eine Spezifität von 86,7 %.

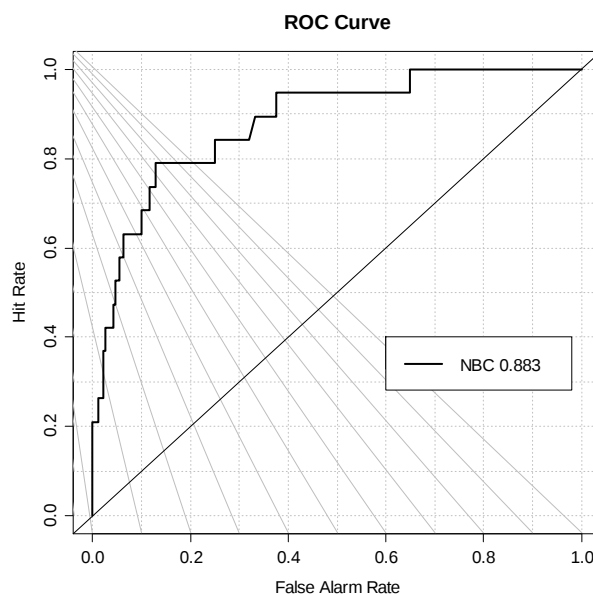


Abbildung 8.5: ROC-Kurve des Naïve Bayes Klassifikators

Der NBC trennt die Daten mit einer AUC von 88,3 % (Abbildung 8.5).

8.3.3. Entscheidungsbaum

Mit den Trainingsdaten wurde der DT in Abbildung 8.6 kreiert. Die Wurzel bildet die Variable Region. Gehört eine neue Beobachtung der Regionen 2 oder 3 an, so ist der Weg entlang der rechten Kante zu wählen. Der nächste Knoten stellt die Rechtsform des Kunden dar. Die Rechtsformen 3, 4 und 5 haben zur Folge, dass kein Ausfallereignis (bei 9 von 60 Missklassifikationen) vorliegt. Bei den anderen Rechtsformen ist die Vertragslaufzeit von Bedeutung. Es kann der Abbildung entnommen werden, dass bei der vorliegenden Kundencharakteristik bei geeigneter Wahl der Laufzeit ein Ausfallereignis abgewendet werden kann.

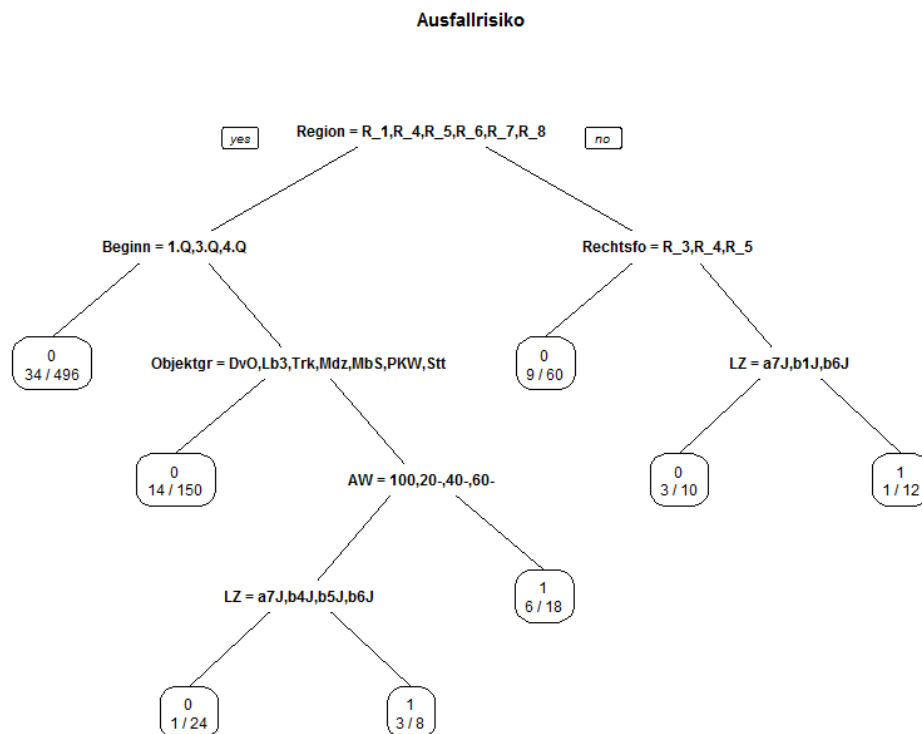


Abbildung 8.6: Entscheidungsbaum

An der Wurzel ist bei allen anderen Regionen der linken Kante zu folgen. In dieser Richtung ist der Zeitraum des Vertragsabschlusses ausschlaggebend. Wird der Vertrag nicht im zweiten Quartal abgeschlossen, so liegt kein Ausfallereignis vor (34 von 496 Missklassifikationen). Sollte der Vertrag doch im zweiten Quartal abgeschlossen werden, so muss in weiterer Folge die jeweilige Objektgruppe, der Anschaffungswert des Gutes sowie die Vertragslaufzeit näher betrachtet werden, um zu einer Klassifikation zu gelangen.

Eine Vertragskonstellation, welche zu einem Ausfallereignis führt, kann dem DT zufolge bei einem Kunden aus der Region 3 mit Rechtsform 7 entstehen, falls sich die Vertragslaufzeit zwischen ein und fünf Jahren bewegt. Ein anderes Beispiel einer risikoreichen Finanzierung stellt ein Kunde aus der Region 7 mit einem Objekt aus der Gruppe der Anhänger und einem Anschaffungswert zwischen 10 und 20 Tausend Euro dar.

Testergebnis Entscheidungsbaum			
		Kein Ausfall	Ausfall
Wahrer Wert	Kein Ausfall	165	75
	Ausfall	3	16

Tabelle 8.7: Konfusionsmatrix des Entscheidungsbaums

Der modellierte DT kann bei Anwendung an den Testdaten nicht ganz an die Leistung der vorherigen Modelle anknüpfen. Die Trefferquote liegt bei 69,9 % (Tabelle 8.7). Während die Sensitivität mit 84,2 % sehr ordentlich ausfällt, fällt die Spezifität auf einen etwas niedrigeren Wert von 68,8 % ab. Von den 240 tatsächlich nicht ausgefallenen Verträgen werden lediglich 165 richtig erkannt. Zwar ist die AUC mit 83,7 % auch niedriger als jene der beiden vorherigen Klassifikatoren (Abbildung 8.7), dennoch kann die Trennschärfe des DT als gut bezeichnet werden.

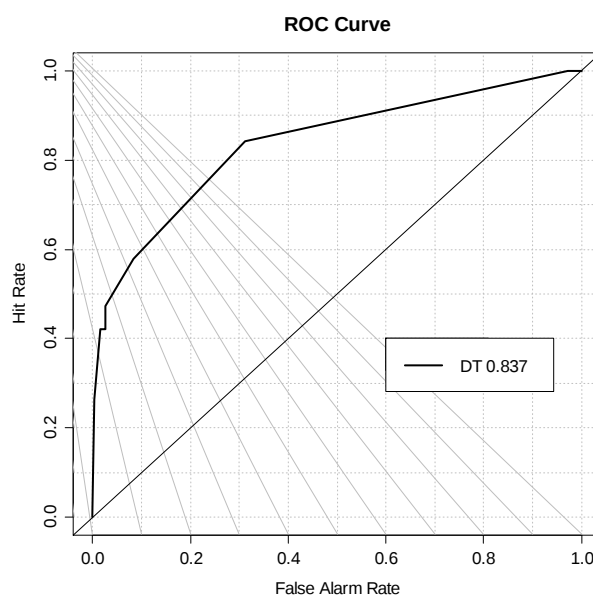


Abbildung 8.7: ROC-Kurve des Entscheidungsbaums

8.3.4. Support Vektor Maschinen

Bei den Kundenmerkmalen sehen die SVM mit einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 36,6 % vor allem in der Branche 3 sowie den Rechtsformen 6 (32,1 %) und 7 (29,8 %) erhöhtes Risikopotential. Als besonders riskante Firmensitze werden die Regionen 2 (25,1 %) und 3 (24,6 %) betrachtet. 63,6 % der als Ausfälle geschätzten Verträge sind mit Kunden abgeschlossen, mit welchen eine nur kurze Geschäftsbeziehung besteht.

Die bei risikoreichen Beobachtungen am häufigsten vorkommenden Objekte gehören zu den Maschinen (22,5 %), den diversen Objekten (15,0 %), sowie zu den LKW und Bussen mit über 3,5 Tonnen Gesamtgewicht (13,1 %). Gebrauchte Objekte sind hier zu 68,1 % betroffen. 55,4 % der Ausfallschätzungen sind Leasingverträge, welche am häufigsten mit Laufzeiten von ein bis zwei Jahren (22,8 %) oder von fünf bis sechs Jahren (22,4 %) abgeschlossen werden und die respektiven Objekte über 100.000 Euro (42,6 %) kosten. Risikoreiche Verträge werden zu 39,0 % im 2. Quartal abgeschlossen.

Die Klassifikation mittels SVM kann bei einer Trefferquote von 79,2 % als gut bezeichnet werden (Tabelle 8.8).

Testergebnis Support Vektor Maschinen			
		Kein Ausfall	Ausfall
Wahrer Wert	Kein Ausfall	188	52
	Ausfall	2	17

Tabelle 8.8: Konfusionsmatrix der Support Vektor Maschinen

Von den 19 tatsächlich ausgefallenen Verträgen werden 17 richtig identifiziert. Somit beläuft sich die Sensitivität auf 89,5 %. Weiters können 188 von 240 ordentlich bedienten Verträgen korrekt zugeordnet werden, was eine Spezifität von 78,3 % liefert.

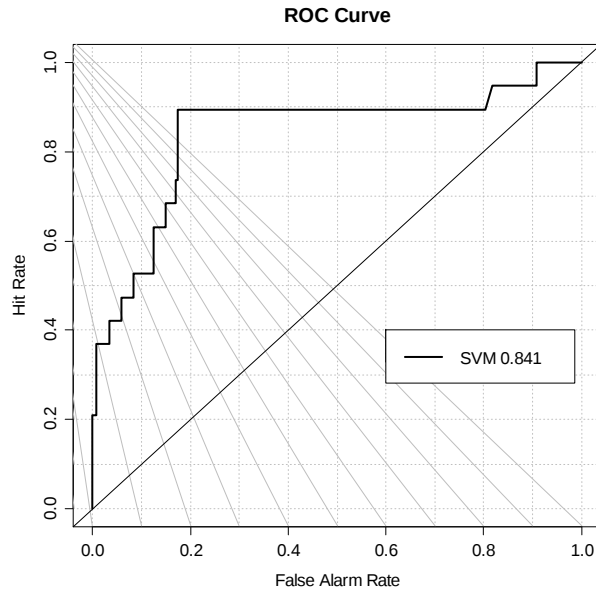


Abbildung 8.8: ROC-Kurve der Support Vektor Maschinen

Mit einer AUC von 84,1 % ist die Trennschärfe der SVM (Abbildung 8.8) etwas besser als jene der DT, kann jedoch mit jenen der LRA und NBC nicht mithalten. Dennoch erfolgt mit den SVM eine gute Trennung der Beobachtungen.

8.4. Kombination der Modelle zu einem Ensemble

Mit der Stacking-Methode werden die einzelnen Entscheidungen der Modelle zu einem Ensemble zusammengefasst. Da die verwendeten Klassifikatoren eine ähnlich gute Vorhersagequalität liefern, ist der Einsatz eines Metalearners nicht notwendig. Die finale Entscheidung kann somit durch einfache Mittelwertbildung der einzelnen Ausfallwahrscheinlichkeiten getroffen werden.

Die ausfallwahrscheinlichsten Verträge sind jene, dessen Finanzierungsnehmer in der Branche 2 (32,1 %) oder 3 (31,2 %) tätig sind. Die Rechtsformen 6 (34,7 %) und 7 (28,5 %) werden im Ensemble als die risikoreichsten Rechtsformen betrachtet. Beim Firmensitz birgt sowohl die Region 3 mit einer Wahrscheinlichkeit von 24,6 % wie auch die Region 2 mit 24,0 % die größte Ausfallgefahr. Dem Ensemble nach zu urteilen schützt eine lange Geschäftsbeziehung eher vor Ausfällen. 57,0 % der geschätzten Ausfälle betreffen Kunden, welche nur eine kurze Geschäftsverbindung vorweisen können.

Bei den objektorientierten Merkmalen der als Ausfall klassifizierten Verträge sind die Gruppen mit der größten Wahrscheinlichkeit Maschinen (19,0 %), diverse Objekte (15,4 %) sowie LKW und Busse mit über 3,5 Tonnen Gesamtgewicht (14,0 %). Die Objekte sind vorwiegend gebraucht (68,0 %) und haben Anschaffungswerte von über 100.000 Euro (38,3 %). Verträge, welche im 2. Quartal des Jahres (38,5 %) mit einer Laufzeit von fünf bis sechs Jahren (27,6 %) abgeschlossen werden, sind am wahrscheinlichsten vom Ausfall betroffen. Die Ausführung des Vertrags als Leasing oder Mietkauf hat dem Ensemble nach keine signifikante Auswirkung.

Testergebnis Ensemble			
		Kein Ausfall	Ausfall
Wahrer Wert	Kein Ausfall	188	52
	Ausfall	2	17

Tabelle 8.9: Konfusionsmatrix des Ensembles

In der Tabelle 8.9 ist die Treffergüte des Ensembles zusammengefasst. Nach Kombination der einzelnen Klassifikatoren können von den 259 Beobachtungen 205 der richtigen Klasse zugeordnet werden. Dies ergibt eine Trefferquote von 79,2 %. Ein Ausfallereignis wird in 17 von 19 Fällen richtigerweise erkannt. Somit beträgt die Sensitivität 89,5 %. Im Falle der ordnungsgemäß bedienten Verträge werden von den 240 Fällen 188 korrekt zugeordnet. Die Spezifität im Ensemble beträgt 78,3 %.

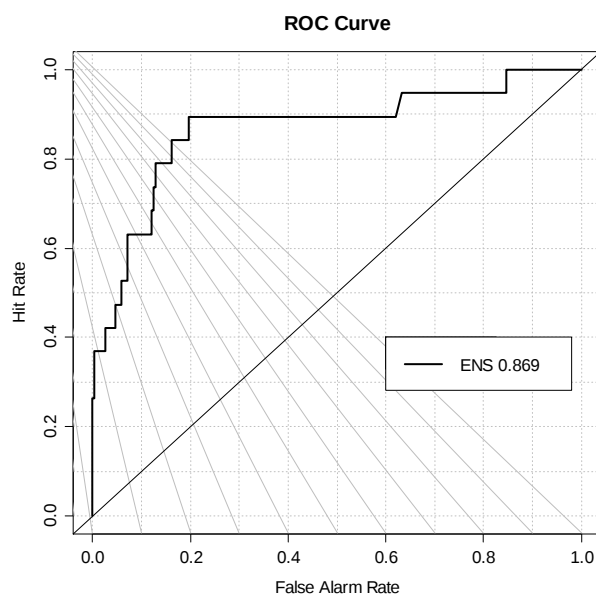


Abbildung 8.9: ROC-Kurve des Ensembles

Abbildung 8.9 zeigt die ROC-Kurve des Ensembles. Mit einer AUC in Höhe von 86,9 % wird eine sehr gute Trennung der Daten erzielt. Die Trennschärfe liegt über jenen der individuellen Klassifikatoren LRA, DT und SVM. Die AUC des NBC erreicht das Ensemble jedoch nicht.

8.5. Vergleich der Modelle

In der Abbildung 8.10 ist ein Vergleich der Trefferquoten der individuellen Klassifikatoren LRA, NBC, DT und SVM mit dem Ensemble gegeben. Dabei wird deutlich, dass der NBC mit einer Trefferquote von 86,1 % alle anderen Klassifikatoren signifikant übertrifft ($p = 0,001$). Das Ensemble erreicht mit 79,2 % korrekten Klassifikationen die gleiche Qualität wie die SVM. Mit der LRA werden 74,1 % der Beobachtungen richtig zugeordnet. Die schwächste Trefferquote erzielt der DT mit nur knapp 70 % richtigen Zuordnungen. Diese ist zur Trefferquote der LRA nicht signifikant geringer ($p = 0,071$), jedoch signifikant geringer als jene der SVM und des Ensembles ($p < 0,001$).

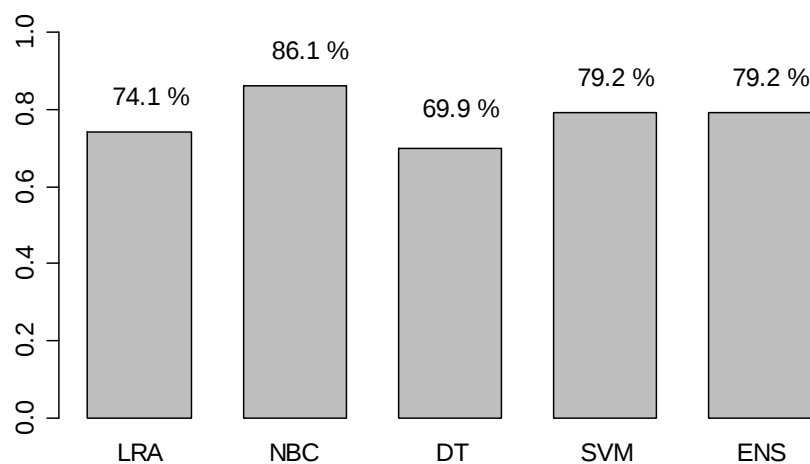


Abbildung 8.10: Vergleich der Modelltrefferquote

Die Sensitivitäten der einzelnen Modelle werden in der Abbildung 8.11 mit dem Ensemble verglichen. Während die Treffergüte der Ausfälle bei der LRA und den SVM gleichermaßen 89,5 % beträgt, liegt die Sensitivität des DT mit 84,2 % leicht unter jenen der LRA und SVM und ist statistisch nicht signifikant geringer ($p = 0,403$).

Bei der Zuordnung der Ausfälle liegt der NBC mit einer Sensitivität von nur 78,9 % an der letzten Stelle der Klassifikatoren. Dieser Sensitivitätswert ist statistisch jedoch nicht signifikant geringer als jene der LRA und SVM ($p = 0,132$). Mit der Stacking-Methode kann bei den vorliegenden Testdaten eine ebenso nicht signifikant unterschiedliche Sensitivität von 89,5 % ($p = 0,132$) erzielt werden.

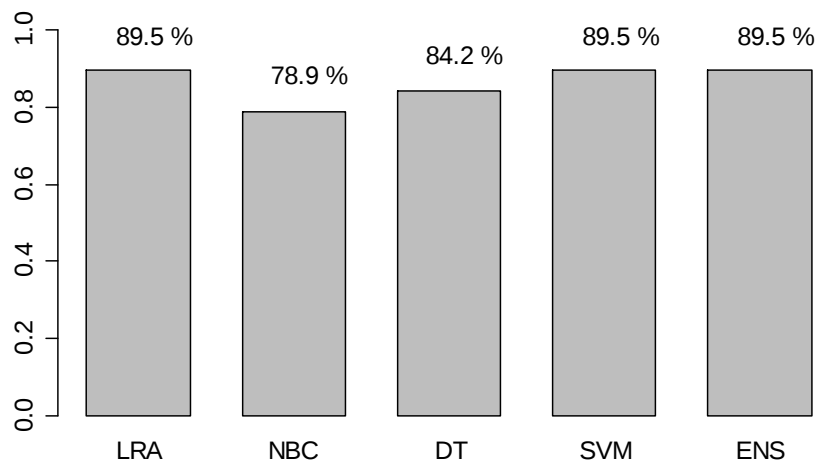


Abbildung 8.11: Vergleich der Modellsensitivität

Die Spezifitäten unterscheiden sich bei den einzelnen Klassifikatoren in einem höheren Ausmaß als die Sensitivitäten (Abbildung 8.12).

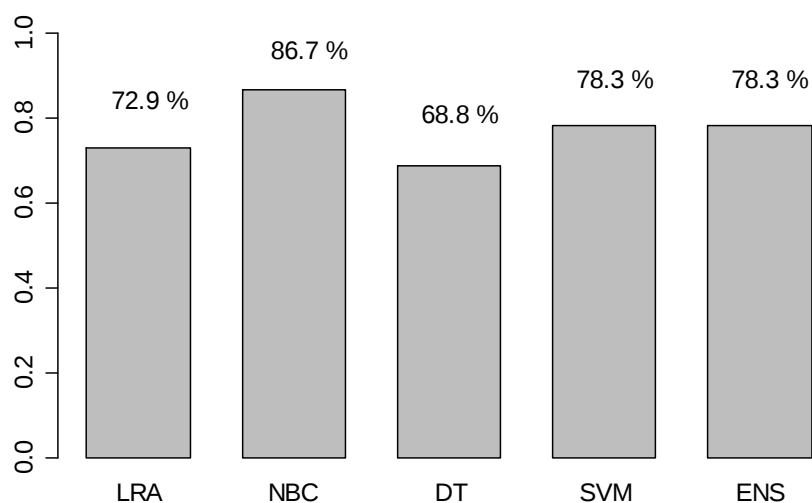


Abbildung 8.12: Vergleich der Modellspezifität

Den schwächsten Wert erzielt hierbei mit 68,8 % der DT. In weiterer Folge trennt die LRA die ordentlich bedienten Verträge zu 72,9 % in korrekter Weise und somit nicht signifikant besser als der DT ($p = 0,094$). Ansprechendere Ergebnisse hinsichtlich Spezifität liefert die SVM mit 78,3 % korrekten Zuordnungen. Im Vergleich zum DT ist die Spezifität signifikant höher ($p < 0,001$), ebenso zur LRA ($p = 0,032$). Der NBC ist jener Klassifikator mit der höchsten Spezifität (86,7 %). Das Stacking-Ensemble erreicht eine Spezifität von 78,3 % und liegt in diesem Vergleich auf dem Niveau der SVM. Der NBC übertrifft somit auch das Ensemble in signifikanter Weise ($p < 0,001$).

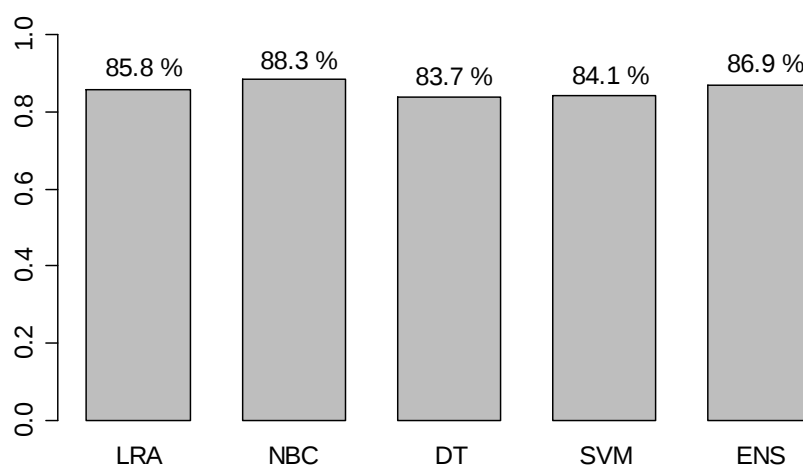


Abbildung 8.13: Vergleich der AUC

Vergleicht man die AUC der einzelnen Klassifikatoren mit jener des Ensembles, so wird deutlich, dass auch in dieser Kategorie der NBC mit 88,3 % alle anderen Methoden übertrifft (Abbildung 8.13). Die vorliegenden Daten können mit dem NBC am besten klassifiziert werden. Das Ensemble erreicht mit einer AUC von 86,9 % die zweitbeste Trennschärfe. Diese ist statistisch nicht signifikant geringer als jene des NBC ($p = 0,268$). Mit einer AUC in Höhe von 85,8 % liefert auch die LRA eine sehr gute Trennung der Testdaten, welche auch nicht signifikant geringer als die des NBC ist ($p = 0,131$). Am unteren Ende liegen die SVM mit einer AUC von 84,1 % hier knapp vor dem DT (83,7 %). Auch bei diesen beiden Klassifikatoren kann behauptet werden, dass eine gute Trennschärfe erzielt wird, dennoch herrscht ein signifikanter Unterschied bei der Trennschärfe des NBC zu jenen der SVM ($p = 0,031$) und des DT ($p = 0,021$). Das Ensemble wiederum trennt nicht signifikant besser als die SVM ($p = 0,127$) und der DT ($p = 0,095$).

8.6. Vertragskonstellationen, die zu einem Ausfallereignis führen

In diesem Abschnitt werden diejenigen Merkmalsausprägungen zusammengefasst, welche einen wesentlichen Einfluss auf die Ausfallswahrscheinlichkeit haben. Die Tabelle 8.10 zeigt den Prototypen einer Ausfallschätzung.

Merkmal	Ausprägung
Branche	Branche 3
Rechtsform	Rechtsform 7
Region	Region 3
Geschäftsbeziehung	kurz
Objektgruppe	Maschinen
Objektzustand	gebraucht
Anschaffungswert	über 100T
Laufzeit	5 bis 6 Jahre
Zeitraum	2. Quartal
Vertragsart	Leasing

Tabelle 8.10: Prototyp einer Ausfallschätzung

Bei den Kundenmerkmalen kann die Branche 3 als jene Branche identifiziert werden, aus welcher die meisten Ausfälle resultieren. Die Ausfallschätzungen der LRA und der SVM zeigen die Branche 3 als ausfallwahrscheinlichste Merkmalsausprägung an. Laut NBC und Ensemble hat zudem auch die Branche 2 einen signifikanten Einfluss auf das Ausfallereignis. Der DT berücksichtigt die Branche nicht.

Hinsichtlich der Rechtsform ist jene mit der Indexierung 7 unter den geschätzten Ausfällen am häufigsten vorgekommen. Während die LRA der Rechtsform keine signifikante Funktion zuordnet, ist die Rechtsform 7 bei den Ausfallschätzungen des NBC der SVM und des Ensembles neben der Rechtsform 6 am stärksten vertreten. Im DT führt die Ausfallschätzung über die Rechtsform 7.

Die Region des Firmensitzes ist ein wesentliches Kriterium im Hinblick auf das Ausfallrisiko. Im DT bildet die Region den Wurzelknoten. Sämtliche Klassifikatoren attestieren der Region 3 einen signifikanten Einfluss auf das Ausfallrisiko. Auch die Region 2 ist mit einer ähnlich hohen Ausfallwahrscheinlichkeit versehen.

Außerdem kann durch eine lange Geschäftsverbindung mit dem Kunden das Ausfallrisiko signifikant reduziert werden. Mit Ausnahme des DT wird die Dauer der Geschäftsverbindung bei sämtlichen Klassifikationen als wesentliches Kriterium betrachtet.

Bei den Objektmerkmalen sind die Maschinen am häufigsten unter den mit einem Ausfallereignis geschätzten Verträgen zu finden. Sämtliche Klassifikatoren stimmen in diesem Ergebnis überein. Weitere Objektgruppen mit signifikanter Risikozunahme sind die diversen Objekte (LRA, SVM, ENS) sowie LKW und Busse über 3,5 Tonnen Gesamtgewicht (NBC, DT, SVM, ENS).

Gebrauchte Objekte sind laut NBC, DVM und dem Ensemble wesentlich risikoreicher als neuwertige Objekte. Für die LRA und den DT muss der Objektzustand als Ausfallkriterium nicht berücksichtigt werden.

Der Anschaffungswert hat bei der LRA keinen signifikanten Einfluss auf den Ausfall. Für den NBC, die SVM und das Ensemble sind Objekte mit Anschaffungswerten von über 100.000 Euro als riskant zu betrachten.

Laut NBC, SVM und Ensemble bringen Laufzeiten von fünf bis sechs Jahren ein erhöhtes Ausfallrisiko mit sich. Im DT sind je nach Wahl anderer Faktoren Laufzeiten bis drei Jahre oder von zwei bis fünf Jahren mit Ausfallereignissen verbunden.

Überproportional viele Ausfallschätzungen sind im 2. Quartal zu finden. Die Mehrheit der Klassifikatoren zeigt zudem, dass eine Leasingfinanzierung einen signifikanten Anstieg der Ausfallwahrscheinlichkeit mit sich bringt. Lediglich der NBC erachtet Mietkauffinanzierungen als risikoreicher.

In diesem Abschnitt wurden die Ergebnisse der Datenanalyse dargestellt. Im Anschluss folgt eine Diskussion des gesamten Untersuchungsablaufs, gefolgt von einer Interpretation der gesammelten Ergebnisse sowie einer Schlussfolgerung.

9. Diskussion

In diesem Kapitel wird der gesamte Ablauf von der Datenerhebung bis hin zur -auswertung reflektiert und kritisch hinterfragt. Zudem werden die gesammelten Ergebnisse inhaltlich interpretiert, deren Sinngehalt überprüft und abschließend eine Schlussfolgerung gezogen.

In dieser Arbeit wird ein Datensatz einer österreichischen Leasinggesellschaft herangezogen. Dabei werden die Leasingverträge der Kunden betrachtet, nicht die Kunden selbst mit deren aushaftenden Kreditverbindlichkeiten. Die Behandlung der individuellen Verträge wirft einiges an Diskussionsmaterial auf.

Der Vorteil einer objektorientierten Betrachtung liegt darin, dass das Leasinggeschäft nicht zuletzt aufgrund der rechtlichen Eigentumsverhältnisse ohnehin eine objektbezogene Finanzierungsvariante darstellt. Somit liefert eine Analyse anhand der Objektcharakteristika zusätzliche Risikomerkmale im Vergleich zu einer Analyse der Kunden selbst. Dadurch können verschiedene leasingrelevante Variablen gewonnen und gleichzeitig die Zahlungsmodalitäten der Kunden selbst beibehalten werden. So scheint es eher unwahrscheinlich, dass ein Kunde bei einem Vertrag in Zahlungsverzug gerät, während ein anderer Vertrag ordnungsgemäß bedient wird. Dieser Fall kann nur dann eintreten, wenn bei Liquiditätsengpässen bestimmte finanzierte Objekte verglichen mit anderen als entbehrlicher bewertet werden. Ein solches Szenario spricht wiederum für eine objektorientierte Betrachtungsweise.

Ein Nachteil einer objektorientierten Betrachtungsweise könnte darin liegen, dass Kunden mit vielen Verträgen im Datensatz überrepräsentiert sind und dadurch die Zahlungsmodalität des gesamten Kundenstocks verzerren könnten. Im Falle einer kundenorientierten Betrachtung würde es diese Problematik nur dann geben, wenn die Gesamtaushaftung der Kunden ohne weitere Adjustierung in die Analyse einfließen würde.

Der Ausschluss der Privatkunden aus der Risikomessung scheint gerechtfertigt, da das Risiko bei einer solchen Finanzierung ohnehin in Grenzen gehalten wird. Die vorteilhafte Besicherungssituation im Leasinggeschäft trägt wesentlich dazu bei. Im

Insolvenzfall kann das Objekt – in den meisten Fällen sind es PKW – ohne Probleme eingezogen und verwertet werden. Dadurch ergibt sich im ungünstigsten Fall eine Restschuld, dessen Ausmaß für die Leasinggesellschaft in Anbetracht der Finanzierungswerte teurerer Objekte, wie zum Beispiel LKW oder Busse, als verkraftbar bewertet werden kann.

Es wurden jene Verträge aus dem Datenbestand der Leasinggesellschaft gefiltert, welche im Jahr 2011 abgeschlossen wurden. Die Ausfallereignisse wurden im darauf folgenden Jahr 2012 dokumentiert. Somit ist ein Zeitraum gegeben, welcher gleiche wirtschaftliche Rahmenbedingungen für alle Beobachtungen gewährleistet. Die Ausfallereignisse wurden anhand der gültigen Basel II-Kriterien definiert.

Bei der Wahl der Variablen ist die Kausalität der Dauer der Geschäftsverbindung mit dem Kunden und dem Ausfall zu hinterfragen. Die Dauer der Geschäftsverbindung wird als erklärende Variable für die Ausfallwahrscheinlichkeit eingesetzt. Umgekehrt kommt eine lange Geschäftsverbindung jedoch nur dann zustande, wenn der Kunde eine ordnungsgemäße Zahlweise vorweisen kann. Trotzdem kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass eine lange Geschäftsverbindung einen günstigen Einfluss auf die Ausfallwahrscheinlichkeit des Kunden hat.

In der Datenauswertung wurden bewährte Kennzahlen wie Trefferquote, Sensitivität und Spezifität sowie zusätzlich die AUC der ROC-Kurven zur Evaluation der verschiedenen Modelle gewählt. Natürlich gibt es eine Vielzahl an Evaluationskriterien, welche zu Verfahren der Klassifikation anwendbar sind. Jedoch sind die verwendeten Kennzahlen aussagekräftige Maße in dieser Disziplin, die außerdem leicht interpretierbar sind.

Auch die Wahl der Klassifikatoren kann und soll hinterfragt werden. Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten, die vorhandenen Daten auszuwerten. Die LRA ist grundsätzlich ein weit verbreitetes Verfahren zur Klassifikation in der Statistik. Auch der NBC versucht mit statistischem Hintergrund eine Trennung zwischen den einzelnen Klassen zu schaffen. Daneben wurden zwei Methoden zur Klassifikation aus der Informatik, der DT und die SVM, für die gegenständliche Analyse gewählt. Alternativ hätte der k-Nearest-Neighbour-Algorithmus als Klassifikator aus der

Informatik zur Datenauswertung herangezogen werden können. Außerdem ist die Lineare Diskriminanzanalyse eine bewährte Methode mit statistischem Hintergrund zur Kreditrisikoevaluierung (Karels, Prakash 1987). Allerdings setzt die Lineare Diskriminanzanalyse eine metrische Skalierung der erklärenden Variablen voraus, welche im vorliegenden Datensatz nicht gegeben ist. Dadurch musste dieses Verfahren vorweg aus der Analyse ausgeschlossen werden. Letztendlich wurden die vier gegenständlichen Klassifikationsverfahren deshalb verwendet, da sich diese bereits in vielen Studien zur Kreditrisikoanalyse bewährt haben.

Zur Kombination der vier Klassifikatoren wurde die Stacking-Methode gewählt. Auch dazu gibt es wiederum viele Alternativen. Da in dieser Arbeit mit vier unterschiedlichen Klassifikationsverfahren gearbeitet wurde, war Stacking zur Bildung eines Ensembles die logische Konsequenz.

Die Aufteilung des Datensatzes wurde so vorgenommen, dass auf eine Beobachtung der Testdaten drei Beobachtungen der Trainingsdaten kommen. Bei 1.037 Beobachtungen entfallen somit 778 Beobachtungen auf den Trainingsblock, welche zum Lernen der Klassifikatoren verwendet werden. Somit steht mit 259 Beobachtungen eine genügend große Anzahl an Testdaten zur Evaluation der Modelle zur Verfügung. Eine populäre Alternative zu einer solchen Aufteilung des Datensatzes wäre eine Kreuzvalidierung im Zuge der Klassifikation gewesen.

In der Datenbeschreibung fällt auf, dass im ersten Quartal 2011 nur 19,7 % aller Verträge abgeschlossen wurden. Dies kann so interpretiert werden, dass vermehrt Unternehmen in Branchen tätig sind, in denen in den Wintermonaten weniger Arbeit anfällt. Als Beispiel kann die Landwirtschaft genannt werden. Während im dritten und vierten Quartal mit 25,1 % Vertragsabschlüssen konstante und durchschnittliche Häufigkeiten erreicht wurden, so wurde im zweiten Quartal 2011 der größte Anteil von 30,1 % aller Vertragsabschlüsse erreicht. Aufgrund der ansteigenden Auftragslage in den wetterfreundlicheren Monaten wollen Unternehmen mehr investieren und tragen so zu einer Erhöhung des Finanzierungsbedarfs im zweiten Quartal bei. Im 2. Quartal sind auch überproportional viele Ausfallschätzungen zu finden.

Eine weitere Auffälligkeit sind die sonstigen Mobilien, welche mit einem Anteil von 22,8 % die größte aller Objektgruppen darstellt. Dies lässt natürlich die Vermutung aufkommen, dass hier eine Verzerrung in den Daten vorliegen könnte. Die Objektgruppen werden von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Leasinggesellschaft erfasst. Da diese die Objekte selbst nicht zu Gesicht bekommen, kann die Zuordnung eines bestimmten Objekts aus Sicherheitsgründen leicht in die Gruppe der sonstigen Mobilien erfolgen. Eine Forstmaschine liefert aufgrund ihrer Objektbezeichnung und Ausführung oft einen gewissen Interpretationsspielraum, sodass sie zum Beispiel den landwirtschaftlichen Geräten oder aber auch den (Bau-)Maschinen zugeordnet werden kann. Jedenfalls kann sie als sonstige Mobilie aufgefasst werden. Somit bedarf es künftig einer präziseren Zuordnung der Objekte.

Die univariate Datenauswertung zeigt, dass die Vertragsart keinen Einfluss auf den Zahlungsausfall hat. In der LRA ist aber plötzlich ein signifikanter Einfluss dieses Merkmals gegeben. Dazu kommt, dass eine Mietkauffinanzierung sogar sicherer als ein Leasing sein soll, was auch aus der Klassifikation der SVM zu interpretieren ist. Der rechtliche Hintergrund lässt jedoch genau das Gegenteil annehmen. Natürlich erfolgt eine Mietkauffinanzierung unter Eigentumsvorbehalt des Objekts. Bei einem Leasing ist das finanzierende Institut sogar Eigentümer des Objekts und befindet sich dadurch in einer deutlich stärkeren rechtlichen Position. Anzumerken ist, dass lediglich der NBC Mietkauffinanzierungen wie erwartet als risikoreicher betrachtet.

Ein weiteres überraschendes Ergebnis der Datenauswertung ist bei der Dauer der Geschäftsverbindung zu erkennen. Während in der univariaten Analyse kein Zusammenhang zwischen der Dauer der Geschäftsverbindung und dem Ausfall nachgewiesen werden konnte, so zeigen die Klassifikationen, mit Ausnahme des DT, dass eine lange Geschäftsverbindung sehr wohl günstige Auswirkungen auf die Zahlungsmoral der Kunden hat.

Zudem konnte beobachtet werden, dass der Anschaffungswert weder in der univariaten noch in den Klassifikationen der LRA einen signifikanten Einfluss auf den Ausfall hat. NBC, SVM und das Ensemble sehen in Objektkosten über 100.000 Euro sehr wohl riskantere Finanzierungen. Auch im DT ist der Anschaffungswert als Knotenpunkt, wenn auch in einer tieferen Ebene, vorhanden.

Die individuellen Klassifikatoren sind sich hinsichtlich der Kundenmerkmale ausfallgefährdeter Verträge überwiegend einig. Die Branche 3 wird als jene Branche identifiziert, aus welcher am wahrscheinlichsten Ausfälle resultieren. Kunden mit Rechtsform 6 und 7 sowie aus den Regionen 2 und 3 sollten ebenso mit besonderer Vorsicht behandelt werden. Demzufolge ist nicht überraschend, dass das Ensemble dieselben Kundenmerkmale mit einem Ausfallereignis assoziiert.

Bei näherer Betrachtung der Evaluationsergebnisse der verwendeten Modelle kann beobachtet werden, dass der NBC mit einem Wert von 86,1 % die höchste Trefferquote vorweisen kann. Signifikant weit dahinter rangieren die SVM sowie das Stacking-Ensemble mit durchschnittlich 79,2 % korrekten Zuordnungen. Im Vergleich zu diesen beiden Methoden erreichen die LRA mit einer Trefferquote von 74,1 % sowie der DT mit 69,9 % signifikant schwächere Trefferquoten. Zwar ist der DT an letzter Stelle zu finden, schneidet jedoch nicht signifikant schwächer als die LRA ab.

Der DT ist zwar hinsichtlich Sensitivität (84,2 %) schwächer als die LRA und die SVM (je 89,5 %) und auch genauer als der NBC, welcher lediglich eine Sensitivität von 78,9 % erzielt, jedoch sind diese Unterschiede aufgrund der geringen Fallzahl von 19 Beobachtungen als statistisch nicht signifikant zu betrachten. Bei der Spezifität liefern der DT mit 68,8 % und die LRA (72,9 %) die schwächsten Werte. Etwas besser ordnen die SVM mit 78,3 % die ordnungsgemäß bedienten Verträge zu. Der NBC übertrifft jedoch in dieser Kategorie mit einem Spezifitätswert von 86,7 % alle anderen Methoden in statistisch signifikanter Weise.

Das modulierte Ensemble der vier Klassifikatoren konnte bei der Sensitivität nicht weiter zulegen. Mit 89,5 % wurde derselbe Wert wie bei den besten individuellen Klassifikatoren erreicht. Anzumerken ist hier, dass lediglich 19 Beobachtungen in den Testdaten tatsächlich ein Ausfallereignis vorweisen. Somit hat eine einzige Änderung in der Vorhersage eine große Auswirkung ($\Delta = 5,3 \%$) auf diese Kennzahl zur Modellevaluation, was sich auch in den nicht signifikanten Ergebnissen der statistischen Anteilstests widerspiegelt. Einerseits ist eine Sensitivität von 89,5 % demzufolge auch im Ensemble ein sehr zufrieden stellendes Ergebnis. Immerhin kann interpretiert werden, dass die Kombination der Ausfallwahrscheinlichkeiten

funktioniert hat, da dieser Wert gehalten werden konnte. Andererseits ist dadurch das schlechtere Abschneiden des NBC beim Sensitivitätsvergleich zu relativieren.

Hinsichtlich der Spezifität konnte das Ensemble mit einem Wert von 78,3 % lediglich die Ergebnisse der SVM egalisieren. Von den 240 ordnungsgemäß bedienten Verträgen konnten 188 richtig zugeordnet werden. Der NBC als bester individueller Klassifikator konnte diesbezüglich sogar 208 Verträge korrekt zuordnen. Diese Differenz von 20 Verträgen ist bei der vorliegenden Stichprobengröße von 259 Testdaten statistisch signifikant und widerspricht somit den Ergebnissen der Studie von Twala aus 2010, in welcher sämtliche Ensembles eine signifikant höhere Treffergenauigkeit als der beste individuelle Klassifikator geliefert haben.

Die Trennschärfen sind mit AUC-Werten von 83,7 % (DT) bis hin zu 88,3 % (NBC) durchwegs auf hohem Niveau. Daraus kann geschlossen werden, dass keines der verwendeten Verfahren als zur Klassifikation ungeeignet eingestuft werden kann. Die vorliegenden Daten können mit jedem Verfahren sehr gut klassifiziert werden. Signifikante Unterschiede sind lediglich zwischen dem NBC und jeweils den SVM und dem DT ausgeforscht worden. Das Ensemble trennt die Daten zwar nicht signifikant schlechter als die NBC, jedoch auch nicht signifikant besser als der DT, welcher die niedrigste AUC vorweisen konnte.

Aufgrund der Tatsache, dass jeder fälschlich als ausfallgefährdet ausgewiesene Vertrag als entgangenes Geschäft gewertet werden kann, ist eine Optimierung der Spezifität bei einer Hochrechnung auf die Gesamtanzahl der jährlich abgeschlossenen Verträge enorm wichtig. In dieser Hinsicht sind die Ergebnisse des Ensembles enttäuschend, da bei keiner Kennzahl ein signifikant höherer Wert zum jeweils besten individuellen Modell erreicht werden konnte. Bei der Trefferquote und der Spezifität wurde das Ensemble vom NBC sogar signifikant übertroffen.

Als Ausblick bleibt der Einsatz der verwendeten Methoden in der gegenständlichen Leasinggesellschaft abzuwarten. Einerseits sollten die hervorragenden Ergebnisse des NBC als individuelles Modell nicht zum Anlass genommen werden, ausschließlich dieses Verfahren an solch sensiblen Daten anzuwenden. Andererseits sind die enttäuschenden Ergebnisse des Ensembles ebenso kein Grund, diese Art

von Klassifikation gänzlich aufzugeben. Aufgrund der Simplizität des Stacking-Ansatzes stellt die Anwendung dieser Ensemblemethode keinen zusätzlichen Aufwand dar. Daher spricht nichts gegen eine weitere Thematisierung dieses Kombinationsverfahrens bei künftigen Studien.

Jedenfalls ist eine systematische Datenerhebung aus Folgeperioden unerlässlich, um eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Modelle zu gewährleisten. Stärken und Schwächen der individuellen Verfahren sind auszuforschen, um dadurch die Modelle in weiterer Folge sinnvoller zu einem Ensemble zu kombinieren und eine permanente Reduktion der Ausfälle zu erreichen.

A Quellenangaben

Bank for International Settlements (2010): Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems. Basel: Bank for International Settlements Communications.

Becker, Hans (2008): Investition und Finanzierung. Grundlagen der betrieblichen Finanzwirtschaft. Wiesbaden: Gabler.

Berger, James (1985): Statistical Decision Theory and Bayesian Analysis. New York: Springer-Verlag.

Bernet, Beat; Westerfeld, Simone (2008): Konzepte des KMU Rating im Vergleich. In: Everling, Oliver (Hrsg.): Certified Rating Analyst. München: Oldenbourg.

Breiman, Leo et al. (1993): Classification and regression trees. New York: Chapman & Hall.

Brezski, Eberhard (2008): Wettbewerbsfähigkeit durch internes Rating. In: Everling, Oliver (Hrsg.): Certified Rating Analyst. München: Oldenbourg.

Bruckner, Bernulf et al. (2003): Basel II: Wie Sie Ihr Unternehmen auf ein erfolgreiches Rating vorbereiten. Wien: Manz.

Burghof, Hans-Peter et al. (2005): Kreditrisiken und Kreditmärkte. In: Burghof, Hans-Peter et al. (Hrsg.): Kreditderivate. Handbuch für die Bank- und Anlagepraxis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Christoffersen, Peter (2012): Elements of financial risk management. Amsterdam: Academic Press.

Cristianini, Nello; Shawe-Taylor, John (2000): An Introduction to Support Vector Machines and other kernel-based learning methods. Cambridge: Cambridge University Press.

Duden: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Risiko>, 16.07.2013.

Duden: <http://www.duden.de/suchen/dudenonline/leasing>, 21.07.2013.

Dunbar, Nicholas (2000): *Inventing money: the story of long-term capital management and the legends behind it*. Chichester: Wiley.

Frost, Chris et al. (2000): *Operational risk and resilience*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Fleck, Friedel; Knaak, Caroline (2006): *Anforderungen an interne Ratingsysteme nach Basel II*. In: Reichmann, Thomas; Pyszny, Udo (Hrsg.): *Rating nach Basel II: Herausforderungen für den Mittelstand*. München: Vahlen.

Grunwald, Egon; Grunwald, Stephan (2008): *Bonitätsanalyse im Firmenkundengeschäft. Handbuch Risikomanagement und Rating*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Güttler, André; Wahrenburg, Mark (2005): *Bankinterne versus externe Ratings*. In: Everling, Oliver; Schmidt-Bürgel, Jens (Hrsg.): *Kapitalmarktrating. Perspektiven für die Unternehmensfinanzierung*. Wiesbaden: Gabler.

Haeseler, Herbert; Greßl, Franz (2007): *Leasing und Factoring. Attraktive Finanzierungsinstrumente im Lichte von Basel II*. Wien: LexisNexis Verlag ARD Orac.

Hand, David; Yu, Keming (2001): *Idiot's Bayes – Not so stupid after all?* In: *International Statistical Review* 69/3, 385-398.

Hirsch, Ulrich (1996): *Rating ist objektiv subjektiv*. In: Büschgen, Hans; Everling, Oliver (Hrsg.): *Handbuch Rating*. Wiesbaden: Gabler.

Huang, Cheng-Lung et al. (2007): *Credit scoring with a data mining approach based on support vector machines*. In: *Expert Systems with Applications* 33, 847-856.

Ince, Huseyin; Aktan, Bora (2009): A comparison of data mining techniques for credit scoring in banking: a managerial perspective. In: Journal of Business Economics and Management 10/3, 233-240.

Jorion, Philippe (2009): Financial risk manager handbook. New Jersey: John Wiley & Sons.

Karels, Gordon; Prakash, Arun (1987): Multivariate Normality and Forecasting of Business Bankruptcy. In: Journal of Business Finance & Accounting 14/4, 573-593.

Knight, Frank (2009): Risk, Uncertainty, and Profit. Kissimmee: Signalman Publishing.

Markowitz, Harry (1970): Portfolio selection: efficient diversification of investments. New Haven: Yale University Press.

Marqués, Ana et al. (2012): Exploring the behaviour of base classifiers in credit scoring ensembles. In: Expert Systems with Applications 39, 10244-10250.

McNeal, Alexander et al. (2005): Quantitative risk management: Concepts, Techniques, and Tools. Princeton: Princeton University Press.

Mester, Loretta (1997): What's the Point of Credit Scoring? In: Business Review, September/October 1997, 3-16.

Quantschnigg, Peter et al. (2003): Handbuch des Leasing: Steuerrecht, Zivilrecht, Betriebswirtschaft, Handelsrecht. Frankfurt/Wien: Redline Wirtschaft bei Ueberreuter.

Schmidt-Bürgel, Jens (2005): Rating von Industrieunternehmen. In: Everling, Oliver; Schmidt-Bürgel, Jens (Hrsg.): Kapitalmarktrating. Perspektiven für die Unternehmensfinanzierung. Wiesbaden: Gabler.

Schneck, Ottmar (2008): Der Einsatz von Ratingsystemen. In: Everling, Oliver (Hrsg.): Certified Rating Analyst. München: Oldenbourg.

Serfling, Klaus et al. (1996): Möglichkeiten und Grenzen des Credit Rating. In: Büschgen, Hans; Everling, Oliver (Hrsg.): Handbuch Rating. Wiesbaden: Gabler.

Shapiro, David (1999): The interpretation of diagnostic tests. In: Statistical Methods In Medical Research 8, 113-134.

Simmert, Diethard et al. (2008): Inhaltliche Konzeptionierung eines Internen Ratingverfahrens und deren praktische Umsetzung. In: Everling, Oliver (Hrsg.): Certified Rating Analyst. München: Oldenbourg.

Thonabauer, Günther; Nösslinger, Barbara (2004): Best Practice im Risikomanagement von Verbriefungen. Wien: Österreichische Nationalbank, Finanzmarktaufsicht.

Thonabauer, Günther; Nösslinger, Barbara (2004): Kreditvergabeprozess und Kreditrisikomanagement. Wien: Österreichische Nationalbank, Finanzmarktaufsicht.

Toutenburg, Helge (2003): Lineare Modelle: Theorie und Anwendungen. Zweite Auflage. Heidelberg: Physica-Verlag.

Twala, Bhekisipho (2010): Multiple classifier application to credit risk assessment. In: Expert Systems with Applications 37, 3326-3336.

VÖL: http://www.leasingverband.at/Leasing_ABC, 21.07.2013.

VÖL: <http://www.leasingverband.at/Vorteile>, 23.07.2013

Wagner, Eva (2008): Credit Default Swaps und Informationsgehalt. Wiesbaden: Gabler.

West, David (2000): Neural network credit scoring models. In: Computers & Operations Research 27, 1131-1152.

Witten, Ian (2011): Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Burlington: Morgan Kaufmann Publishers.

WKO, AWS (2013): Strukturbefragung unter österreichischen Betrieben zum Thema Unternehmensfinanzierung. Wien: Wirtschaftskammer Österreich, Austria Wirtschaftsservice.

B Abkürzungsverzeichnis

AUC	Fläche unter der ROC-Kurve
AW	Anschaffungswert
DT	Entscheidungsbaum
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ENS	Ensemble
FN	Falsch-Negativ
FP	Falsch-Positiv
LKW	Lastkraftwagen
LRA	Logistische Regressionsanalyse
LZ	Laufzeit
NBC	Naïve Bayes Klassifikator
PKW	Personenkraftwagen
RN	Richtig-Negativ
ROC	Receiver Operating Characteristic
RP	Richtig-Positiv
SVM	Support Vektor Maschine
VaR	Value at Risk
VÖL	Verband Österreichischer Leasinggesellschaften
WKO	Wirtschaftskammer Österreich

C Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1: Beispiel einer Verlustverteilung	14
Abbildung 3.2: Verlustverteilung mit 95%-VaR	15
Abbildung 5.1: Die drei Säulen von Basel II	25
Abbildung 6.1: Ablauf eines Ratingverfahrens	37
Abbildung 7.1: Aufspaltung eines Knotens	49
Abbildung 7.2: Ablauf der Datenauswertung	53
Abbildung 8.1: Anschaffungswert	57
Abbildung 8.2: Laufzeit	58
Abbildung 8.3: Ausfall nach Rechtsform	60
Abbildung 8.4: ROC-Kurve der Logistischen Regression	62
Abbildung 8.5: ROC-Kurve des Naïve Bayes Klassifikators	63
Abbildung 8.6: Entscheidungsbaum	64
Abbildung 8.7: ROC-Kurve des Entscheidungsbaums	65
Abbildung 8.8: ROC-Kurve der Support Vektor Maschinen	67
Abbildung 8.9: ROC-Kurve des Ensembles	68
Abbildung 8.10: Vergleich der Modelltrefferquote	69
Abbildung 8.11: Vergleich der Modellsensitivität	70
Abbildung 8.12: Vergleich der Modellspezifität	70
Abbildung 8.13: Vergleich der AUC	71

D Tabellenverzeichnis

Tabelle 7.1: Auszug aus der transponierten Datenstruktur	44
Tabelle 7.2: Übersicht zur Datenerhebung	45
Tabelle 7.3: Beispiele zur Ausfalldefinition	46
Tabelle 7.4: Konfusionsmatrix	53
Tabelle 8.1: Häufigkeiten Art und Zeitraum des Vertragsabschlusses	55
Tabelle 8.2: Objektgruppen	56
Tabelle 8.3: Häufigkeiten Dauer Geschäftsverbindung und Ausfallereignisse	58
Tabelle 8.4: univariate Chi-Quadrat Tests	59
Tabelle 8.5: Konfusionsmatrix der Logistischen Regression	61
Tabelle 8.6: Konfusionsmatrix des Naïve Bayes Klassifikators	63
Tabelle 8.7: Konfusionsmatrix des Entscheidungsbaums	65
Tabelle 8.8: Konfusionsmatrix der Support Vektor Maschinen	66
Tabelle 8.9: Konfusionsmatrix des Ensembles	68
Tabelle 8.10: Prototyp einer Ausfallschätzung	72

E ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit der statistischen Analyse des Ausfallrisikos von Firmenkunden im Leasinggeschäft. Das Ziel dieser Arbeit ist, leasingrelevante Risikomerkmale zu erkennen und ein alternatives Modell zu den vorhandenen standardisierten Ratingverfahren zu entwickeln. Dazu wurde ein Datensatz einer österreichischen Leasinggesellschaft verwendet. Sämtliche Neuverträge aus dem Jahr 2011 wurden erhoben und ein Jahr lang hinsichtlich Zahlverhalten der Leasingnehmer beobachtet. Die Datenauswertung erfolgte mit bewährten Methoden zur Klassifikation im Kreditrisikobereich. Auch eine Ensemblemethode wurde ergänzend zur Anwendung gebracht.

Die Ergebnisse zeigen ein erhöhtes Ausfallrisiko bei Kunden mit Rechtsformen 6 und 7, welche in der Branche 3 ihrer Geschäftstätigkeit nachgehen und in den Regionen 2 und 3 ihren Firmensitz haben. Eine kurze Geschäftsverbindung mit dem Kunden kann ebenso mit einem höheren Ausfallrisiko verbunden werden.

Bei der Vertragsgestaltung werden Finanzierungen von Maschinen als besonders ausfallgefährdet erkannt. Zweck der Finanzierungen ist die Anschaffung gebrauchter und vergleichsweise teurer Objekte mit einer Laufzeit von fünf bis sechs Jahren. Ein wesentliches Resultat zur Vertragsgestaltung ist, dass Leasingfinanzierungen eher Ausfälle liefern als Mietkauffinanzierungen.

Bei den individuellen Klassifikatoren konnte die Naïve Bayes Methode die besten Kennzahlen hinsichtlich Treffergenauigkeit und Spezifität erzielen. Der Entscheidungsbaum erreichte die schwächsten Werte in diesen beiden Kategorien. Die Logistische Regressionsanalyse und die Support Vektor Maschinen konnten die besten Sensitivitätswerte vorweisen. In diesem Vergleich liegt der Naïve Bayes Klassifikator an letzter Stelle.

Die erhoffte Optimierung der Vorhersagequalität durch das Ensemble konnte nicht geliefert werden. Das Ensemble kam zwar auf denselben Sensitivitätswert wie die besten individuellen Klassifikatoren, hinsichtlich Trefferquote und Spezifität wurde das Ensemble jedoch vom Naïve Bayes Klassifikator übertroffen.

F ABSTRACT

This Master's thesis deals with the statistical analysis of default risks in corporate leasing agreements. The aim of this study is to identify relevant criteria concerning default risk in leasing agreements and to develop an alternative model to existing standardized scoring schemes. Data is provided by an Austrian leasing company. New contracts from 2011 have been collected and viewed in a one-year-period for default. Data analysis is done with classification tasks established in credit scoring. An ensemble method is additionally given.

The results show a higher default risk for clients coming from regions 2 and 3, making their business in branch 3 with legal status 6 or 7. Furthermore, a short-term duration of business relationship to the client leads to a higher default risk.

With respect to contract design, financing of machines yields a superior default risk. Purpose of financing is to purchase comparatively costly second hand objects with terms from five to six years. As a substantial result, lease financing leads to default rather than hire-purchasing.

The naïve Bayes classifier outperforms the other individual classifiers in terms of predicting accuracy and specificity. The decision tree appears to be the worst regarding those two key figures. Logistic regression and support vector machines achieved the best values concerning sensitivity, whereas the naïve Bayes classifier appears at last. The ensemble could not attain the expected optimization of predicting accuracy. Regarding sensitivity, the ensemble measured up to the best individual classifiers, whereas it fell short of the naïve Bayes classifier in terms of predicting accuracy and specificity.

G Curriculum Vitae

Ausbildung

1991 - 1995:	Volksschule Wulkaprodersdorf
1995 - 1999:	Bundesrealgymnasium Mattersburg
1999 - 2004:	Bundeshandelsakademie Eisenstadt
2006:	HYPO-BILDUNG Wien, Banken-Grundeinführung
2009 - 2012:	Universität Wien, Bakkalaureatsstudium Statistik
2012 - 2014:	Universität Wien, Magisterstudium Statistik

Beruflicher Werdegang

Juli 2004 – März 2005:	Grundwehrdienst, Eisenstadt
Juni 2005 – Juni 2006:	SV Bauwelt Koch Mattersburg
Juli 2006 – Juni 2007:	HYPO-Bank Burgenland AG, Eisenstadt
seit Juli 2007:	BB Leasing GmbH, Eisenstadt

Weitere Angaben

Fremdsprachen:	Englisch, Französisch
EDV:	MS Office, R, SAS, SPSS, Mathematica, UCINET