

Finanzwirtschaftliche Modelle in einer integrierten R-Umgebung

Prof. Dr. Michael Guckert
Prof. Dr. Christian Schulze
Natascha Nitzl

Kompetenzzentrum für Informationstechnologie
(KITE)

Technische Hochschule Mittelhessen
Wiesenstraße 14
D - 35390 Gießen
michael.guckert@mnd.thm.de
christian.schulze@mnd.thm.de

ABSTRACT

Der Bedarf an quantitativen Informationen zum Finanzmarkt und an volkswirtschaftlichen Kennzahlen wächst mit steigender Komplexität der wirtschaftlichen Zusammenhänge immer schneller. Derzeit bietet der Markt lediglich fragmentierte Systeme für die Auswertung und Analyse von finanzwirtschaftlichen Daten, wobei eine Integration der Information aus verschiedenen Datenquellen nur mit hohem Aufwand umsetzbar ist. Im Rahmen des vom Land Hessen geförderten LOEWE3-Projektes ADOMIS (Ambient Delivery of Multiple Information and Statistics) wurde in Zusammenarbeit des Kompetenzzentrums KITE (Kompetenzzentrum für Informationstechnologie) der Technischen Hochschule Mittelhessen und der Content Software GmbH; Bad Homburg, eine integrierte Analyseplattform für finanz- und volkswirtschaftliche Daten geschaffen. Diese stellt eine Datenbank zur Verfügung, die Daten unterschiedlicher Struktur und Herkunft in einem integrierten Datenmodell zusammenführt. Exemplarisch werden wiederverwendbare Analysekomponenten für die Auswertung zur Verfügung stellt und eine R-Schnittstelle für die Erstellung eigener Analysen innerhalb der Plattform angeboten. Der Aufwand für die Erstellung von statistischen Auswertungen über finanzwirtschaftlichen Zeitreihen wird durch ADOMIS deutlich reduziert.

SCHLÜSSELWÖRTER

Datenbanken, Finanzwirtschaftliche Analysen, Merton-Modell

1. HINTERGRUND

Zu den zentralen Aufgaben von Kreditinstituten zählt die Bewertung des Kreditrisikos ihrer Kreditnehmer. Dazu ist die Auswertung zahlreicher Finanzdaten und Bestimmung von finanzmathematischen Kennzahlen notwendig.

Hierzu benötigen Kreditinstitute neben einer umfangreichen und aktuellen Datenbasis, auch entsprechende Programme zur Bearbeitung dieser Daten. Zugleich ist eine einfache Umsetzung finanzmathematischer Modelle auf dieser Datenbasis nötig.

Seit jeher liefern ausschließlich große Anbieter wie Bloomberg und Thomson Reuters belastbare Daten für die Finanzbranche. Kreditinstitute und Analysten abonnieren die Services dieser Anbieter und nutzen für hohe Lizenzkosten deren Analyse-Tools oder arbeiten für ihre Auswertungen mit proprietären Lösungen wie Excel.

Das in der Finanzbranche wegen der wachsenden Regulatorik so wichtige Reporting ist zwar in der

Darstellung standardisiert, häufig aber nicht in der Generierung der Reports.

Im Rahmen des ADOMIS-Projektes wurde eine offene Plattform geschaffen, die eine Integration von finanz- und volkswirtschaftlichen Daten aus verschiedenen Datenquellen erlaubt, eine Analyse-Schnittstelle für R bietet und außerdem eine standardisierte Generierung von Reports bietet.

2. DAS ADOMIS-PORTAL

2.1 Übersicht

Das ADOMIS-Portal arbeitet browser-basiert und wurde auf der Basis von Liferay entwickelt. Die Speicherung der Finanzdaten erfolgt in der NoSQL-Datenbank Cassandra, für eine schnelle Suche auf den potenziell sehr großen Datenmengen wird Elastic Search eingesetzt. Durch eine universelle Laderoutine können Datenquellen nahezu beliebiger (strukturierter) Formate in die Datenbank eingebunden werden. Das Datenmodell eignet sich u. a. für Zeitreihen aus dem finanzmathematischen Umfeld, die im Portal abgefragt und anschaulich dargestellt werden können. Auf der durch Auswahl geeigneter Quellen individuell gestaltbaren Datenbasis können finanzmathematische Berechnungen in der Statistiksprache R durchgeführt

werden. Diese kann der Anwender selber über eine einfache Schnittstelle in der Oberfläche von ADOMIS implementieren und zur Wiederverwendung im Portal ablegen.

Ein in der ADOMIS-R-Umgebung hinterlegtes Modell ist unter anderem das sogenannte Merton-Modell, welches das Kreditrisiko von Unternehmen bewertet [Mart14]. Das Modell verwendet das Optionspreismodell von Fischer S. Black und Myron S. Scholes. 1997 erhielten Merton und Scholes dafür den Nobelpreis [Seyd00].

Im Folgenden werden die verschiedenen Komponenten der Plattform, die beispielsweise auch bei der Berechnung des Merton-Modells zusammenarbeiten, vorgestellt. Auf die Softwarearchitektur von ADOMIS wird in diesem Abschnitt eingegangen. In Abschnitt 3 wird das verwendete Datenmodell erläutert. Zu der Bewertung von Kreditrisiken wird das sogenannte Merton-Modell in Abschnitt 4 eingeführt. In Kapitel fünf werden die Projektergebnisse zusammengefasst und ein kurzer Ausblick zur Integration von Daten aus sozialen Netzwerken gegeben.

2.1 Architektur

Die Softwarearchitektur von ADOMIS basiert auf dem Client-Server-Konzept. Als „ADOMIS Clients“ können Anwender interaktiv die ADOMIS-Services über das ADOMIS-Portal, eine lokale R-Statistics Installation oder einen REST-Service nutzen. Zu den ADOMIS Services zählen unter anderem die Möglichkeit, Daten aus verschiedenen Quellen abzurufen, R Modelle zu berechnen, oder eigene berechnete Daten wieder in der Datenbank bereitzustellen.

Auf der Server-Seite finden sich die drei logischen Schichten „ADOMIS Services“, „ADOMIS API“ und „ADOMIS Storage“ (siehe Abb. 1). Auf die 4 Schichten und ihre Aufgaben wird im Folgenden näher eingegangen

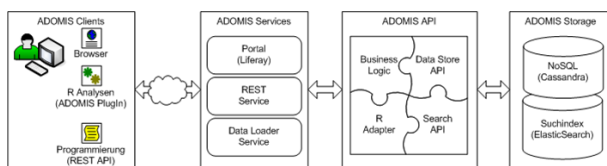


Abb. 1 Softwarearchitektur von ADOMIS

2.1.1 ADOMIS-Clients

Der Anwender greift über geeignete Clients auf die verschiedenen Services zu. Für den Zugriff bieten sich dem Benutzer drei verschiedene Möglichkeiten.

Zum einen kann der Anwender hierfür einen konventionellen Web-Browser verwenden und im Portal alle Funktionen online nutzen. Abb. 2 zeigt einen Screenshot des Portals. Es wurden beispielhaft drei verschiedene Zeitreihen abgefragt und in der Oberfläche graphisch dargestellt.

Alternativ kann eine lokale R-Statistics-Session um die projektbezogenen R-Packages „adomisData“ und „adomisStatistics“ erweitert werden. Das Package „adomisData“ enthält Funktionen für die Basiszugriffe

auf die Daten selbst und „adomisStatistics“ bietet analytische Funktionen wie das Merton-Modell auf der zur Verfügung stehenden Datenbasis.

Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, über eigene Programme auf die Dienste zuzugreifen, indem eine individuell entwickelte Anwendung direkt die zur Verfügung stehenden REST-Services anspricht. Hierbei kann natürlich eine beliebige Programmiersprache eingesetzt werden.

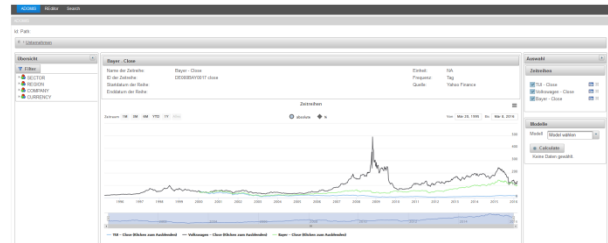


Abb. 2: Das ADOMIS Portal

2.1.2 ADOMIS-Server

In Abb. 1 ist zu erkennen, dass sich die ADOMIS-Serverwelt aus den drei Schichten „ADOMIS Services“, der „ADOMIS API“ und dem „ADOMIS Storage“ zusammensetzt, welche im Folgenden genauer erklärt werden.

Unter „ADOMIS Services“ sind die für Clients erreichbaren Schnittstellen zusammengefasst. Als Schnittstelle bietet ADOMIS ein Web-Portal, einen REST-Service und einen DataLoader-Service an.

Das ADOMIS Portal kann mit einem Browser verwendet werden. Hier können Daten direkt abgerufen, finanzmathematische Modelle in der Statistiksprache R gerechnet oder Daten in R analysiert werden. Über das Portal können die gesuchten Zeitreihen anschaulich dargestellt werden.

Der vom Portal verwendete REST-Service ist auch extern nutzbar. Hiermit können Daten dann in eigenen Programmen verwendet werden.

Ein weiterer Service ist der DataLoader, der über eine Weboberfläche die Schnittstellen zu den Datenlieferanten verwaltet. Hier werden ETL-Prozesse workflow-basiert konfiguriert und durchgeführt, sodass die Daten aus verschiedenen Quellen in der ADOMIS Datenbank zusammengeführt werden können. Bestimmte Datenanbieter können standardmäßig verwendet werden. Zusätzlich kann der Anwender den DataLoader auch mit neuen Datenquellen erweitern.

In der zweiten Schicht der Server-Seite, der „ADOMIS-API“, versorgt die „Business Logic“ die verschiedenen Komponenten, wie DataLoader, Portal und REST-Service mit den Daten aus der Datenbank und dem Suchindex.

Mit der „Search-API“ kann innerhalb der Datenbank nach Schlagwörtern gesucht werden. Zugrunde liegt die dokumentenbasierte Suchmaschine Elasticsearch [Gorm15]. Im sogenannten Suchindex werden die Metadaten zu den Zeitreihen abgelegt. Dieser wird von Elasticsearch verteilt gespeichert und kann optimiert abgefragt werden. Über das Portal sind Abfragen nach

einem Schlagwort oder bestimmten Feldern der möglich.

Über den „R-Adapter“ wird im Portal eine R-Schnittstelle bereitgestellt. Es können R-Skripte, die im Portal implementiert werden, an R weitergeleitet und dort ausgeführt werden. Die Datenbasis wird in diesem Kontext wieder von der ADOMIS-Datenbank bereitgestellt.

Die dritte Schicht der Server-Seite ist die Datenschicht, der „ADOMIS Storage“. Die verwendeten Datenbanken sollten möglichst einfach und komfortabel horizontal skalierbar sein. Es wurden diverse NoSQL-Datenbanken getestet und einer optimierten relationalen MySQL-Lösung gegenüber gestellt. Für die Basisdaten wurde nach eingehender Untersuchung die dokumentenorientierte Datenbank Cassandra der Apache Software Foundation verwendet, die sich auch zum Speichern von Zeitreihen eignet (siehe nächstes Kapitel).

Neben der Datenbank befindet sich im „ADOMIS Storage“ noch der bereits erwähnte Suchindex von Elasticsearch.

3. DAS ADOMIS-DATENMODELL

3.1 Die Datenlage am Finanzmarkt

ADOMIS soll möglichst flexibel und gleichzeitig vollständig die Datenlage am Finanzmarkt abbilden. Die Datenbank muss Daten aus unterschiedlichen Quellen und Formaten aufnehmen können. Wegen der Vielfalt der Finanzierungsinstrumente und der mit ihnen verbundenen spezifischen Attribute und Dimensionen ist ein komplexes relationales Datenmodell entstanden. Viele der aus dem Datenmodell resultierenden Tabellen dienen dazu, die Recherche nach Zeitreihen zu vereinfachen beziehungsweise Attribute und hierarchische Abhängigkeiten ergänzen zu können, ohne eine grundlegende Veränderung des Datenmodells vornehmen zu müssen. Diese Tabellen sind für die vorliegende Arbeit von untergeordneter Bedeutung, so dass hier nur der für die Zeitreihen-Analyse und Modellberechnung relevanter Teil des Datenmodells vorgestellt wird. Für die Berechnung des Merton-Modells, auf das in Abschnitt 4 näher eingegangen wird, werden beispielsweise Aktienkurszeitreihen benötigt, weshalb im Folgenden besonders auf deren Abbildung im Datenmodell eingegangen wird.

Das logische Modell von Cassandra ähnelt dem Modell einer relationalen Datenbank. So gibt es Tabellen, Spalten und Primary Keys. Auch die Abfragesprache Cassandra Query Language (CQL) orientiert sich stark an SQL. Daher wird ein relationales Modell zugrunde gelegt.

3.2 Tabellen für die Abbildung von Zeitreihen

Abb. 3 zeigt die wesentlichen Tabellen, in denen die Zeitreihen und ihre wichtigsten Eigenschaften abgelegt sind.

Im Folgenden werden kurz die Tabellen und ihre Beziehungen erläutert:

Die wichtigsten Tabellen sind **cs_time_series** und **cs_time_series_data**, die die zentralen Eigenschaften der Zeitreihen und die eigentlichen Datenwerte enthalten.

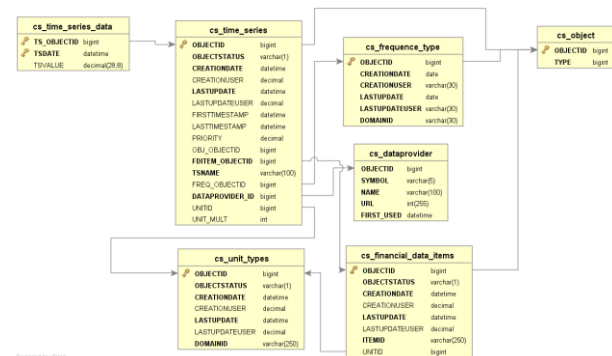


Abb. 3 Auszug aus dem ADOMIS-Datenmodell: Zeitreihen

3.3 Die Tabelle cs_time_series_data

In dieser Tabelle sind alle Zeitreihen durch genau einen Datensatz mit dem Primärschlüssel OBJECTID repräsentiert. Neben einigen Informationen zum Bearbeitungsverlauf der Zeitreihe (Erstellungsdatum, letztes Update, Nutzer etc.) geben die Felder OBJ_OBJECTID, FDITEM_OBJECTID und DATAPROVIDER_ID Aufschluss über die Zugehörigkeit der Zeitreihe zu einem Finanzinstrument und ihre Datenherkunft.

OBJ_OBJECTID verweist dabei auf ein Finanzinstrument, das an anderer Stelle in der Datenbank liegt. Ein solches Finanzinstrument kann beispielsweise eine spezielle Aktie oder ein Derivat sein, zu der die Zeitreihe gehört. Verschiedene Zeitreihen können dabei durchaus zum gleichen Finanzinstrument gehören, beispielsweise wenn eine Zeitreihe die Eröffnungskurse und eine weitere die Schlusskurse enthält.

FDITEM_OBJECTID beschreibt, um welchen Typ einer Zeitreihe es sich handelt, ob die Zeitreihe beispielsweise Tageshöchstwerte, Eröffnungs- oder Schlusskurse beinhaltet. Das Feld zeigt auf die Tabelle **cs_financial_data_items**, die die möglichen Typen enthält.

DATAPROVIDER_ID repräsentiert die Datenquelle, aus der die Zeitreihe stammt. Das Feld zeigt auf die Tabelle **cs_dataprovider**, die die potenziellen Datenquellen einer Zeitreihe enthält. Hier können zum Beispiel Verweise auf öffentliche Datenquellen stehen (Bundesbank, statistische Bundes- und Landesämter, Europäische Zentralbank o. ä.), aber auch Verweise auf kommerzielle Quellen (Reuters, Bloomberg o. ä.). Mit einem einzigen Finanzinstrument, das über das Feld OBJ_OBJECTID referenziert wird, kann somit eine Vielzahl von Zeitreihen verknüpft sein. Für jede dieser Zeitreihen existiert ein Eintrag in der Tabelle **cs_time_series**. Es ist sogar denkbar, dass die gleiche Zeitreihe mehrfach aus unterschiedlichen Datenquellen vorliegt, was dann zu weiteren Einträgen in der Tabelle **cs_time_series** führt.

Das Feld `FREQ_OBJECTID` verweist auf die Tabelle **`cs_frequency_type`**, die die möglichen Wiederholungsraten einer Zeitreihe beschreibt. Hiermit ist die Frequenz gemeint, mit der die Datenerfassung erfolgt (täglich, wöchentlich, Quartal o. ä.). Das Feld `UNITID` zeigt auf die Tabelle **`cs_unit_types`**, die die Einheit einer Zeitreihe beschreibt (Währung, Stückzahl o. ä.).

3.4 Die Tabelle `cs_time_series_data`

Die Tabelle enthält die Werte der Zeitreihen. Die Werte finden sich im Feld `TSVALUE`. Der Fremdschlüssel `TS_OBJECTID` referenziert die Tabelle **`cs_time_series`** (Erläuterung siehe 3.3) und beschreibt, zu welcher Zeitreihe der Datensatz gehört. Der Primärschlüssel der Tabelle setzt sich zusammen aus diesem Fremdschlüssel und dem Feld `TSDATE`, in dem der Zeitpunkt festgehalten wird, zu dem der entsprechende Wert gehört.

3.5 Die Tabelle `cs_object`

Von den in Abb. 3 gezeigten Tabellen fehlt nur noch eine Erläuterung für die Tabelle **`cs_object`**. Dies ist eine globale Tabelle, in der letztlich jedes Objekt, das in der Datenbank existiert, über seine `OBJECTID` repräsentiert wird, also beispielsweise auch die Zeitreihen, die Finanzinstrumente etc. Das Feld `OBJECTID` existiert in zahlreichen Tabellen und die Datenbank ist so angelegt, dass in der gesamten Datenbank jeder Wert nur einmal vergeben wird. Man kann das Feld als globalen Primärschlüssel für die gesamte Datenbank auffassen. Unter dem Feld `TYPE` kann man dann nachschlagen, welche Art von Objekt sich hinter der `OBJECTID` verbirgt (Zeitreihe, Aktie, Region etc.).

3.6 Recherche

Im Falle einer Recherche über die ADOMIS-Oberfläche wird über Suchen und Filtern eine Zeitreihe ermittelt, die einen eindeutigen Datensatz in der Tabelle **`cs_time_series`** referenziert. Zu den Recherche- und Filterkriterien gehören auch Felder aus der Tabelle selbst. So legt der Benutzer (über eine grafische Oberfläche) unter anderem fest, zu welchem Finanzinstrument seine Zeitreihe gehören soll (`OBJ_OBJECTID`), ob er Anfangs-, Schlusskurse oder Tageshöchstwerte recherchieren möchte (`FDITEM_OBJECTID`) und welche Datenquelle er nutzen möchte (`DATAPROVIDER_ID`). Damit steht fest, welche Zeitreihe abgefragt werden soll. Der Primärschlüssel der gefundenen Zeitreihe aus **`cs_time_series`** wird dann genutzt, um alle Werte der Zeitreihe aus der Tabelle **`cs_time_series_data`** abzufragen oder weiter zu filtern.

4. DAS MERTON-MODELL IN ADOMIS

Innerhalb der R-Umgebung können eigene finanzmathematische Modelle implementiert werden, aber auch bereits umgesetzte Modelle aus

veröffentlichten R-Packages genutzt werden. Diese können auf der vorliegenden Datenbasis, wie in Kapitel 3 vorgestellt, durchgeführt und Ergebnisse anschließend hier gespeichert werden.

Beispielhaft ist an dieser Stelle das klassische Merton-Modell in R implementiert und auch als Funktion innerhalb des `adomisStatistics`-Packages gespeichert, wobei der Zugriff auf die Datenbasis mit Hilfe von Funktionen aus dem `adomisData`-Package erfolgt.

Im Rahmen des Projektes ADOMIS wurde eine Masterarbeit betreut, in der das Merton-Modell unter verschiedenen und vor allem numerischen Aspekten untersucht worden ist [Nitz16]. Diese Arbeit ist Grundlage dieses Kapitels.

4.1 Das Merton-Modell

Das Merton-Modell trifft durch die sogenannte Ausfallwahrscheinlichkeit (kurz PD für Probability of Default) eine Einschätzung darüber, wie wahrscheinlich es ist, dass ein Kreditnehmer seinen Zahlungsverpflichtungen nicht mehr fristgerecht nachkommen kann [Mart14, S. 1].

Für die Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit eines Unternehmens werden die historische Volatilität, das Fremd- und Eigenkapital eines Unternehmens sowie der Unternehmenswert und seine Volatilität benötigt. Außerdem wird eine Driftrate verwendet, wofür meistens die risikoneutrale Zinsrate benutzt wird. Die erforderlichen Daten stammen aus der ADOMIS-Datenbank, der Zugriff erfolgt über Funktionen aus dem `adomisData`-Package. Für die Bestimmung der historischen Volatilität werden zum Beispiel Aktienkurszeitreihen der jeweiligen Unternehmen aus der ADOMIS-Datenbank verwendet.

Der Unternehmenswert und seine Volatilität sind nicht am Markt beobachtbar [Mart14]. Um diese zu bestimmen, wird unter anderem mit Hilfe der Optionsbewertung des Black-Scholes-Modells und der Annahme, dass der Unternehmenswert einer geometrischen Brownschen Bewegung folgt, ein zweidimensionales Gleichungssystem aufgestellt [Mart14, S. 70]. Das Newton-Verfahren bestimmt im Allgemeinen eine Näherungslösung von nichtlinearen Gleichungen im Eindimensionalen, kann aber auch unter der Nutzung der Inversen der Jacobi-Matrix für mehrdimensionale Gleichungen angewendet werden. In der hier vorliegenden Problemstellung kann der Unternehmenswert und seine Volatilität mit Hilfe des mehrdimensionalen Newton-Verfahrens approximativ bestimmt werden.

Obwohl sich dieses numerische Verfahren im Allgemeinen als stabil erwiesen hat, ist das Ergebnis häufig nicht zufriedenstellend, da das Modell zu viele historische Werte verwendet und auf einzelne Parameter sehr sensitiv reagiert [Nitz16].

4.2 Das Euler-Maruyama-Verfahren

Der Unternehmenswert kann alternativ durch das Euler-Maruyama-Verfahren approximiert werden. Hierbei

wird ebenfalls die allgemeine Annahme verwendet, dass der Unternehmenswert einer geometrischen Brownschen Bewegung folgt [Mart14, S. 70]. Mit Hilfe des Euler-Maruyama-Verfahrens kann dann an diskreten Zeitpunkten eine numerische Näherungslösung der stochastischen Differentialgleichung ermittelt werden [Günt10]. Diese Näherungslösung weist ein gewisses Konvergenzverhalten gegenüber der analytischen Lösung auf [Seyd00].

Durch eine große Anzahl an Simulationen für den Unternehmenswert kann durch die Monte-Carlo-Methode ebenfalls eine Ausfallwahrscheinlichkeit bestimmt werden.

Da diese Herangehensweise deutlich aufwändiger ist, wird sie in der Praxis weniger verwendet. Trotzdem wird an dieser Stelle auf sie eingegangen, da Erfahrungen aus dem Vergleich beider Verfahren auf stochastische Differentialgleichungen übertragen werden können, bei denen keine analytische Lösung existiert und diese lediglich numerisch approximiert werden kann [Nitz16]. Diese Erfahrungen fließen unter anderem auch in verschiedene Erweiterungen des Merton-Modells ein.

4.3 Umsetzung und Bewertung des Merton-Modells

Das Merton-Modell kann rückwirkend über einen längeren Zeitraum monatlich berechnet werden. Diese Entwicklung der Ausfallwahrscheinlichkeit kann schließlich durch eine Kurve dargestellt werden, welche in der Oberfläche des ADOMIS-Systems analog zu Abb. 2 graphisch abgebildet wird. Beispielsweise ist diese zeitliche Entwicklung für drei Unternehmen in Abb. 4 zu sehen, wobei die zugrundeliegenden Daten von der EURIBOR, einem Reuters Datastream Testzugang und der Yahoo Finance-Schnittstelle stammen.

In dieser Abbildung können die zeitliche Entwicklung der Ausfallwahrscheinlichkeit der Bayer AG, TUI AG und Volkswagen AG einzeln betrachtet und untereinander verglichen werden. Alle drei Unternehmen haben zu den gleichen Zeitpunkten eine geringe bis gar keine Ausfallwahrscheinlichkeit und in den gleichen Zeiträumen eine erhöhte Ausfallwahrscheinlichkeit. Die der Bayer AG hat den geringsten Anstieg, die der TUI AG unterliegt etwas größeren Schwankungen und die der Volkswagen AG steigt 2009 am meisten an.

Der Anstieg der Ausfallwahrscheinlichkeit der Volkswagen AG im Jahr 2008 liegt darin begründet, dass sich durch äußere Einflüsse der Aktienkurs innerhalb von drei Börsentagen vervierfacht hat und innerhalb der nächsten vier Tage wieder gesunken ist. Dadurch ist die historische Volatilität, welche die Schwankungsintensität der Aktienkurse misst, stark angestiegen und hat das Ergebnis des Merton-Modells verfälscht [Nitz16]. Das Modell reagiert also sehr sensitiv auf Schwankungen der Aktienkurse.

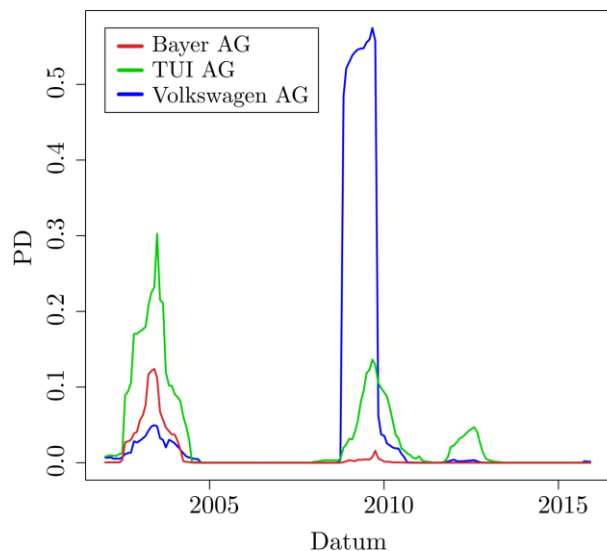


Abb. 4: Zeitliche Entwicklung der Ausfallwahrscheinlichkeit der Bayer AG, TUI AG und Volkswagen AG (vgl. [Nitz16, S.24])

Die über das Merton-Modell bestimmte Ausfallwahrscheinlichkeit eines Unternehmens kann den von Ratingagenturen vergebenen, externen Ratings gegenübergestellt werden. Dieser Vergleich wurde unter anderem für die in Abb. 4 verwendeten Unternehmen durchgeführt, wobei die externen Ratings den Geschäftsberichten der jeweiligen Unternehmen entnommen wurden.

Hieraus geht hervor, dass lediglich Tendenzen in eine ähnliche Richtung gehen, diese jedoch zum Teil zeitversetzt sind [Nitz16]. In anderen Fällen verlaufen die Entwicklungen der Einschätzungen ähnlich, liegen allerdings einige Ratingstufen auseinander.

Zudem beurteilt das Merton-Modell einen Ausfall schnell zu positiv oder negativ [Sobe00]. In den Zeiträumen, in denen die Ausfallwahrscheinlichkeit der drei Unternehmen in Abb. 4 steigt, sind die zeitgleichen Einschätzungen der Ratingagenturen zum Beispiel deutlich weniger negativ als die Prognosen durch das Merton-Modell.

Ein weiterer Kritikpunkt des Modells ist seine starke Sensitivität bezüglich Schwankungen in den Aktienkursen eines Unternehmens, wie am Beispiel der Volkswagen AG zu erkennen ist.

4.4 Ausblick auf weitere Kreditrisikomodelle

Auf der Grundlage des Merton-Modells wurden weitere Modelle entwickelt, die auf diesem aufbauen und seine Schwächen minimieren. Hierzu zählt unter anderem das KMV-Modell der Ratingagentur Moody's [Albr05]. Da ein Unternehmen selten tatsächlich ausfällt, wird beispielsweise statt der absoluten Ausfallwahrscheinlichkeit, eine Wahrscheinlichkeit betrachtet, die angibt, wie wahrscheinlich es ist, dass sich das Rating eines Unternehmens verändert [Mart14].

Die Bewertung von Kreditrisiken hat durch die Finanzkrise an Bedeutung gewonnen und bleibt ein aktuelles Thema. Auch neue Auflagen des Baseler Ausschuss für Bankenaufsicht stellen die Kreditinstitute immer wieder vor neue Herausforderungen [Mart14].

5. FAZIT UND AUSBLICK

5.1 Fazit

Das ADOMIS-Portal ist für den Anwender nutzerfreundlich und effizient. Es bietet einen schnellen Zugriff auf Daten unterschiedlicher Quellen und Formate: Über den DataLoader können menügesteuert weitere Datenquellen einbezogen und die Datenbasis erweitert werden. ADOMIS bietet die Möglichkeit einer individuellen Auswertung und visuellen Darstellung von Zeitreihen. Finanzmathematische Modelle können auf der Datenbasis in der Statistiksprache R implementiert und berechnet werden. Zur Demonstration wurde das Merton-Modell umgesetzt, Analysten können beliebige eigene Verfahren in ADOMIS realisieren und zur Wiederverwertung hinterlegen.

In der Umsetzung wurden moderne Technologien, wie die NoSQL-Datenbank Cassandra oder der Suchindex Elasticsearch verwendet.

5.3 Ausblick

In den letzten Jahren sind die Erwartungen an die Leistungsfähigkeit und Rechenleistung von Algorithmen und Systemen auch gerade im Finanzbereich gestiegen. Als Beispiel sei hier der Hochfrequenzhandel genannt, der an den Börsen automatisiert und ohne menschliche Interaktion abläuft [Hofs14]. Damit in kürzester Zeit entschieden werden kann, welches Finanzinstrument gekauft oder verkauft wird, sind performante Systeme entscheidend.

Am Merton-Modell wird unter anderem kritisiert, dass es im Allgemeinen wenige Parameter und hauptsächlich historische Werte verwendet. Politische und psychologische Faktoren werden hier nur durch die damit einhergehenden Schwankungen in den Aktienkursen einbezogen, sind allerdings für die Kreditrisikomodellierung von großer Bedeutung. Die sogenannte „Verhaltensökonomie“ beschäftigt sich zum Beispiel mit solchen psychologischen Einflüssen [Hofs14, S. 171]. Eine umfassende und zugängliche Datenbasis erleichtert daher einerseits die Einbindung solcher Faktoren in die Modellbildung, andererseits bleibt die Modellierung politischer und psychologischer Einflussfaktoren eine Herausforderung. So liegen psychologische und politische Faktoren in der Regel in sozialen Netzwerken unstrukturiert vor. Regelmäßige Sentiment-Analysen über diesen Daten könnten ebenfalls in Form von Zeitreihen festgehalten, in ADOMIS hinterlegt und in Auswertungen integriert werden.

LITERATUR

- [Albr05] Albrecht, Peter: Kreditrisiken - Modellierung und Management: Ein Überblick. Lehrstuhl für ABWL, Risikotheorie, Portfolio Management und Versicherungswirtschaft, Universität Mannheim, 2005.
- [Gorm15] Gormley, C. und Tong, Z.: Elasticsearch: The Definitive Guide. O'Reilly and Associates, Sebastopol, 1. Auflage, 2015.
- [Günt10] Günther, M. und Jünger, A.: Finanzderivate mit MATLAB: Mathematische Modellierung und numerische Simulation. Vieweg+Teubner, Wiesbaden, 2. Auflage, 2010.
- [Hofs14] Hofstetter, Y.: Sie wissen alles: Wie intelligente Maschinen in unser Leben eindringen und warum wir für unsere Freiheit kämpfen müssen. Bertelsmann, München, 3. Auflage, 2014.
- [Mart14] Martin, M. R. W.; Reitz, S. und Wehn, C. S.: Kreditderivate und Kreditrisikomodelle: Eine mathematische Einführung. Springer Spektrum, Wiesbaden, 2. Auflage, 2014.
- [Nitz16] Nitzl, N.: Das Merton-Modell und seine numerische Simulation. Masterarbeit, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, 2016.
- [Seyd00] Seydel, R.: Einführung in die numerische Berechnung von Finanz-Derivaten: Computational Finance. Springer-Lehrbuch. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
- [Sobe00] Soberhart, J. R. et al.: Moody's Public Firm Risk Model: A Hybrid Approach to Modeling Short Term Default Risk. Number Report #53853, Moody's Investors Service, New York. 2000.

KONTAKT

Prof. Dr. Michael Guckert, Prof. Dr. Christian Schulze, ,
Natascha Nitzl
KITE Kompetenzzentrum für Informationstechnologie
Technische Hochschule Mittelhessen (THM),
Fachbereich MND
Wilhelm-Leuschner-Str. 13
61169 Friedberg
T +49 6031 604-4751, -452
michael.guckert@mnd.thm.de
christian.schulze@mnd.thm.de