

February 2005

Flexible Software-Architektur für Prognosemärkte

Arina Soukhoroukova

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2005>

Recommended Citation

Soukhoroukova, Arina, "Flexible Software-Architektur für Prognosemärkte" (2005). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2005*. 13.
<http://aisel.aisnet.org/wi2005/13>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2005 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

In: Ferstl, Otto K, u.a. (Hg) 2005. *Wirtschaftsinformatik 2005: eEconomy, eGovernment, eSociety*;
7. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2005. Heidelberg: Physica-Verlag

ISBN: 3-7908-1574-8

© Physica-Verlag Heidelberg 2005

Flexible Software-Architektur für Prognosemärkte

Arina Soukhoroukova

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Zusammenfassung: Virtuelle Börsen können als ein innovatives Instrument zur Lösung betriebswirtschaftlicher Prognoseprobleme eingesetzt werden. Bisher wurden sie jedoch lediglich für einzelne Fragestellungen angewandt. Um virtuelle Börsen als ein Prognoseinstrument in der Unternehmenspraxis zu etablieren, ist eine flexible Software zur allgemeinen und einfachen Nutzung eine entscheidende Grundvoraussetzung, die bisher noch nicht untersucht wurde. In diesem Beitrag wird zunächst die Funktionsweise der Prognosemärkte erläutert. Hieraus werden die Anforderungen und das Fachkonzept für die Software für Prognosemärkte abgeleitet. Darauf aufbauend wird die komponentenbasierte Software-Architektur herausgearbeitet. Abschließend wird die Implementierung auf Basis des Microsoft ASP.NET Frameworks vorgestellt.

Schlüsselworte: Informationsbörsen, Virtuelle Börsen, Elektronische Märkte, Prognosen, Software-Architektur, Microsoft ASP.NET Framework

1 Einleitung

Aufgrund moderner Informations- und Kommunikationstechnologien etablieren sich elektronische Märkte als kostengünstige und effiziente Instrumente zur Ressourcenallokation [Bako98; Malo⁺87], die nicht nur zum Handel von Wertpapieren, sondern zunehmend auch für viele andere Produkte verwendet werden [Wein⁺03]. Neben materiellen Gütern können auch immaterielle Güter auf einem elektronischen Markt gehandelt werden. In elektronischen Wissensmärkten sind es beispielsweise Expertenmeinungen. Anstelle einer zentralen Kontrollinstanz übernehmen hier Marktmechanismen die Bewertung und die Qualitätssicherung einzelner Güter [Müll⁺02]. Die theoretische Grundlage für die Funktionsweise von Märkten bildet die Informationseffizienzhypothese [Fama70; Fama91], die besagt, dass im Idealzustand alle verfügbaren Informationen sich in den Marktpreisen widerspiegeln.

Zur Planung von Investitions- und Strategieentscheidungen und Steuerung von Unternehmen sind zuverlässige Prognosen unerlässlich, um Fehlentscheidungen, Risiken und damit auch Verluste zu verringern [Fish⁺94]. Auch hier kann der

Marktmechanismus dabei helfen, unterschiedliche Meinungen der Beteiligten objektiv zu aggregieren. Auf den so genannten Prognosemärkten, auch als virtuelle Börsen (Virtual Stock Markets, VSM)¹ bezeichnet, können Teilnehmer ihre Einschätzungen über die Entwicklung zukünftiger Marktzustände handeln [SpSk03]. In effizienten Märkten reflektiert der Preis einer virtuellen Aktie die Erwartungen der Teilnehmer hinsichtlich des zukünftigen Marktzustands und kann deshalb zur Prognose für den Marktzustand herangezogen werden.

An den Iowa Electronic Markets (www.biz.uiowa.edu/iem/markets) wurden 1988 erstmals Aktien gehandelt, deren Auszahlungswert an die Stimmenanteile der US-Präsidentschaftskandidaten gekoppelt war. Politische Wahlbörsen lieferten bisher viel versprechende Ergebnisse, da sie sich durchgängig durch eine bessere Prognosegüte als Umfragen auszeichneten [BeSc01; Brüg99; Fors⁺99; Span02].

Im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes „Marktforschung durch Informationsgewinnung auf internetbasierten virtuellen Börsen“ wird die Applikation für Prognosemärkte am Lehrstuhl für Electronic Commerce der Universität Frankfurt entwickelt. Das Ziel des Projektes ist es, die Einsatzmöglichkeiten von Prognosemärkten für Unternehmen zu erweitern. In Experimenten, Feldstudien und im Unternehmenseinsatz ist der Einfluss verschiedener Markt-Designs auf die Prognosegüte zu untersuchen. Um virtuelle Börsen als ein Prognoseinstrument in der Unternehmenspraxis zu etablieren, ist eine flexible Software zur allgemeinen und einfachen Nutzung eine entscheidende Grundvoraussetzung, die allerdings in der Literatur bisher nicht betrachtet wurde. Bedingt durch die einseitige Fragestellung – Prognose des Stimmenanteils einer Partei oder Kandidaten – unterscheiden sich die angebotenen politischen Wahlbörsen kaum in Hinblick auf das Markt-Design [SpSk03]. Aktuelle virtuelle Börsen sind hingegen als Individualentwicklungen genau auf die entsprechende Fragestellung angepasst und sind primär den Online-Spielen zuzuordnen. Prognosemärkte aus dem akademischen Umfeld wurden hauptsächlich für einmalige Forschungszwecke entwickelt. Zudem wurde deren Software bisher wissenschaftlich nicht untersucht. Dieser Beitrag soll diese Lücke schließen.

Das Ziel des Beitrags ist eine systematische Darstellung der Software-Architektur für Prognosemärkte aus Sicht der Wirtschaftsinformatik. Die wichtigste Herausforderung ist, heterogene Prognosefragestellungen in einer standardisierten Software-Applikation für Prognosemärkte abzubilden. Unter Flexibilität wird hier die Anpassbarkeit der Software an die Charakteristika individueller Prognoseziele unter verschiedenen Einsatzbedingungen verstanden. In Abschnitt 2 und 3 werden die Funktionsweise und die Design-Möglichkeiten von Prognosemärkten vorgestellt. Das Fachkonzept und die Anforderungen an die Software-Applikation werden in Abschnitt 4 erarbeitet. Darauf aufbauend wird die Gesamtarchitektur der

¹ Auch Informationsbörsen oder -märkte bzw. Artificial, Prediction oder Fantasy Markets

Software entwickelt (Abschnitt 5.1). Anschließend wird beispielhaft die Implementierung auf Basis des Microsoft ASP.NET Frameworks vorgestellt (Abschnitt 5.2). Der Beitrag schließt in Abschnitt 6 mit einer Zusammenfassung.

2 Virtuelle Börsen als Prognoseinstrument

Basierend auf der Hypothese der Informationseffizienz der Märkte besteht die Grundidee einer virtuellen Börse darin, die Erwartungen bezüglich zukünftiger Marktzustände durch die Darstellung als virtuelle Aktien handelbar zu machen. Eine virtuelle Aktie beschreibt dabei einen bestimmten zukünftigen Marktzustand, beispielsweise den Umsatz eines bestehenden oder neuen Produkts im nächsten Monat [SpSk03]. Es handelt sich hier nicht wie an Finanzmärkten um Unternehmensanteile, sondern um so genannte zustandsabhängige Zahlungen („state contingent claims“), die nach der Realisierung des Marktzustandes entsprechend der Auszahlungsregel erfüllt werden [ElGr95].

Virtuelle Börsen sind Aktienmärkte, die auf einer elektronischen Plattform ohne die Möglichkeit des Einsatzes signifikanter Finanzbeträge realisiert werden. Anders als bei Börsenspielen verfügt eine virtuelle Börse über einen eigenständigen Mechanismus zur Preisfeststellung, so dass die Teilnehmer ihre Einschätzungen durch Kauf- und Verkaufsaufträge abgeben können [Span02].

Die Teilnehmer eines Prognosemarktes leiten aus ihren individuellen Einschätzungen bezüglich der Ausprägung des zukünftigen Marktzustands eine individuelle Erwartung über die Auszahlung der virtuellen Aktien ab. Teilnehmer handeln infolgedessen ihre individuellen Einschätzungen, indem sie ihre erwartete Aktienauszahlung mit den Erwartungen des Marktes vergleichen, und mit entsprechenden Kauf- oder Verkaufsaufträgen darauf reagieren [Span02]. Wenn der aktuelle Aktienkurs beispielsweise unter den Erwartungen eines Teilnehmers liegt, würde er die Aktie kaufen, um so einen für ihn erwarteten Gewinn realisieren zu können und umgekehrt bei einer aus seiner Sicht erwarteten Überbewertung verkaufen. Die Handlungen aller Marktteilnehmer beeinflussen so den Preis, der somit alle verfügbaren Informationen reflektiert [Haye45]. Der eingesetzte Preismechanismus bietet also den Vorteil, dass hier unterschiedliche Informationen und interdisziplinäre Meinungen der Beteiligten endogen und damit objektiv in den Kurs einer virtuellen Aktie einfließen [Fors⁺92]. Nach der Realisierung des zugrunde liegenden Marktzustands werden die besten Händler, das heißt Teilnehmer mit den besten Prognosen, ermittelt und belohnt [Span02].

Der Zugangskreis ist entweder offen für alle Interessenten oder begrenzt für eine geschlossene Benutzergruppe, beispielsweise für Mitglieder einer Online-Gemeinschaft oder für ausgewählte Mitarbeiter eines Unternehmens [SpSk04]. Neben politischen Wahlbörsen finden sich heute zahlreiche weitere virtuelle Bör-

sen aus den Bereichen Sport, Entertainment oder Wissenschaft im Internet. Bekannteste Anbieter sind Hollywood Stock Exchange (www.hsx.com), Foresight Exchange (www.ideafutures.com), BBC Celebdaq (www.bbc.co.uk/celebdaq), Tradesports (www.tradesports.com) und Bluevex (www.bluevex.de). Anbieter, Neopoly (www.neopoly.de) und ECCE TERRAM (www.ecce-terram.de) führen regelmäßig virtuelle Börsen zur Wahlen und Sportereignissen durch. Tabelle 1 zeigt eine kurze Übersicht über ausgewählte Prognosemärkte.

Virtuelle Börsen sind demnach geeignet, zur Lösung interdisziplinärer und verteilter Informationsprobleme beizutragen. Potentielle Einsatzbereiche sind Marktforschung und Vertriebsplanung [Chan⁺02; Elia⁺00; Gruc00; Plot00; Span02; SpSk04], Projektmanagement [Ortn98], aber auch Schätzung volkswirtschaftlicher Zielgrößen [Berl01] oder politischer Risiken [Huls03]. Als eine wesentliche Besonderheit im Vergleich zu anderen Prognosemethoden ist hervorzuheben, dass bei virtuellen Börsen keine repräsentative Stichprobe erforderlich ist, da die Teilnehmer nicht ihre individuellen Präferenzen offenbaren, sondern ihre Einschätzungen bezüglich der Gesamtentwicklung [Fors⁺92].

Name	HSX	Innovation Futures	Blog-shares	Ideafutures	die-prognose	Neopoly	Bluevex
System	Unix	Microsoft	Linux	Linux	Unix	(Linux)	Linux
Web-Server	Apache	IIS	Apache	Apache	Apache	Apache	Apache
Technik	JSP	ASP	PHP	CGI	CGI	CGI / Java-Applet	JSP / Java-Applet
Prognoseziele	Filme, Stars	z. B. Google IPO, Wahlen	Blogs	Technologietrends	Sport, Wahlen	Sport, Wahlen	v.a Sport
Geldeinsatz	Nein	Nein	Nein	Nein	Teilweise	Nein	Ja
Markt	Market Maker	Double Auction	Market Maker	Double Auction	Double Auction	Double Auction	Double Auction

Tabelle 1: Kurzübersicht zu Prognosemärkte im Internet

Darüber hinaus kann die Teilnahme an einem Prognosemarkt attraktiver sein und stimulierender auf die Einschätzungen wirken als das Ausfüllen eines langen Fragebogens. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Prognosemärkte das Potential aufweisen, sich zu einer neuen, innovativen und auch kostengünstigen Alternative zu traditionellen Prognoseverfahren zu entwickeln.

Hinter den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten virtueller Börsen zur Lösung betriebswirtschaftlicher Prognoseprobleme verbergen sich zahlreiche Strukturparameter und Gestaltungsdimensionen, die im nächsten Abschnitt erläutert werden.

3 Design von Prognosemärkten

Um das Fachkonzept für die Software erstellen zu können, muss zunächst die Vorgehensweise beim Lösen unternehmerischer Vorhersageprobleme mit Prognosemärkten strukturiert werden. Darauf aufbauend werden die möglichen Strukturparameter vorgestellt.

3.1 Vorgehensweise

Als primäres Qualitätskriterium ist die Informationseffizienz herauszustellen [Gomb00; Lind00], damit die durch Handelsentscheidungen der Teilnehmer gebildeten Marktpreise virtueller Aktien zur Prognose entsprechender zukünftiger Ereignisse herangezogen werden können. Hierfür ist ein genau an die Problemstellung angepasstes Markt- als auch Experiment-Design notwendig, um die Rahmenbedingungen für einen funktionierenden Aktienmarkt gewährleisten zu können [Roth02]. Gleichzeitig sollte der Aufwand für die Initiatoren beim Gestalten und Betreiben der Börse möglichst gering bleiben [Span02].

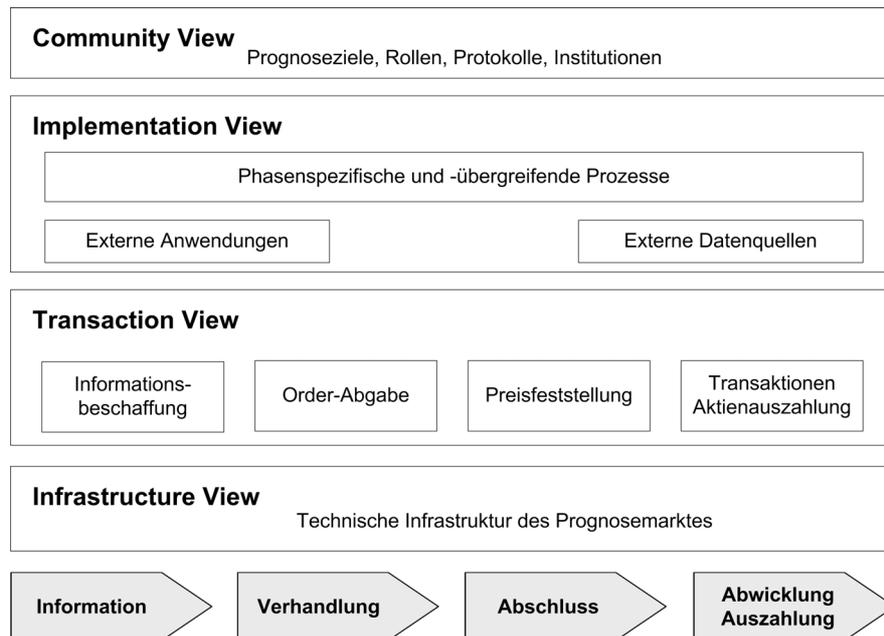


Abbildung 1: Grundstruktur des Referenzmodells für Prognosemärkte; in Anlehnung an [Lind00; S. 118]

Auf Basis des Referenzmodells für elektronische Märkte von [Lind00] wird in Abbildung 1 das entsprechende Referenzmodell für Prognosemärkte entwickelt.

Auf der horizontalen Achse sind die einzelnen Transaktionsphasen abgebildet. Neben den aus der Theorie der elektronischen Märkten bekannten Transaktionsphasen ([Schm93]) kommt bei Prognosemärkten zusätzlich die Auszahlungsphase nach der Realisierung des Ereignisses hinzu. Die Abwicklungsphase kann für Prognosemärkte vernachlässigt werden.

Vier Modellierungssichten der Prognosebörsen sind auf der vertikalen Achse dargestellt. *Community View* bezieht sich auf die Organisationsstruktur der Prognosebörse. *Implementation View* realisiert auf Basis der *Transaction View* (phasenorientierte Marktdienste) die definierten Rollen und das gewählte Börsen-Design. *Infrastructure View* beschreibt die technische Infrastruktur der Prognosebörse.

3.2 Wahl des Prognoseobjekts und Experiment-Design

Neben den Teilnehmern ist die Rolle des Initiators der virtuellen Börse, der ein betriebswirtschaftliches Prognoseproblem lösen möchte, herauszustellen. Infrastrukturanbieter, Intermediäre oder konkurrierende Börsen können an dieser Stelle vernachlässigt werden [Holt⁺03].

Ausgangspunkt der Betrachtung ist ein konkretes Prognoseproblem des Unternehmens. Das Prognoseziel legt dabei die wesentlichen Rahmenbedingungen für das Design des Prognosemarktes fest. Im nächsten Schritt sind weitere Spezifikationen zu treffen. Hierzu gehören u. a. die Festlegung des Teilnehmerkreises, die Dauer der Börse und der Anreizmechanismus [Span02].

Aus den Eigenschaften des Prognoseziels werden Auszahlungsregeln für virtuelle Aktien nach Eintritt des Marktzustandes oder des Ereignisses bestimmt. Die Auszahlungsregeln müssen quantifizierbar und damit handelbar sein. Sie können entweder durch absolute (z. B. für Verkaufseinheiten) oder relative Zahlen (z. B. für Marktanteile) ausgedrückt werden [SpSk03]. Für die Anreize zur Teilnahme und Abgabe wahrer Einschätzungen der Teilnehmer kommen verschiedene Entlohnungsmechanismen in Frage [Span02; SpSk04].

3.3 Markt-Design

Nach der Konkretisierung des Prognoseobjekts gilt es, das Markt-Design genau zu spezifizieren. Es besteht eine sehr große Anzahl an Design-Möglichkeiten für elektronische Märkte [BuGo99], wobei für virtuelle Börsen die effiziente Abwicklung der Transaktionen und deren Kosten keine Rolle spielen.

Aus der Finanzwelt sind Preisfeststellungen auf Basis des Auktionsprinzips („order-driven“) und des Market-Maker-Prinzips („quote-driven“) bekannt [Madh92]. Bei der Ausgestaltung des Preismechanismus in Prognosemärkten steht primär die Verständlichkeit für Teilnehmer, die Anreizkompatibilität zur Offenbarung persönlicher Einschätzungen als auch die Unterstützung der Marktliquidität im Mit-

telpunkt des Interesses [Ba⁺01; Gerk⁺95; Span02].

Strukturparameter	Mögliche Ausgestaltungen
Preisfeststellung	Auktionsprinzip: kontinuierliche doppelte Auktion, Gesamtkursermittlung Market-Maker-Prinzip, oder eine Kombination
Ordertypen	Markt-, Limit-, Stop-Loss-Order (weitere Formen in [Xetr01]); Leerverkäufe
Handelsbeschränkungen und -gebühren	Preis-, Mengen- und Zeitlimitierung Ausgestaltung (Prozentual, Fix, Staffellungen)
Starteinstellungen	Anfangsaustattung: Virtuelles Geld und virtuelle Aktien; Kreditaufnahme, Zinssätze Startpreise
Informationstransparenz	Marktendogene Informationen: Kurse, Orderbuch Marktexogene Informationen über Prognoseobjekte

Tabelle 2: Strukturparameter für das Markt-Design einer Prognosebörse

Mögliche Handels- und Portfoliorestriktionen dienen hauptsächlich der Aufrechterhaltung der Marktliquidität und Vermeidung eines möglichen irrationalen Handelsverhaltens [Smit⁺88; Wahr98]. Handelsbeschränkungen und -gebühren können sich sowohl auf einzelne Aktien beziehen als auch teilnehmerbezogen definiert werden. Fatdog Exchange (www.fatdogexchange.com), eine virtuelle Börse aus dem Bereich Sport und Entertainment, verlangt von neuen Teilnehmern mit einem geringen Portfoliowert beispielsweise keine Handelsgebühren. Weitere Strukturparameter können der Tabelle 2 entnommen werden.

4 Anforderungen an die Applikation für Prognosemärkte

Ausgehend von den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten virtueller Börsen wird in diesem Abschnitt das Fachkonzept für die VSM-Applikation beschrieben.

4.1 Technische Anforderungen

Wesentliche Kriterien für die operative Effizienz von elektronischen Märkten sind: Skalierbarkeit, Performanz, Stabilität und Sicherheit [Bass⁺03; Gomb00].

Die Forderung nach der Skalierbarkeit und Performanz der Applikation bezieht sich auf die Anzahl der laufenden virtuellen Börsen und der gleichzeitigen Han-

delstransaktionen. Daneben ist die möglichst hohe Verfügbarkeit und die Stabilität der Applikation zwingend erforderlich, um Akzeptanz und Vertrauen für die Methodik bei den Teilnehmern zu erlangen.

Die Sicherheit der Applikation vor Manipulation und unbefugtem Zugriff ist ebenfalls von hoher Bedeutung für das Vertrauen in die erzielten Ergebnisse auf einem Prognosemarkt. In unternehmensinternen virtuellen Börsen können äußerst vertrauliche und wettbewerbskritische Prognosen erstellt werden, so dass eine Sicherung von unbefugten Zugriffen unerlässlich ist [BuGo99].

4.2 Flexibilitätsanforderungen

Für den Praxiseinsatz sind in der Applikation die Spezifika verschiedener Prognoseziele der Unternehmen abzubilden, was eine hohe Flexibilität der Software voraussetzt. Eine Erweiterbarkeit der Applikation für neue Anforderungen, z. B. neue Sicherheitstechnologien oder neue Auszahlungsmechanismen für virtuelle Aktien, ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung für zukünftige Weiterentwicklungen.

Allgemeine Anforderungen

In Abbildung 2 wird das Vorgehen der konkreten Durchführung einer virtuellen Börse auf Basis der VSM-Applikation illustriert. Wie in Abschnitt 3.1 dargestellt, werden für ein konkretes Prognoseproblem die einzelnen Strukturparameter des Markt- und Experiment-Designs genau spezifiziert, anhand derer die Applikation konfiguriert wird. In vielen Szenarien, wie z. B. bei Produkttests mit Konsumenten, können mehrmalige Wiederholungen der Experimente sinnvoll sein, wobei bestimmte Strukturparameter, wie Informationstransparenz oder Preismechanismus, bei den einzelnen Iterationen variiert werden müssen. Ein weiterer Anspruch ist die Mandantenfähigkeit, um mehrere Experimente parallel mit der VSM-Applikation durchführen zu können, wie es in [SpSk04] vorgeschlagen wurde.

Außerdem kann in vielen Fällen die Integration externer Informationsquellen und Anwendungen sinnvoll sein:

- Externe Anbieter können Informationen über Prognoseobjekte als auch Auszahlungswerte einzelner Aktien zur Verfügung stellen, um den Aufwand des Betreibers zu verringern. Zusätzlich kann eine Kommunikation mit anderen elektronischen Handelssystemen zur Inanspruchnahme externer Preisfindungsalgorithmen, z. B. eine Berechnung von Auszahlungswerten oder Auktionsmechanismen über Web-Services, wünschenswert sein.
- Erforderliche individuelle Programm-Erweiterungen sollen in die bestehende VSM-Applikation integrierbar sein.

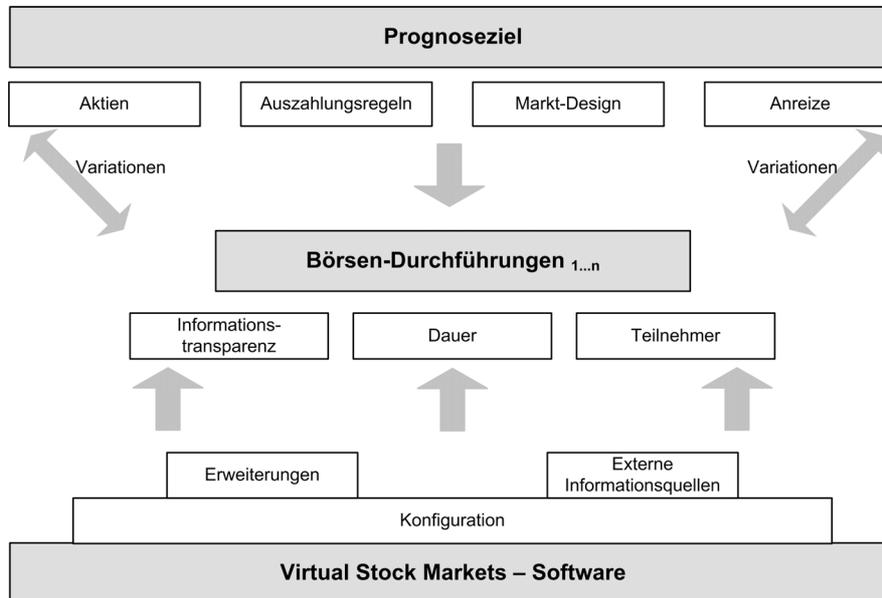


Abbildung 2: Flexibilitätserfordernisse an die Applikation

Benutzeroberflächen

Durch die Verwendung der Applikation in verschiedenen Einsatzszenarien und Unternehmen genügt es nicht, lediglich das Layout der Benutzeroberflächen an die Vorgaben des Unternehmens anpassen zu können. Muss-Kriterien sind die Mehrsprachigkeit und Flexibilität bei den Datenansichten und Eingabefeldern.

Mehrsprachigkeit der Benutzeroberflächen ist eine Grundvoraussetzung für einen internationalen Einsatz der VSM-Applikation. Sie schlägt sich in der Unterstützung länderspezifischer Datums-, Währungs- und Zahlenformate nieder.

Ein weiterer Aspekt ist die Flexibilität der darzustellenden Inhalte. Dies soll am Beispiel der Seite „Historie“ verdeutlicht werden, die die vergangenen Transaktionen des Händlers anzeigt. Zum Einen können hier in Abhängigkeit von der Benutzerrolle und der zugeordneten Informationstransparenz entweder nur die eigenen oder aber auch die fremden Handelstransaktionen an der virtuellen Börse angezeigt werden. Zum Anderen sollte der Kenntnisstand oder die Herkunft des Teilnehmers berücksichtigt werden, was sich unter anderem im Detaillierungsgrad der anzuzeigenden Informationen niederschlägt.

Die verwendeten Eingabefelder sollten sich an die gewählten Strukturparameter automatisch anpassen können. Beispielsweise gilt es, bei der Teilnehmerregistrierung zu flexibilisieren, welche Benutzerdaten im entsprechenden Kontext obligatorisch oder optional sind. Die angezeigten Eingabefelder und die Validitätsprü-

fung bei Formularen zur Order-Abgabe richten sich nach dem festgelegten Preismechanismus, gültigen Ordertypen sowie erlaubten Preis- und Mengenbeschränkungen für die jeweilige virtuelle Aktie.

Die Prognosegüte und damit der Erfolg einer virtuellen Börse ist primär davon abhängig, ob die Teilnehmer ihre Einschätzungen und Marktbeobachtungen in entsprechende Kauf- und Verkaufsaufträge umsetzen können. Da der Teilnehmerkreis virtueller Börsen nicht zwingend ausschließlich aus erfahrenen Börsenhändlern besteht, stellt dies eine Herausforderung an die Benutzerführung dar. Dies gilt insbesondere bei „Laborexperimenten“. Entscheidend für die Akzeptanz der Methodik durch die Teilnehmer ist eine möglichst einfach und übersichtlich gestaltete Benutzeroberfläche, um eine schnelle intuitive Einarbeitung mit minimalem Lernbedarf zu ermöglichen. Zudem ist eine verständliche Hilfestellung vor und während der Handelsphase unerlässlich.

Konfiguration

Um den hohen Flexibilitätsansprüchen Rechnung zu tragen, sollten alle relevanten Variationen des Markt- und Experiment-Designs in der Anwendung ohne deren Neukompilierung parametrisierbar sein. Aus Gründen der Komplexitätsreduktion ist es von Vorteil, die einzelnen Konfigurationseinstellungen zu strukturieren:

- Benutzeroberflächen: z. B. Layout, Spracheinstellungen, zusätzliche Texte
- Marktstruktur: z. B. Rahmendaten zur Aktien, Aktientypen, Händlertypen, Preismechanismus und Handelsbeschränkungen
- Informationsstruktur: Informationstransparenz und Berechtigungen
- Grunddaten: z. B. Handelsdauer, Aktien, Händler, -gruppen etc.
- Initialisierungs- und Marktregeln

Neben den statischen Konfigurationsregeln sind dynamische Initialisierungs- und Marktregeln von Bedeutung. Hierzu gehören zum Beispiel Handelsrestriktionen für einzelne Teilnehmer, die erst nach der Überschreitung eines bestimmten Portfolio- oder Marktvolumens beachtet werden müssen. Neue Teilnehmer können nach bestimmten Prinzipien verschiedene Rollen zugewiesen werden, die sich beispielsweise durch unterschiedliche Informationsmengen oder Anfangsausstattungen mit virtuellem Geld und Aktien differenzieren.

Die Konfigurationseinstellungen der virtuellen Börse sollten entweder vollständig oder partiell definierbar sein. Beispielsweise können einzelne Grunddaten erst über die entsprechenden Eingabemasken manuell gepflegt werden, während in der originären Konfiguration lediglich die Rahmendaten für das Börsen- und Experiment-Design Platz finden. Tabelle 3 führt zusammenfassend die Anforderungen an die Applikation auf.

Anforderung	Umsetzung
Erweiterbarkeit Anpassungsmöglichkeiten	Schnittstellen zur Integration externer Informationen Schnittstellen zur Integration externer Applikationen
Flexibilität der Konfiguration	Unterstützung verschiedener Markt- und Experiment-Designs Einfache Konfiguration Anpassbare Formulare
Einsatz in verschiedenen, auch internationalen Szenarien	Mehrsprachigkeit der Benutzeroberflächen Zeitzonen, Datums- und Währungsformate Layout-Anpassungen

Tabelle 3: Allgemeine Anforderungen an die Applikation

4.3 Funktionsübersicht

Abbildung 3 zeigt einen vereinfachten Aufbau der Web-Site, die sich den Börsenphasen entsprechend in den Informations-, Handels- und Abschlussbereich (grau schraffiert) gliedert. Der Administrationsbereich für den Initiator ist gestrichelt dargestellt.

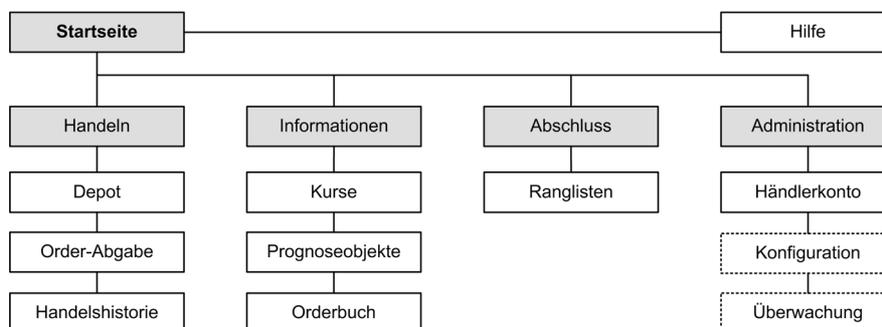


Abbildung 3: Struktur der Web-Site

Der Initiator einer virtuellen Börse übernimmt die Konfiguration, Handelsüberwachung und die allgemeinen Verwaltungsaufgaben während der Handelsphase. Die Konfiguration und Initialisierung der virtuellen Börse erfordert im Wesentlichen folgende Funktionalitäten:

- Vollständige Definition einzelner Strukturparameter
- Wiederverwendung vergangener oder vordefinierter Einstellungen

- Design-Empfehlungen und Konfigurationsassistenten zur Vermeidung von sich widersprechenden Einstellungen
- Eingabemasken für Grunddaten
- Update-Mechanismen
- ggf. Möglichkeit zum automatisierten Testen einzelner Markt-Designs

Der Initiator benötigt während der Durchführung der virtuellen Börse folgende Funktionen:

- Handelsüberwachung, Informationen über aktuelle Teilnehmer, letzte Anmeldungen und Transaktionen [Gomb00]
- Verwaltung der Grunddaten
- Auswertungsmöglichkeiten
- Benachrichtigungsfunktionen bei bestimmten Ereignissen

Zudem sollten die beschriebenen Funktionen im Administrationsbereich nach rollenspezifischen Berechtigungen für weitere Verantwortliche zugänglich sein.

5 Implementierung der Software für Prognosemärkte

Beim Design der Applikation für Prognosemärkte, die auf einer Client-/Server-Architektur basiert, gilt es, die Hauptbereiche eines elektronischen Marktes umzusetzen. In diesem Abschnitt wird zunächst die logische Systemarchitektur, unabhängig von der Programmiersprache oder des Frameworks, beschrieben. Anschließend wird beispielhaft eine Implementierung in ASP.NET vorgestellt.

5.1 Architektur der VSM-Applikation

Die zahlreichen Strukturparameter des Markt- und Experiment-Designs (Abschnitt 3), sowie die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten eines Prognosemarktes stellen die Systemarchitektur vor eine Herausforderung.

Um dem zentralen Flexibilitätsanspruch der Applikation gerecht zu werden, wird eine mehrschichtige komponentenbasierte Anwendungsarchitektur gewählt. Die Zerlegung der Gesamtsoftware in mehrere Teilsysteme erlaubt es, die Komplexität der Fragestellung zu reduzieren [Fowl03; Trow⁺03]. Unter Komponenten werden hier abgeschlossene, semantisch zusammenhängende Software-Bausteine verstanden, deren Funktionalitäten gekapselt werden und die nach außen Schnittstellen zur Verfügung stellen. Dadurch können sie leicht ausgetauscht, unabhängig von einander gewartet und weiter entwickelt werden [Löwy03; RaTu01].

Abbildung 4 stellt die einzelnen logischen Schichten der VSM-Applikation dar. Im ersten Schritt kann zwischen den Teilsystemen *User Interfaces*, *Presentation Logic*, *Business Logic*, *Services* und *Information Sources* differenziert werden. Ein Teilsystem verwendet die Dienste des darunter liegenden Teilsystems und stellt dem oben liegenden Teilsystem eigene Dienste bereit.

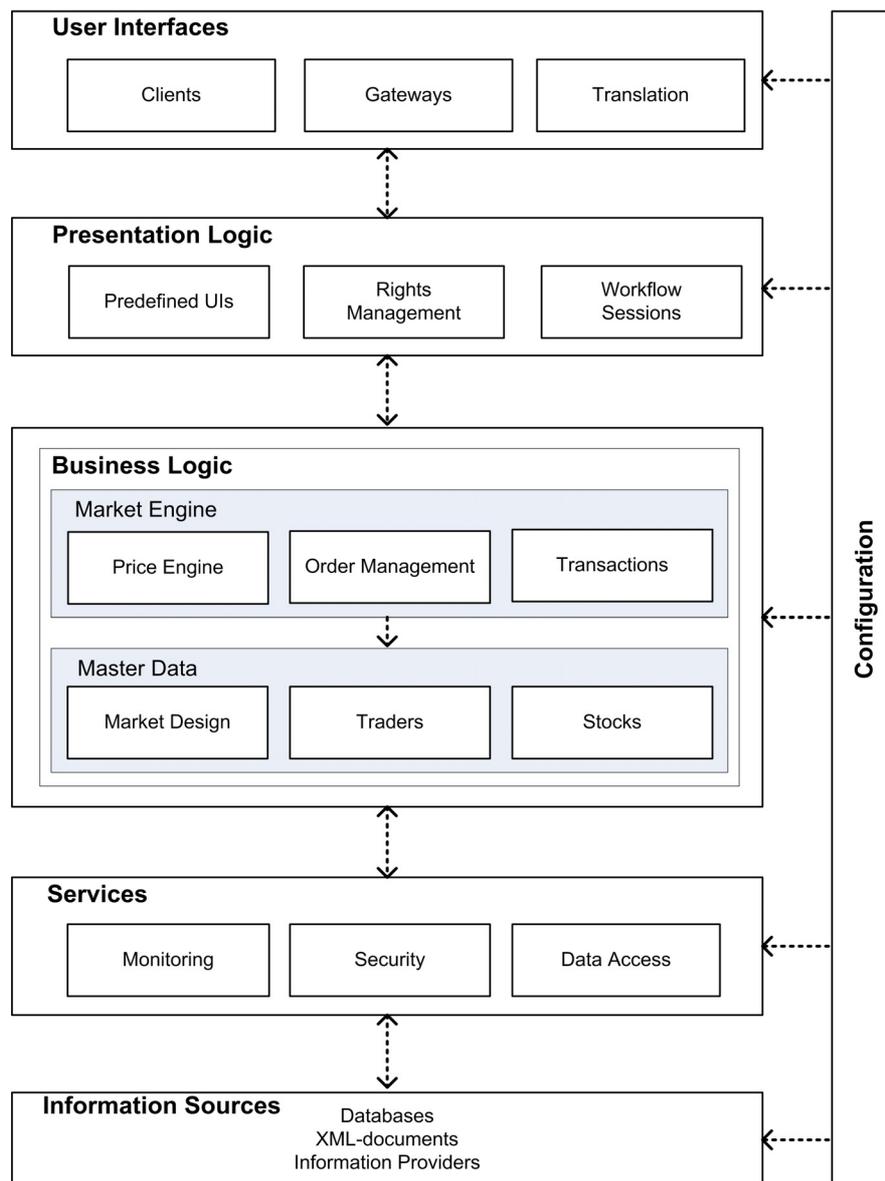


Abbildung 4: Software-Architektur für Prognosemärkte

Die Präsentationsschicht *User Interfaces* generiert nicht nur die mehrsprachige, personalisierte web-basierte Benutzeroberfläche für den entsprechenden Teilnehmer, sondern stellt auch Schnittstellen für externe Zugriffe zur Verfügung. Die Trennung der Präsentationsschicht von der Ablauflogik erlaubt es, die Benutzeroberflächen an das entsprechende Oberflächendesign anzupassen. Für die Darstellung der dynamischen Inhalte (z. B. Portfolioübersicht) werden einheitliche Platzhalter verwendet, deren Inhalte durch das darunter liegende Teilsystem verwaltet werden.

Die Aufgabe des Teilsystems *Presentation Logic* ist die Aufbereitung der Daten für die Präsentationsschicht. Hier werden die Benutzer-Sessions und die Dialog-Steuerung verwaltet. Die vordefinierten Ansichten, beispielsweise „Offene Order“, werden entsprechend den Zugriffsberechtigungen, dem Grad der Informationstransparenz oder der Detailtiefe für die jeweilige Anfrage vorbereitet und an die Präsentationsschicht übergeben. Da diese Aufgabe eng mit dem Teilsystem *Master Data* aus der Anwendungsschicht verknüpft ist, kann dies nicht erst in der Präsentationsschicht erfolgen.

Das Teilsystem *Business Logic* lässt sich in zwei Gruppen unterteilen: Teilsysteme zur Koordination der Marktprozesse (*Market Engine*) und zur Grunddatenverwaltung (*Master Data*).

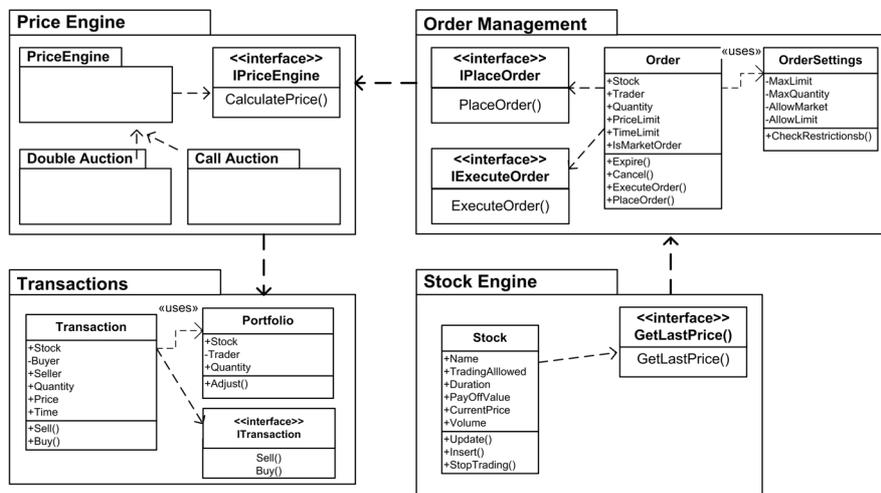


Abbildung 5: Vereinfachte Darstellung des Teilsystems *Market Engine*

Abbildung 5 zeigt einen vereinfachten Ausschnitt aus dem Teilsystem *Market Engine*. In der Komponente *Price Engine* sind diverse Preisfindungsalgorithmen hinterlegt. In der Komponente *Order Management* werden die eingehenden Orders verwaltet und auf ihre Ausführbarkeit entsprechend den definierten Restriktionen

kontrolliert. Um neue oder auch externe Preisfindungsmechanismen in die Applikation integrieren zu können, ist die Order-Komponente von der Preisfindungskomponente getrennt. Die Komponente *Transactions* protokolliert die zustande gekommenen Kontrakte und passt die Aktienpositionen in den Händlerportfolios an. Die einzelnen Komponenten kommunizieren über vordefinierte Schnittstellen miteinander, so dass die Änderung in einer Komponente keine Auswirkungen auf die anderen mit sich bringt. Die Schnittstellenanzahl sollte allerdings möglichst gering gehalten werden [Fowl03].

Das Teilsystem *Master Data* verwaltet die Business-Objekte, wie Händler, Aktien, Aktienkategorien, allgemeine Börsendaten oder Markt-Regeln.

Die Aufgabe des Teilsystems *Services* ist die Bereitstellung allgemeiner Dienste für die *Business Logic*. Hier werden die Schnittstellen zu internen und externen Informationsquellen (Datenbanken oder XML-Dokumente) und die Sicherheitsmechanismen implementiert. Die Überwachungskomponente *Monitoring* kontrolliert den Börsenhandel und protokolliert alle Benutzeraktionen und Markttransaktionen für spätere Auswertungen. Hier werden beispielsweise die Gültigkeit einer zeitlich limitierten Order oder die Ausführung einer Stop-Loss-Order oder einer offenen Limit-Order geprüft. Ein E-Mail-Versand erlaubt es, die Teilnehmer oder den Administrator über bestimmte Ereignisse zu informieren. Zu diesem Zweck sollte die Überwachungskomponente als ein permanenter Dienst auf dem Applikations- bzw. Web-Server installiert sein.

Die *Konfigurationsschicht* verwaltet die gewählten Strukturparameter der virtuellen Börse in die VSM-Applikation. Die Konfigurationseinstellungen werden in einem XML-Dokument gespeichert. Wichtige Einstellungen zur Marktstruktur werden aus Performanzüberlegungen in die Datenbank übernommen oder in die Applikation kompiliert.

5.2 Implementierung

Als Plattform für die VSM-Applikation wurde das ASP.NET-Framework von Microsoft gewählt. Ein großer Vorteil ist, dass auf die umfangreiche .NET-Klassenbibliothek (.NET Framework Class Library, FCL) zurückgegriffen werden kann, die unter anderem native Unterstützungen für XML-Verarbeitungen, XSL-Transformationen oder Web-Services anbietet [Dray⁺03; Rich02]. Im Gegensatz zu Java-Anwendungen ist die Interoperabilität mehrerer Programmiersprachen auf einer Entwicklungsplattform möglich. Mit Hilfe der Open-Source-Implementierung Mono (www.go-mono.com) ist es auch möglich, .NET-Anwendungen unter Linux und Apache einzusetzen.

Die VSM-Applikation wird in C# programmiert, das erstmals 2000 offiziell vorgestellt wurde [Löwy03]. C# zeichnet sich durch seine Leistungsfähigkeit aus, da es die objektorientierten Konzepte und wesentlichen Abstraktionen von Java und

C++ unterstützt und weiterführt [Alba00]. Abbildung 6 zeigt die derzeitige VSM-Applikation im Handelsmodus.

Eine wichtige Neuerung des .NET-Frameworks ist das neue Komponentenmodell, das die Komplexität von COM-Komponenten überwindet [Pohm03]. .NET-Komponenten bieten zahlreiche Vorteile, wie integrierte Versionsverwaltung, Programmiersprachenunabhängigkeit und vereinfachter Einsatz in verteilten Systemen [Burk00; Groh02]. Visual Studio .NET stellt Werkzeuge zur Verfügung, um die Komponenten zur Entwurfszeit bearbeiten zu können [Pohm03]. Eine große Stärke sind die mächtigen Interface- und Delegates-Konzepte in C#, die die Implementierung der Schnittstellen und Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten erleichtern [Libe03].

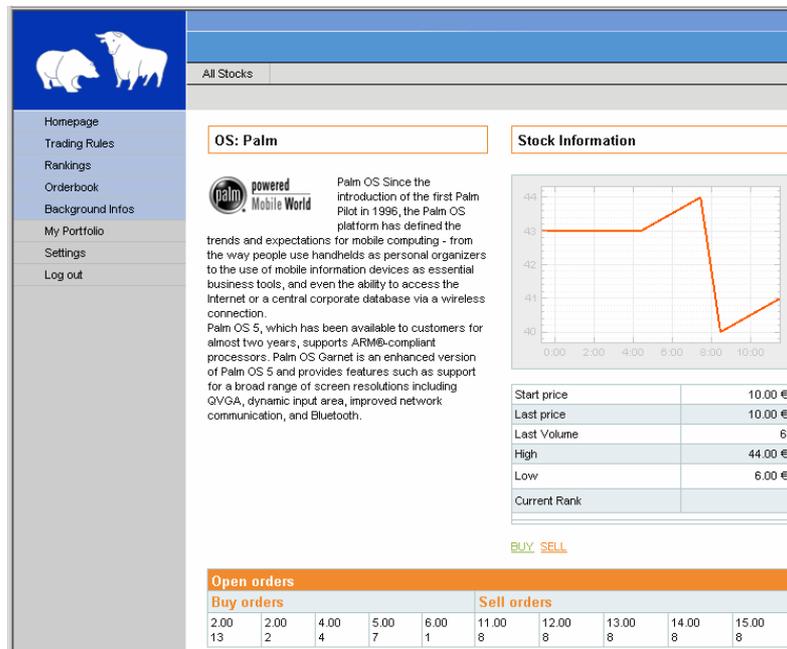


Abbildung 6: Benutzeroberfläche der Software (www.virtualstockmarkets.com)

Die Komponenten für den Datenbankzugriff wurden aufbauend auf der von Microsoft Corp. erhältlichen Komponente „Data Access Application Block for .NET“ [Broo⁺02] programmiert, die optimierte Zugriffe über ADO.NET (ActiveX Data Objects.NET) auf den Microsoft SQL Server implementieren. ADO.NET ist die neue universelle sprachunabhängige Schnittstelle für Zugriffe auf verschiedene relationale Datenbanken. Die Datenhaltung ist zustandslos, so dass die abgefragten Daten der Applikation „lokal“ zur Verfügung gestellt werden. Durch die integrierte XML-Unterstützung können sie auch mit den Möglichkeiten von XML verarbeitet werden [LuRo02].

6 Fazit

Virtuelle Börsen sind ein neues innovatives Prognoseinstrument. Der verwendete Preismechanismus bietet den Vorteil, dass hier unterschiedliche Meinungen der Teilnehmer objektiv aggregiert werden können. Es besteht eine Vielzahl an unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten in der betriebswirtschaftlichen Praxis, überall dort wo Informationsprobleme zu lösen sind. Die unterschiedlichen Prognoseziele erfordern verschiedene Strukturparameter beim Markt- und Experiment-Design. Durch die umgesetzten Schnittstellen und Mandantenfähigkeit erlaubt die vorgestellte VSM-Applikation, in Experimenten oder Feldstudien zu untersuchen, welchen Einfluss die einzelnen Strukturparameter, wie Markt-Design, Auszahlungs- und Preisfindungsmechanismen, auf die Prognosegüte einer virtuellen Börse haben. Die vorgestellte Software-Architektur bietet durch den modularen Aufbau die gewünschte Flexibilität für den breiten Einsatz in der Praxis zur Lösung von betriebswirtschaftlichen Prognoseproblemen.

Literatur

- [Alba00] Albahari, B.: A Comparative Overview of C#. http://genamics.com/developer/csharp_comparative.htm, 2000, Abruf am 2004-07-01.
- [Ba⁺01] Ba, S.; Stallaert, J.; Whinston, A. B.: Optimal Investment in Knowledge Within a Firm Using a Market Mechanism. *Management Science* 47, 2001, S. 1203-1219.
- [Bako98] Bakos, Y.: The Emerging Role of Electronic Marketplaces on the Internet. *Communications of the ACM* 41, 1998, S. 35-42.
- [Bass⁺03] Bass, L.; Clements, P.; Kazman, R.: *Software Architecture in Practice*. Addison-Wesley Professional: Boston, MA, 2003.
- [Berl01] Berlemann, M.: *Forecasting Inflation via Electronic Markets. Results form a Prototype Experiment*. Dresden University of Technology: Dresden, 2001.
- [BeSc01] Berlemann, M.; Schmidt, C.: *Predictive Accuracy of Political Stock Markets. Empirical Evidence from an European Perspective*. Dresden University of Technology: Dresden, 2001.
- [Broo⁺02] Brooks, C.; Malcolm, G.; Mackman, A.; Jezierski, E.; Hogg, J.; Gonzalez, D.; Cibraro, P.; Cantore, J.: *Data Access Application Block for .NET*. <http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dnbda/html/daab-rm.asp>, 2002, Abruf am 2004-07-01.
- [Brüg99] Brügge Lambert, G.: *Institutionen als Informationsträger: Erfahrungen mit Wahlbörsen*. Metropolis-Verlag: Marburg, 1999.
- [BuGo99] Budimir, M.; Gomber, P.: Dynamische Marktmodelle im elektronischen Wertpapierhandel. *Wirtschaftsinformatik* 41, 1999, S. 218-225.

- [Burk00] Burke, S.: Creating Designable Components for Microsoft Visual Studio .NET. http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dndotnet/html/pdc_vsdescmp.asp, 2000, Abruf am 2004-07-01.
- [Chan⁺02] Chan, N. T.; Dahan, E.; Kim, A.; Lo, A. W.; Poggio, T.: Securities Trading of Concepts (STOC). Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, MA, 2002.
- [Dray⁺03] Drayton, P.; Albahari, B.; Neuward, T.: C# in a Nutshell. O'Reilly & Associates: Sebastopol, CA, 2003.
- [Elia⁺00] Eliashberg, J.; Jonker, J.-J.; Sawhney, M. S.; Wierenga, B.: MOVIEMOD: An Implementable Decision-Support System for Prerelease Market Evaluation of Motion Pictures. *Marketing Science* 19, 2000, S. 226-243.
- [ElGr95] Elton, E. J.; Gruber, M. J.: *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. Wiley: New York, 1995.
- [Fama70] Fama, E. F.: Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance* 25, 1970, S. 383-417.
- [Fama91] Fama, E. F.: Efficient Capital Markets: II. *Journal of Finance* 46, 1991, S. 1575-1617.
- [Fish⁺94] Fisher, M. L.; Hammond, J. H.; Obermeyer, W. R.; Raman, A.: Making Supply Meet Demand in an Uncertain World. *Harvard Business Review* 72 (May-June), 1994, S. 83-93.
- [Fors⁺92] Forsythe, R.; Nelson, F.; Neumann, G. R.; Wright, J.: Anatomy of an Experimental Political Stock Market. *American Economic Review* 82, 1992, S. 1142-1161.
- [Fors⁺99] Forsythe, R.; Rietz, T. A.; Ross, T. W.: Wishes, Expectations and Actions: A Survey on Price Formation in Election Stock Markets. *Journal of Economic Behavior & Organization* 39, 1999, S. 83-110.
- [Fowl03] Fowler, M.: *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley: Boston, MA, 2003.
- [Gerk⁺95] Gerke, W.; Bienert, H.; Schroeder-Wildber, U.: Orderbuchtransparenz bei homogenem Informationsangebot - eine experimentelle Untersuchung. *Kredit und Kapital* 28, 1995, S. 227-269.
- [Gomb00] Gomber, P.: *Elektronische Handelssysteme. Innovative Konzepte und Technologien im Wertpapierhandel*. Physica-Verlag: Heidelberg, 2000.
- [Groh02] Groh, M.: Creating Components in .NET. Upgrading to Microsoft .NET. <http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dndotnet/html/componentsnet.asp>, 2002, Abruf am 2004-07-01.
- [Gruc00] Gruca, T.: The IEM Movie Box Office Market Integrating Marketing and Finance using Electronic Markets. *Journal of Marketing Education* 22, 2000, S. 5-14.
- [Haye45] Hayek, F. A. v.: The Use of Knowledge in Society. *American Economic Review* 35, 1945, S. 519-530.

- [Holt⁺03] Holtmann, C.; Neumann, D.; Weinhardt, C.: Market Engineering as a Holistic Approach. Universität Karlsruhe (TH), 2003.
- [Huls03] Hulse, C.: Pentagon Prepares a Futures Market on Terror Attacks. The New York Times. 2003-07-29.
- [Libe03] Liberty, J.: Programming C#. O'Reilly & Associates: Sebastopol, CA, 2003.
- [Lind00] Lindemann, M. A.: Struktur und Effizienz elektronischer Märkte. Josef Eul Verlag: Lohmar, 2000.
- [Löwy03] Löwy, J.: Programming .NET Components. O'Reilly & Associates: Sebastopol, CA, 2003.
- [LuRo02] Lu, D.; Rothaus, D.: Best Practices for Using ADO.NET.
<http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dnadonet/html/adonetbest.asp>, 2002, Abruf am 2004-07-01.
- [Madh92] Madhavan, A.: Trading Mechanisms in Securities Markets. Journal of Finance 47, 1992, S. 607-641.
- [Malo⁺87] Malone, T. W.; Yates, J.; Benjamin, R. I.: Electronic Markets and Electronic Hierarchies: Effect of Information Technology on Market Structure and Corporate Strategies. Communications of the ACM 30, 1987, S. 484-497.
- [Müll⁺02] Müller, R. M.; Spiliopoulou, M.; Lenz, H.-J.: Expertenrat in E-Marketplaces. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 223, 2002, S. 38-48.
- [Ortn98] Ortner, G.: Forecasting Markets - An Industrial Application. Universität Wien, 1998.
- [Plot00] Plott, C. R.: Markets as Information Gathering Tools. Southern Economic Journal 67, 2000, S. 1-15.
- [Pohm03] Pohmann, P.: Das .NET-Komponentenmodell. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 230, 2003, S. 48-56.
- [RaTu01] Rautenstrauch, C.; Turowski, K.: Common Business Component Model (COBCOM): Generelles Modell komponentenbasierter Anwendungssysteme. Information Age Economy. 5. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Augsburg, 2001, S. 681-695.
- [Rich02] Richter, J.: Applied Microsoft .NET Framework Programming. Microsoft Press: Redmond, WA, 2002.
- [Roth02] Roth, A. E.: The Economist as Engineer: Game Theory, Experimentation, and Computation as Tools for Design Economics. Econometrica 70, 2002, S. 1341-1378.
- [Schm93] Schmid, B.: Elektronische Märkte. Wirtschaftsinformatik 1993, S. 465-480.
- [Smit⁺88] Smith, V. L.; Suchanek, G. L.; Williams, A. W.: Bubbles, Crashes and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets. Econometrica 56, 1988, S. 1119-1151.
- [Span02] Spann, M.: Virtuelle Börsen als Instrument zur Marktforschung. Gabler Verlag: Wiesbaden, 2002.

-
- [SpSk03] Spann, M.; Skiera, B.: Internet-Based Virtual Stock Markets for Business Forecasting. *Management Science* 49, 2003, S. 1310-1326.
- [SpSk04] Spann, M.; Skiera, B.: Einsatzmöglichkeiten virtueller Börsen in der Marktforschung. *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 74, 2004, S. ? (erscheint demnächst).
- [Trow⁺03] Trowbridge, D.; Mancini, D.; Quick, D.; Hohpe, G.; Newkirk, J.; Lavigne, D.: *Enterprise Solution Patterns Using Microsoft .NET. Version 2.0. Patterns & Practices*. Microsoft Press: Redmond, WA, 2003.
- [Wahr98] Wahrenburg, M.: Mikrostrukturanalyse eines experimentellen Aktienmarktes. In: Weinhardt, C.; Meyer zu Selhausen, H.; Morlock, M. (Hrsg): *Informationssysteme in der Finanzwirtschaft*. Springer: Berlin, 1998, S. 207-234.
- [Wein⁺03] Weinhardt, C.; Holtmann, C.; Neumann, D.: *Market-Engineering*. *Wirtschaftsinformatik* 45, 2003, S. 635-640.
- [Xetr01] Xetra: Xetra. *Market Model Stock Trading*. Deutsche Börse AG: Frankfurt am Main, 2001.