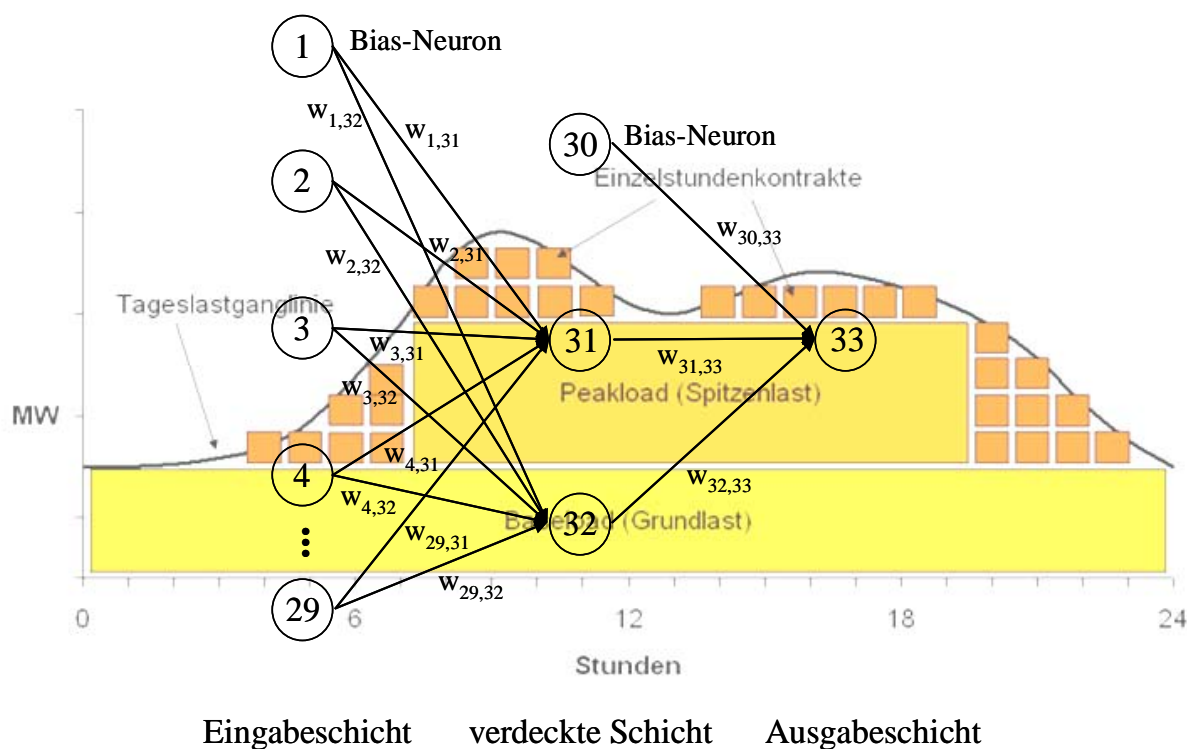


## Prognose und Handel von Derivaten auf Strom mit Künstlichen Neuronalen Netzen

Horst-Oliver Hofmann<sup>2</sup>, Hans-Jörg von Mettenheim<sup>3</sup>  
und Michael H. Breitner<sup>4</sup>



<sup>1</sup> Kopien oder eine PDF-Datei sind auf Anfrage erhältlich: Institut für Wirtschaftsinformatik, Leibniz Universität Hannover, Königsworther Platz 1, 30167 Hannover ([www.iwi.uni-hannover.de](http://www.iwi.uni-hannover.de)).

<sup>2</sup> Student der Wirtschaftswissenschaften an der Leibniz Universität Hannover ([hofmann@web.de](mailto:hofmann@web.de)).

<sup>3</sup> Diplom-Mathematiker, Diplom-Ökonom und Doktorand, Institut für Wirtschaftsinformatik ([mettenheim@iwi.uni-hannover.de](mailto:mettenheim@iwi.uni-hannover.de)).

<sup>4</sup> Professor für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre und Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik ([breitner@iwi.uni-hannover.de](mailto:breitner@iwi.uni-hannover.de)).

## **Inhaltsverzeichnis**

- 1 Einleitung
- 2 Die Strombörse und ihr Umfeld
  - 2.1 Der Strommarkt mit Fokus auf Marktbesonderheiten und Handel
  - 2.2 Grundlagen von Terminbörsen: Konzept, Produkte und Handel
  - 2.3 Die EEX - Handelsplatz im europäischen Energiehandel
- 3 Programme zur Rohdatenverarbeitung, Prognose und Handelssimulation
- 4 Training und Test neuronaler Netze zum Einsatz an der EEX
  - 4.1 Neuronale Netze: Grundlagen und Ressourcen
  - 4.2 Topologiesuche und Training
  - 4.3 Preisprognose für Phelix-Futures
  - 4.4 Handelssimulation - Verwendung von Transaktionskosten und Filtern
- 5 Abschluss

## **Abstract**

Der Handel von Derivaten auf Strom wurde durch die Öffnung des Strommarktes in Deutschland und die Etablierung einer Börse für den Handel von Strom und Derivaten auf Strom möglich. Der Handel von Derivaten ist, da es sich um einen Terminhandel handelt, dem Bereich der Finanzmärkte zuzuordnen.

Die Finanzmärkte werden von unterschiedlichen Faktoren aus den Bereichen Wirtschaft, Politik und Psychologie beeinflusst. Die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung sind dabei oft nicht einsehbar. Deshalb stellt sich die Frage, ob Prognosen über Finanzmarktentwicklungen möglich sind, so dass ein Engagement am Markt verbessert werden kann.

Eine Möglichkeit zur Erstellung von Prognosen liegt im Bereich der künstlichen Intelligenz, speziell bei künstlichen neuronalen Netzen.

Dieses Paper soll einen Einblick in den Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen im Handel von Futures an der European Energy Exchange geben. Dazu wird zu Beginn kurz auf Strommarkt und Strombörse eingegangen. Anschließend werden Ein- und Ausgabevariablen und die Topologiesuche für die verwendeten Netze vorgestellt. Die Netze werden schließlich zur Preisprognose und im simulierten Handel eingesetzt. Abschließend werden anhand der Ergebnisse Empfehlungen zum Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen an Terminmärkten gegeben.

## **1 Einleitung**

Die Finanzmärkte werden von unterschiedlichen Faktoren aus den Bereichen Wirtschaft, Politik und Psychologie beeinflusst. Die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung sind dabei oft nicht einsehbar.<sup>1</sup> Deshalb stellt sich die Frage, ob Prognosen über Finanzmarktentwicklungen möglich sind, sodass ein Engagement am Markt verbessert werden kann. Insbesondere stellt sich die Frage auch deshalb, weil professionelle und auch private Investoren an den Terminmärkten vermehrt auf automatisierten Handel setzen.<sup>2</sup> Somit wird in Zukunft der Investor die besten Geschäfte machen, der über ein gutes Handelssystem verfügt, das die Positionen im richtigen Moment öffnet bzw. glatt stellt. Sind gute Prognosen möglich, sollten diese

---

<sup>1</sup> Ripper, 2000, S. 31.

<sup>2</sup> DMG, 2009, S. 7.

mit einem automatisierten Handelssystem kombiniert werden, um einen Vorteil gegenüber den anderen Marktteilnehmern zu erzielen.

Eine Möglichkeit zur Erstellung von Prognosen liegt im Bereich der künstlichen Intelligenz. In diesem Rahmen wird bereits seit längerem versucht Gehirnstrukturen mit dem Computer nachzubilden. So entstand unter anderem der Ansatz der künstlichen neuronalen Netze. Durch beispielhafte Ein-Ausgabedatensätze sind sie in der Lage Muster zu erlernen.<sup>3</sup> Ist das Netz erst einmal trainiert, kann es trotz verrauschten oder nicht vollständigen Eingabewerten die korrekten Ausgabedaten erzeugen.<sup>4</sup> Dies scheint für Handelssysteme sehr vorteilhaft zu sein.

Da sich die Finanzmärkte, gerade nach der Öffnung der Energiemärkte, um den Energie- und Emissionshandel erweitert haben, erscheint es interessant, den automatisierten Handel auch dort auszuprobieren und damit spekulativ zu handeln, wo bislang hauptsächlich Preisabsicherungsgeschäfte betrieben werden. Die European Energy Exchange (EEX) in Leipzig bietet in ihrem Strombereich neben einem Spot-Markt für Strom auch einen entsprechenden Derivatehandel an, für den unter Einsatz neuronaler Netze Preisprognosen erstellt werden und der Handel simuliert wird.

Dazu wird im zweiten Kapitel die theoretische Basis der interessierenden Märkte gelegt. Zuerst wird der Strommarkt in Deutschland vorgestellt. Anschließend wird auf Terminmärkte eingegangen. Abschließend wird die European Energy Exchange, die größte deutsche Strombörse fokussiert.

Im dritten Kapitel werden die speziell erstellten Programme zur Rohdatenverarbeitung, Preisprognose und zur Handelssimulation vorgestellt.

Das vierte Kapitel beschäftigt sich mit der Auswahl, der Ein- und Ausgabevariablen der neuronalen Netze, der Topologiesuche und schließlich mit der Anwendung der Netze zur Prognose und im Handel.

Abschließend gibt das fünfte Kapitel Empfehlungen aufgrund der im vierten Kapitel gesammelten Erfahrungen.

## 2 Die Strombörse und ihr Umfeld

### 2.1 Der Strommarkt mit Fokus auf Marktbesonderheiten und Handel

Elektrizität bzw. elektrische Leistung, im allgemeinen Sprachgebrauch fälschlicherweise als „**Strom**“ bezeichnet, ist eine Energieform. Andere sind z. B. Licht und Wärme. Elektrizität hat den Vorteil, dass sie leicht transportiert und in andere Formen umgewandelt werden kann,<sup>5</sup> außerdem ist sie homogen. Diese Vorteile machen sie marktfähig. Nachteilig ist, dass Strom leitungsgebunden ist und nur schlecht gelagert werden kann. Die **Homogenität** drückt sich dadurch aus, dass nach der Produktion der Strom immer die gleichen Eigenschaften besitzt, in verschiedene Spannungen und Frequenzen transformiert und auch nicht zurückverfolgt werden kann, welchem Primärenergieträger, wie Kohle, Sonne, Wind usw., er entspringt. Durch die **Leitungsgebundenheit**, ähnlich dem Trinkwasser, müssen Erzeuger und Verbraucher über eine Leitung verbunden sein. Daraus folgt, dass Strom nicht beliebig zur Verfügung steht und die Kapazität von Leitungen eine Engstelle bildet. Auch die **Lagerung** von Strom ist schwierig. Bisher können nur

---

<sup>3</sup> Ripper, 2000, S. 6.

<sup>4</sup> Breitner, 2003, S. 113.

<sup>5</sup> Senner, 1965, S. 5.

Abschließend soll geschaut werden, wie die **Erwartungen** über das Netz und den Einsatz von Transaktionskosten und Filtern erfüllt werden.

Nach Einführung von Transaktionskosten sollte der Annualised Return zurückgehen, da sich der Preis erhöhte und folglich weniger Positionen eingegangen würden. Die Transaktionskosten sind aber so gering, dass sie kaum Auswirkungen auf die Kennzahlen haben.

Weiterhin wurde erwartet, dass sich durch einen Threshold-Filter der Annualised Return trotz weniger Positionen ansteigt, da verlustreiche Positionen durch die Schwelle vermieden werden. Es ist richtig, dass sich durch den Threshold-Filter die eingegangenen Positionen in Abhängigkeit von der Höhe der Schwelle reduzieren. In der vorliegenden Simulation wurde die Erwartung jedoch nur durch die Short-Strategie erfüllt. Die Long-Short-Strategie wurde sogar nachteilig beeinflusst. Es sollte folglich genau überlegt werden, wie hoch in einem praktischen Einsatz die Schwelle gesetzt wird.

Außerdem wurde erwartet, dass nach Einführung des Confirmation-Filters, bedingt durch den Abgleich der Signale von neuronalem Netz und Indikator, weniger Positionen eingenommen werden würden. Daraus sollte ein geringerer Annualised Return aber auch ein geringerer Maximum Drawdown folgen. Diese drei Erwartungen sind entsprechend eingetroffen. Der Confirmation-Filter erhöht aber auch die Volatilität, also das Risiko. Ein Einsatz wäre folglich in der Praxis gut abzuwägen. Zum Verhalten des Netzes lässt sich abschließend feststellen, dass es immer mindestens eine Strategie gibt, die besser ist als die naive Strategie, d. h. das Netz kann immer die naive Strategie schlagen.

## **5. Abschluss**

Wie sich in der Betrachtung von Terminmärkten und dem deutschen Strommarkt zeigt, werden die Preise durch eine Reihe von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Vor allem durch die Komplexität und die nichtlinearen Zusammenhänge ist es sehr schwierig, hier ein Modell zur Prognose von Preisen zu erstellen. Durch ihre Fähigkeiten zur Mustererkennung, auch bei nichtlinearen Zusammenhängen, stellen neuronale Netze hier eine große Chance dar.

Das Paper hat gezeigt, dass neuronale Netze grundsätzlich für Prognose und Handel am Terminmarkt eingesetzt werden können. Jedoch muss angemerkt werden, dass das richtige Fingerspitzengefühl für die Auswahl der Eingabeparameter der neuronalen Netze erforderlich ist. Außerdem muss der Markt liquide sein, damit genug Datenmaterial für Training und Auswahl der neuronalen Netze zur Verfügung steht.

Außerdem sollte bereits im Vorfeld des Trainings genau feststehen, wie ein neuronales Netz später eingesetzt werden soll. Ist der Einsatzbereich bekannt, können spezifische Kennzahlen zur Bewertung der Netze und für spätere Tests herangezogen werden. Dadurch lässt sich das Netz besser in die richtige Richtung trainieren.

Neben dem reinen Einsatz von neuronalen Netzen im Handel, hat sich auch ein Einsatz von Filtern zur Ergebnisverbesserung bewährt. Es kommt dabei aber auf die Auswahl und Gestaltung der Filter an.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass gemischte Strategien mit Vorsicht einzusetzen sind, da sie durch häufigen Positionswechsel den Gewinn tilgen können.

Auch erscheint es als sinnvoll, vor dem praktischen Einsatz einen Test der Netze auf den Out-of-Sample Daten durchzuführen, um einen besseren Eindruck der Praxistauglichkeit zu erhalten.

Insgesamt sind neuronale Netze ein sehr interessantes Gebiet. Vor allem durch den zunehmenden automatisierten Handel durch professionelle wie auch private Anleger, werden wohl die Ergebnisse zukünftig noch verbessert werden können. Der automatisierte Handel erfolgt rational anhand der hinterlegten Strategie. Dies erzeugt klarere Muster am Markt.

Es bleibt jedoch anzumerken, dass auch bei guten Testergebnissen der Netze keine dauerhaft guten Ergebnisse am Markt erzielt werden müssen, da die Netze auf die historisch gegebenen Ursache-Wirkungsbeziehungen trainiert sind. Durch die unzähligen Einflüsse am Markt können sich über die Zeit Veränderungen ergeben, die das Netz nicht in seinen Strukturen berücksichtigt. So muss vor allem beim Einsatz in automatischen Handelssystemen ständig überprüft werden, ob das Netz noch optimal arbeitet oder ob ein neues Netz trainiert werden sollte.

Richtig trainiert, in Kombination mit einem abgestimmten Filter eingesetzt, sollten sich jedoch durch den Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen bessere Geschäfte erzielen lassen, als durch menschliches nicht immer rationales Handeln am Markt.

## Literatur

**Abdel-Aal, R. E. (2007):** Univariate modeling and forecasting of monthly energy demand time series using abductive and neural networks. In: Computers & Industrial Engineering, Vol.54, 2008, S. 903-917.

**Bauchmüller, M. (2008):** Energie als Ware. Verschiedenste Faktoren bestimmen die Preisentwicklung. [http://www.bpb.de/themen/TQFY27,0,0,Energie\\_als\\_Ware.html](http://www.bpb.de/themen/TQFY27,0,0,Energie_als_Ware.html). Erstelldatum: 05.09.2008, Druckdatum: 17.05.2009.

**Bode, S., Groscurth, H. (2006):** Zur Wirkung des EEG auf den „Strompreis“. HWWA Discussion Paper 348. Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA), Hamburg, 2006.

**Borgmann, E. (2004):** Preisrisikomanagement im liberalisierten deutschen Strommarkt. Dissertation. Freiberg, 2004.

**Breitner, M. H. (2003):** Nichtlineare, multivariate Approximation mit Perceptrons und anderen Funktionen auf verschiedenen Hochleistungsrechnern. Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH, Berlin, 2003.

**Breitner, M. H. (2007):** Operations Research II. Fortgeschrittene Methoden der Wirtschaftsinformatik II. Folien zur Vorlesung am 23.05.2007, Hannover, 2007.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009):** Energiemix – Hintergrundwissen. Welche Stromunternehmen gibt es? <http://www.energie-verstehen.de/Energieportal/Navigation/energiemix,did=249938.html>. Druckdatum: 10.08.2009.

**comdirect Akademie (2009):** Besonderheiten bei Futures. [http://www.comdirect.de/pbl/cms/cms/training/pages/bereiche/bereich02/kapitel05/cori0888\\_ca\\_bb Futures.html](http://www.comdirect.de/pbl/cms/cms/training/pages/bereiche/bereich02/kapitel05/cori0888_ca_bb Futures.html). Druckdatum: 10.08.2009.

**Deutscher Wetterdienst (2009a):** Ausgabe der Klimadaten: Tageswerte. 10338 Hannover-Langenhagen. [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_start&T3200039671164966383319gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadatenzentren%2FNKDZ%2Fkldaten\\_akt%2Fausgabe\\_tageswerte\\_\\_node.html\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_start&T3200039671164966383319gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadatenzentren%2FNKDZ%2Fkldaten_akt%2Fausgabe_tageswerte__node.html__nnn%3Dtrue). Erstelldatum: 11.08.2009, Druckdatum: 11.08.2009.

**Deutscher Wetterdienst (2009b):** Elemente für die Tageswerte. Erklärung der Klima-elemente und Berechnungsvorschriften. [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=dwdwww\\_start&T3200039671164966383319gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadatenzentren%2FNKDZ%2Fkldaten\\_akt%2Felemente\\_tageswerte\\_\\_node.html\\_\\_nnn%3Dtrue](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_start&T3200039671164966383319gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadatenzentren%2FNKDZ%2Fkldaten_akt%2Felemente_tageswerte__node.html__nnn%3Dtrue). Druckdatum: 11.08.2009.

**DMG Derivate Magazin GmbH (2009):** Automatische Gewinne. In: !DERIVATE MAGAZIN Erfolgreich in Derivate investieren!, 1 (2009), S. 6-18.

**Dunis, C. L. u.a. (2008):** Higher Order and Recurrent Neural Architectures for Trading the EUR/USD Exchange Rate. Working Paper, Centre for International Banking Economics & Finance (CIBEF), Liverpool, 2008.

**Dunis, C. L. u.a. (2009):** Modeling and Trading the Realised Volatility of the FTSE100 Futures with Higher Order Neural Networks. Working Paper, Centre for International Banking Economics & Finance (CIBEF), Liverpool, 2009.

**Europäische Kommission (2008):** ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION vom 26 XI 2008 in einem Verfahren nach Artikel 82 EG-Vertrag und Artikel 54 EWR-Abkommen (Sachen COMP/39.388 – Deutscher Stromgroßhandelsmarkt und COMP/39.389 – Deutscher Regelenergiemarkt). [http://ec.europa.eu/competition/antitrust/cases/index/by\\_nr\\_78.html#i39\\_388](http://ec.europa.eu/competition/antitrust/cases/index/by_nr_78.html#i39_388). Brüssel, 2008.

**European Energy Exchange AG (2008a):** EEX Produktbroschüre Strom. Version 001D. [http://www.eex.com/de/document/4429/Konzept\\_Strom\\_Release\\_01C.pdf](http://www.eex.com/de/document/4429/Konzept_Strom_Release_01C.pdf). Leipzig, 2008.

**European Energy Exchange AG (2008b):** Übersicht über Entgelte. <http://www.eex.com/de/document/32777>. Leipzig, 2008.

**European Energy Exchange AG (2009a):** ÜBER EEX. <http://www.eex.com/de/Presse/%C3%9Cber%20EEX>. Druckdatum: 18.05.2009.

**European Energy Exchange AG (2009b):** GRUNDLAGEN DES BÖRSENBETREBES. <http://www.eex.com/de/EEX/B%C3%B6rse/Grundlagen%20des%20B%C3%B6rsenbetriebs>. Druckdatum: 18.05.2009.

**European Energy Exchange AG (2009c):** EEX CHARTA. <http://www.eex.com/de/EEX/EEX%20AG/EEX%20Charta>. Druckdatum: 18.05.2009.

**European Energy Exchange AG (2009d):** DIE PRODUKTE DES EEX-KONZERNES. [http://www.eex.com/de/document/43528/D\\_Produktbroschuere\\_2009\\_final\\_pdf](http://www.eex.com/de/document/43528/D_Produktbroschuere_2009_final_pdf). Leipzig 2009. Druckdatum: 04.03.2009.

**Gareta, R. u. a. (2006):** Forecasting of electricity prices with neural networks. In: Energy Conversion and Management, Nr. 47 (2006), S. 1770-1778.

**Gerstbach, P. (2004):** Strombörse Stromverbrauch Lastprofil. [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Stromb%C3%B6rse\\_Stromverbrauch\\_Lastprofil.png&filetimestamp=20041006175635](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Stromb%C3%B6rse_Stromverbrauch_Lastprofil.png&filetimestamp=20041006175635). Erstelldatum: 06.10.2004, Druckdatum: 11.08.2009.

**Giessen, B. C. u. a. (2006):** Successful Price Cycle Forecasts in S&P Futures Using "TFX", a Family of Pattern Recognition Algorithms Based on the KNN Method. In: Practical Fruits of Econophysics, Business Models in the 21st Century - Risk Management and Expectations for Econophysics Symp., Springer, Tokyo, 2006, S. 116-120.

**Giles, C. L., Maxwell, T. (1987):** Learning, invariance, and generalization in high-order neural networks. In: APPLIED OPTICS, Vol. 26, Nr. 23, 1987, S. 4972-4978.

**GoInForm Umweltrecht (2003):** Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG). <http://www.wind-energie.de/fileadmin/dokumente/Gesetze/EnWG.pdf>. Druckdatum: 21.05.2008.

**Häge, K. (2004):** Strommarkt im Umbruch. Entwicklung von Strompreis-Vorhersage-Modellen. Vortrag für das Innovationsforum „Wertschöpfung in der Geoinformation“. [http://www.gk-lin.gfz-potsdam.de/media/de/v\\_inno\\_haege.pdf](http://www.gk-lin.gfz-potsdam.de/media/de/v_inno_haege.pdf). Potsdam, 2004.

**Hübler, O. (2005):** Einführung in die empirische Wirtschaftsforschung. Probleme, Methoden und Anwendungen. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 2005.

**Jones, W. (2009):** Future, Einsatzmöglichkeiten. <http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/future-einsatzmoeglichkeiten/future-einsatzmoeglichkeiten.htm>. Druckdatum: 10.08.2009.

**Lipke, I. (2003):** Derivate Das unbekanntes Wesen. Weltwirtschaft, Ökologie & Entwicklung e. V. (WEED), Berlin, 2003.

**Mak, D. K. (2006):** Mathematical techniques in financial market trading. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 2006.

**Mehmert, P. (2000):** Mittelfristige Zinsprognose basierend auf technischen Ansätzen mit parallel trainierten Perzeptrons durch FAUN 0.2-PVM. Diplomarbeit von Patrick Mehmert. Clausthal, 2000.

**Mihm, A. (2008):** Energie in Deutschland. Wie abhängig ist Deutschland von Energieimporten? [http://www.bpb.de/themen/PAYLME,0,0,Energie\\_in\\_Deutschland.html](http://www.bpb.de/themen/PAYLME,0,0,Energie_in_Deutschland.html). Erstellungsdatum: 05.09.2008, Druckdatum: 17.05.2008.

**Müller-Möhl, E. (1995):** Optionen und Futures; Grundlagen und Strategien für das Termin-geschäft in der Schweiz, Deutschland und Österreich. 3. Auflage, Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1995.

**Ragwitz, M. u. a. (2006):** Ausgangsbedingungen und Entwicklungsperspektiven Erneuerbarer Energien im Strommarkt. 1. Zwischenbericht im Rahmen des Projekts. „Fortentwicklung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) zur Marktdurchdringung Erneuerbarer Energien im deutschen und europäischen Strommarkt“. Karlsruhe, 2006.



**Rauscher, M. (2004):** Künstliche neuronale Netze zur Risikomessung bei Aktien und Renten. Am Beispiel deutscher Lebensversicherungsunternehmen. 1. Auflage, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2004.

**Ripper, K. (2000):** Neuronale Netze im Portfolio-Management. Gabler, Wiesbaden 2000.

**Schwager, J. D. (1996):** Schwager on Futures. Technical Analysis. John Wiley and Sons, New York u. a., 1996.

**Senner, A. u. a. (1965):** Fachkunde Elektrotechnik, 5. Auflage, Willing & Co EUROPA-Lehrmittel, Wuppertal, 1965.

**Statistisches Bundesamt Deutschland (2009a):** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Verwendung des Bruttoinlandsprodukts in jeweiligen Preisen. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statisiken/Zeitreihen/WirtschaftAktuell/VolkswirtschaftlicheGesamtrechnungen/Content100/vgr410a,templateId=renderPrint.psm>. Wiesbaden, 2009, Erstelldatum: 26.05.2009, Druckdatum: 11.08.2009.

**Statistisches Bundesamt Deutschland (2009b):** GENESIS-Tabelle: Temporär. Arbeitslosenquoten: Deutschland, Monate, Arbeitslosigkeit nach Schwerpunkten. Arbeitsmarktstatistik der Bundesagentur für Arbeit Deutschland. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/online;jsessionid=84AC65DD61D61E803807ADCFDFEDC0D.tcggen1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1249988592934&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&werteabruf=Werteabruf>. Wiesbaden, 2009, Erstelldatum: 11.08.2009, Druckdatum: 11.08.2009.

**Statistisches Bundesamt Deutschland (2009c):** GENESIS-Tabelle: Temporär. Verbraucherpreisindex (inkl. Veränderungsraten): Deutschland, Monate. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/online;jsessionid=48835169DB5723BF55B4AE0ADD0DEEBA.tcggen1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1249990017431&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&werteabruf=Werteabruf>. Wiesbaden, 2009, Erstelldatum: 11.08.2009, Druckdatum: 11.08.2009.

**Watling, T. F., Morley, J. (1978):** Successful Commodity Futures Trading how YOU can make money in commodity markets. Second Edition, Business Books Limited, London, 1978.

**Wudy, G. (1993):** Geldanlage mit Optionen und Futures. Gabler, Wiesbaden, 1993.

**Zhang, G. P. u.a. (2001):** A simulation study of artificial neural networks for nonlinear time-series forecasting. In: Computers & Operations Research, Vol. 28, Nr.4, 2001, S. 381-396.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

## ISSN 1612-3646

- Michael H. Breitner, *Rufus Philip Isaacs and the Early Years of Differential Games*, 36 p., #1, January 22, 2003.
- Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Classification and Sustainability Analysis of e-Learning Applications*, 26 p., #2, February 13, 2003.
- Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste: Alternative Konzepte und Geschäftsmodelle*, 22 S., #3, 14. Februar, 2003.
- Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Automatic Extraction of Derivative Prices from Webpages using a Software Agent*, 32 p., #4, May 20, 2003.
- Michael H. Breitner and Oliver Kubertin, *WARRANT-PRO-2: A GUI-Software for Easy Evaluation, Design and Visualization of European Double-Barrier Options*, 35 p., #5, September 12, 2003.
- Dorothee Bott, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Nutzenanalyse im Rahmen der Evaluation von E-Learning Szenarien*, 14 S., #6, 21. Oktober, 2003.
- Gabriela Hoppe and Michael H. Breitner, *Sustainable Business Models for E-Learning*, 20 p., #7, January 5, 2004.
- Heiko Genath, Tobias Brüggemann und Michael H. Breitner, *Preisvergleichsdienste im internationalen Vergleich*, 40 S., #8, 21. Juni, 2004.
- Dennis Bode und Michael H. Breitner, *Neues digitales BOS-Netz für Deutschland: Analyse der Probleme und mögliche Betriebskonzepte*, 21 S., #9, 5. Juli, 2004.
- Caroline Neufert und Michael H. Breitner, *Mit Zertifizierungen in eine sicherere Informationsgesellschaft*, 19 S., #10, 5. Juli, 2004.
- Marcel Heese, Günter Wohlers and Michael H. Breitner, *Privacy Protection against RFID Spying: Challenges and Countermeasures*, 22 p., #11, July 5, 2004.
- Liina Stotz, Gabriela Hoppe und Michael H. Breitner, *Interaktives Mobile(M)-Learning auf kleinen End-geräten wie PDAs und Smartphones*, 31 S., #12, 18. August, 2004.
- Frank Köller und Michael H. Breitner, *Optimierung von Warteschlangensystemen in Call Centern auf Basis von Kennzahlenapproximationen*, 24 S., #13, 10. Januar, 2005.
- Phillip Maske, Patrick Bartels and Michael H. Breitner, *Interactive M(obile)-Learning with UbiLearn 0.2*, 21 p., #14, April 20, 2005.
- Robert Pomes and Michael H. Breitner, *Strategic Management of Information Security in State-run Organizations*, 18 p., #15, May 5, 2005.
- Simon König, Frank Köller and Michael H. Breitner, *FAUN 1.1 User Manual*, 134 p., #16, August 4, 2005.
- Christian von Spreckelsen, Patrick Bartels und Michael H. Breitner, *Geschäftsprozessorientierte Analyse und Bewertung der Potentiale des Nomadic Computing*, 38 S., #17, 14. Dezember, 2006.
- Stefan Hoyer, Robert Pomes, Günter Wohlers und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für ein Computer Emergency Response Team (CERT) am Beispiel CERT-Niedersachsen*, 56 S., #18, 14. Dezember, 2006.
- Christian Zietz, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Konvergenz von Lern-, Wissens- und Personalmanagementssystemen: Anforderungen an Instrumente für integrierte Systeme*, 15 S., #19, 14. Dezember, 2006.
- Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung „Portalbasiertes Wissensmanagement“: Ausgewählte Ergebnisse*, 30 S., #20, 5. Februar, 2008.

# IWI Discussion Paper Series/Diskussionsbeiträge

## ISSN 1612-3646

Harald Schömburg und Michael H. Breitner, *Elektronische Rechnungsstellung: Prozesse, Einsparpotentiale und kritische Erfolgsfaktoren*, 36 S., #21, 5. Februar, 2008.

Halyna Zakhariya, Frank Köller und Michael H. Breitner, *Personaleinsatzplanung im Echtzeitbetrieb in Call Centern mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 35 S., #22, 5. Februar, 2008.

Jörg Uffen, Robert Pomes, Claudia M. König und Michael H. Breitner, *Entwicklung von Security Awareness Konzepten unter Berücksichtigung ausgewählter Menschenbilder*, 14 S., #23, 5. Mai, 2008.

Johanna Mählmann, Michael H. Breitner und Klaus-Werner Hartmann, *Konzept eines Centers der Informationslogistik im Kontext der Industrialisierung von Finanzdienstleistungen*, 19 S., #24, 5. Mai, 2008.

Jon Sprenger, Christian Zietz und Michael H. Breitner, *Kritische Erfolgsfaktoren für die Einführung und Nutzung von Portalen zum Wissensmanagement*, 44 S., #25, 20. August, 2008.

Finn Breuer und Michael H. Breitner, *„Aufzeichnung und Podcasting akademischer Veranstaltungen in der Region D-A-CH“: Ausgewählte Ergebnisse und Benchmark einer Expertenbefragung*, 30 S., #26, 21. August, 2008.

Harald Schömburg, Gerrit Hoppen und Michael H. Breitner, *Expertenbefragung zur Rechnungseingangsbearbeitung: Status quo und Akzeptanz der elektronischen Rechnung*, 40 S., #27, 15. Oktober, 2008.

Hans-Jörg von Mettenheim, Matthias Paul und Michael H. Breitner, *Akzeptanz von Sicherheitsmaßnahmen: Modellierung, Numerische Simulation und Optimierung*, 30 S., #28, 16. Oktober, 2008.

Markus Neumann, Bernd Hohler und Michael H. Breitner, *Bestimmung der IT-Effektivität und IT-Effizienz service-orientierten IT-Managements*, 20 S., #29, 30. November, 2008.

Matthias Kehlenbeck und Michael H. Breitner, *Strukturierte Literaturrecherche und -klassifizierung zu den Forschungsgebieten Business Intelligence und Data Warehousing*, 10 S., #30, 19. Dezember, 2009.

Michael H. Breitner, Matthias Kehlenbeck, Marc Klages, Harald Schömburg, Jon Sprenger, Jos Töller und Halyna Zakhariya, *Aspekte der Wirtschaftsinformatikforschung 2008*, 128 S., #31, 12. Februar, 2009.

Sebastian Schmidt, Hans-Jörg v. Mettenheim und Michael H. Breitner, *Entwicklung des Hannoveraner Referenzmodells für Sicherheit und Evaluation an Fallbeispielen*, 30 S., #32, 18. Februar, 2009.

Sissi Eklun-Natey, Karsten Sohns und Michael H. Breitner, *Buildung-up Human Capital in Senegal - E-Learning for School drop-outs, Possibilities of Lifelong Learning Vision*, 39 S., #33, July 1, 2009.

