

Prognose und Handel von Öl-Future-Spreads durch Multi-Layer-Perceptrons und High-Order-Neuronalnetze mit Faun 1.1

Christoph Polus², Hans-Jörg von Mettenheim³ und Michael H. Breitner⁴



¹ 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).

² Candidatus Diplom-Ökonom, Leibniz Universität Hannover (polus@iwi.uni-hannover.de).

³ Diplom-Mathematiker, Diplom-Ökonom und Doktorand, Institut für Wirtschaftsinformatik (mettenheim@iwi.uni-hannover.de).

⁴ Professor für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre und Direktor des Instituts für Wirtschaftsinformatik (breitner@iwi.uni-hannover.de).

Inhaltsverzeichnis

	ABSTRACT	
1.	EINLEITUNG	2
2.	GRUNDLAGEN UND DEFINITIONEN	3
2.1	DAS SPREADTRADING	3
2.2	KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE	4
2.2.1	MULTI-LAYER-PERCEPTRON	5
2.2.2	HIGH-ORDER-NETZWERK NACH GILES UND MAXWELL	6
2.2.3	HIGH-ORDER-NETZWERK SECOND ORDER DATA DELAY.....	7
3.	DER NEUROSIMULATOR FAUN 1.1	9
4.	ZEITREIHENPROGNOSE MIT KÜNSTLICHEN NEURONALEN NETZEN	10
5.	VERWENDETES DATENMATERIAL	11
6.	METHODOLOGIE	13
6.1	DATENVORVERARBEITUNG	13
6.2	TRAINING DER NETZE MIT FAUN 1.1.....	14
6.3	PROGNOSEZEITRAUM	15
6.4	TRADINGSTRATEGIEN UND FILTER	16
6.4.1	KORRELATIONSFILTER.....	16
6.4.2	TRANSITIV-FILTER	17
6.5	FEHLERMAßE UND RISIKOKENNZAHLEN	18
6.5.1	ROOT MEAN SQUARE ERROR	18
6.5.2	CALMAR-RATIO	18
6.5.3	SHARPE-RATIO	19
6.6	RICHTUNGSGÜTEMAßE	19
6.6.1	CORRECT DIRECTION	20
6.6.2	CORRECT DIRECTION CHANGE	20
6.6.3	LONG TERM CORRECT DIRECTION	21
7.	NETZEVALUIERUNG UND PROGNOSEDURCHFÜHRUNG	21
7.1	NETZEVALUIERUNG	21
7.2	PROGNOSE MIT MLP- UND HONN-STRUKTUREN	23

7.2.1	MLP-PROGNOSE.....	23
7.2.2	HONN- UND HONN-SODD-PROGNOSE.....	25
8.	AUSWERTUNG UND VERGLEICH DER PROGNOSEERGEBNISSE	27
8.1	BUY AND HOLD-STRATEGIE	28
8.2	KONTINUIERLICHE PORTFOLIO-OPTIMIERUNG.....	29
8.2.1	MLP-TOPOLOGIE.....	29
8.2.2	HONN-TOPOLOGIE.....	32
8.2.3	HONN-SODD-TOPOLOGIE.....	34
9.	FAZIT UND AUSBLICK	36
	QUELLENVERZEICHNIS	38
	ANHANG	40

Abstract

In der vorliegenden Arbeit wird die Prognose und der Handel eines Portfolios, bestehend aus sechs Öl-Futures-Spreads, untersucht. Für die Erstellung der Prognosen werden Neuronale Netze verwendet, welche mit Hilfe des Neurosimulators FAUN 1.1 simuliert werden. Zur Anwendung kommen die drei Topologien Multi-Layer-Perceptron, High-Order Neural Network und High-Order Neural Network mit Second Order Data Delay.

Es wird für jeden der sechs Spreads auf Basis der einzelnen Netztopologien eine Prognose erstellt. Weiterhin werden verschiedene Filtertechniken mit der Absicht implementiert, die Prognosequalität zu optimieren und die Handelsentscheidungen zu erleichtern. Abschließend werden die einzelnen Modelle gegenübergestellt und die Ergebnisse im Hinblick auf Profitabilität und Prognosegüte verglichen.

Bei Betrachtung der Ergebnisse wird deutlich, dass die High-Order-Netzarchitekturen dem Multi-Layer-Perceptron überlegen sind. Dies zeigt sich sowohl anhand der erzielbaren Renditen, als auch anhand der Prognosequalität der einzelnen Netze.

1 Einleitung

Vor allem die gestiegene Volatilität zeichnet die Entwicklung der Rohstoffmärkte der letzten zehn Jahre aus. Besonders der Markt für Rohöl und veredelte Ölprodukte spiegelt diesen Verlauf sehr anschaulich wieder. Die Gründe finden sich zum einen in der Erkenntnis der Knappheit fossiler Brennstoffe, im gestiegenen Umweltbewusstsein, der Rohstoffhausse der vergangenen fünf Jahre und nicht zuletzt durch eine gewisse Abkopplung der Finanzmärkte von der Realwirtschaft, was schließlich einer der Gründe für die anhaltende Finanz- und Wirtschaftskrise ist. Die gestiegene Schwankungsbreite an den Märkten hat einerseits ein erhöhtes Preisrisiko zur Folge, andererseits bietet der Markt durch die entstandene Bewegung aussichtsreiche Handelsmöglichkeiten. Es stellt sich die Frage, eventuelle Marktbewegungen zu identifizieren, im Zuge dessen an ihnen zu partizipieren und Handelsgewinne zu generieren.

Das vorliegende Paper geht dieser Fragestellung nach und beschäftigt sich mit dem Handel von Öl-Futures-Spreads und deren Prognose mit Hilfe von Neuronalen Netzen.

Die Motivation basiert ferner auf den Erkenntnissen von Dunis et al. (2006), „Trading Future Spread Portfolios: Application of Higher Order and Recurrent Networks“. In ihrer Arbeit beschreiben die Autoren die Modellierung und den Handel eines Portfolios bestehend aus sechs Öl-Futureskontrakten. Von diesen werden mit Hilfe verschiedener Anwendungen Prognosen erstellt und hinsichtlich ihrer Qualität und Profitabilität verglichen. Im Speziellen werden Neuronale Netze zur Prognose der Zeitreihen verwendet. Die wichtigsten sind das Multi-Layer-Perceptron und High-Order-Netzwerke. Überdies hinaus kommen verschiedene Filtertechniken mit der Intention zum Einsatz die Prognosequalität zu steigern und deutlichere Handelssignale zu liefern.

Ziel ist es nun die Prognosen und den Handelserfolg mit Futures-Spreads durch Multi-Layer-Perceptrons und High-Order-Neuronale Netze, unter Anwendung des Faun 1.1 Neurosimulators durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen.

Zu Beginn werden die Grundlagen, die wichtigsten Begriffe definiert und der Neurosimulator Faun 1.1 vorgestellt. Im Anschluss wird Bezug auf das verwendete Datenmaterial und die Bearbeitungsmethodik genommen. Im darauffolgenden Abschnitt wird auf die verwendeten Prognosemodelle und die Filtermethoden eingegangen. Schließlich werden in Abschnitt sieben die Prognosen analysiert und im achten Abschnitt die Renditen der einzelnen Modelle verglichen, gefolgt von einem Fazit und Ausblick. Weiterhin wird angenommen, dass der Leser dieser Arbeit mit den Grundkenntnissen des Wertpapier- und Terminhandels sowie Neuronaler Netze vertraut ist. Eine vollständige Ausführung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. In den betreffenden Kapiteln wird zudem auf weiterführende Literatur verwiesen.

HONN-SODD-Risikokennzahlen						
	Korrelations-Filter			Ungefiltert/ Transitiv-Filter		
	Max-DD	Calmar-Ratio	MAX-DD Generalisierung	Max-DD	Calmar-Ratio	Max-DD Generalisierung
Brent Gas	14,60%	2,9685	14,77%	16,93%	4,5302	23,45%
Brent Heating	10,73%	2,3989	10,83%	16,25%	2,3891	13,91%
Brent WTI	3,17%	3,4385	3,39%	4,73%	3,6186	5,44%
Gas Heating	15,40%	3,3422	16,48%	56,70%	1,4258	48,99%
WTI Gas	12,30%	3,1008	12,51%	20,22%	3,5491	21,69%
WTI Heating	9,60%	2,5281	10,58%	20,29%	1,9098	18,07%
Portfolio 1/6	10,97%	2,9628	11,43%	22,52%	2,9037	21,92%

Tabelle19: HONN-SODD-Risikokennzahlen

9 Fazit und Ausblick

In dem vorliegenden Paper wird die Prognose und der Handel von Öl-Futures-Spreads mit verschiedenen neuronalen Netztypen untersucht, welche mit dem Neurosimulationsprogramm FAUN 1.1 simuliert wurden. Die eingesetzten Netzarchitekturen sind Multi-Layer-Perceptrons, Higher-Order-Neural-Networks, sowie Higher Order-Neural-Networks mit Second Order Data-Delay. In Anlehnung an die Arbeit von Dunis et al. „Trading Futures Spread Portfolios: Applications of Higher Order and Recurrent Networks“ sollte diejenige Netzstruktur mit der besten Prognosequalität und somit der höchsten erzielbaren Rendite gefunden werden. Die Ergebnisse von Dunis et al. können jedoch nur teilweise bestätigt werden.

Zum einen führt der Einsatz von Prognose-Filtern nicht zu einer Steigerung der Rendite. Der Ertrag ist beim Korrelationsfilter sehr stark vom jeweiligen Markteinstiegs-/Ausstiegs-Schwellwert abhängig. Die Eignung des Transitiv-Filters hängt von der Anzahl der zusätzlichen Transaktionen gegenüber der ungefilterten Prognose ab. Insgesamt sind, gerade die HONN-(SODD) Prognosen, von so guter Qualität, dass sich der Einsatz von Filtern als nicht notwendig erweist. Auch verliert die Anwendung von Risikokennzahlen wie die Calmer-Ratio an Bedeutung, da es auf Grund der Prognosen, zumindest bei der HONN-SODD-Architektur, theoretisch möglich ist sich überwiegend auf der richtigen Marktseite zu platzieren.

Beim Vergleich aller Modelle, liefert die ungefilterte HONN-SODD-Prognose die höchste Rendite und die besten Generalisierungseigenschaften. Auf Grund der ausgezeichneten Validität des HONN-SODD-Ansatzes bei Verwendung von Rohdaten, wäre einerseits eine nächste Maßnahme die Robustheit der Topologie mit Hilfe anderer Underlyings zu bestätigen. Ein zweiter Schritt ist die Integration der Netzprognose als Entscheidungskriterium in ein automatisiertes Handelssystem um die Performance des Ansatzes unter realen Bedingungen zu testen. Eine mögliche Weiterentwicklung für ein Handelssystem wäre den Prognose-

horizont auf zwei oder mehrere Tage auszuweiten, umso eintägige Handelsentscheidungen zu vermeiden, welche die Transaktionskosten nicht decken. Diese Problematik könnte bei dem bestehenden Prognosesystem jedoch auch mit dem Einsatz eines Schwellwerts gelöst werden, welcher die Transaktionskosten als Mindestwert für prognostizierte Renditen vorgibt, um in den Markt einzusteigen.

Im Hinblick auf die vorliegenden Ergebnisse ist zusammenfassend festzuhalten, dass die Anwendung von Neuronalen Netzen als Hilfsinstrument für die Entscheidungsfindung eine wertvolle Alternative darstellen.

Quellenverzeichnis

- Backhaus, K. und Erichson, B. und Plinke, W.** (2006), *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung: Eine Anwendungsorientierte Einführung*, Springer Verlag, Auflage 11, 831 Seiten
- Bertolini, L. und Grothmann, R. und Schäfer, A. M. und Tietz, Ch. und Zimmermann, H. G.,** *A Technical Trading Indicator Based on Dynamical Consistent Neural Networks*
- Breitner, M. H.** (2003), *Nichtlineare, multivariate Approximation mit Perzeptoren und anderen Funktionen auf verschiedenen Hochleistungsrechnern*, Akademische Verlagsgesellschaft Aka, 520 Seiten
- Burke, S. P. und Hunter J.** (2005), *Modelling Non-Stationary Economic Time Series: A Multivariate Approach*, Palgrave Macmillan, 256 Seiten
- Dagum, E. B. und Cholette P. A.** (2006), *Benchmarking, Temporal Distribution, and Reconciliation Methods for Time Series*, Springer Verlag, 410 Seiten
- Dunis, Ch. L. und Laws, J. und Evans, B.** (2004), *Trading Futures Spreads: An Application of Correlation*, CIBEF and Liverpool John Moores University
- Dunis, Ch. L. und Laws, J. und Evans, B.** (2006), *Applied Financial Economics*, School of Accounting Finance and Economics
- Dunis, Ch. L. und Laws, J. und Evans, B.** (2008), *Trading and Filtering Futures Spread Portfolios: Further Applications of Threshold and Correlation Filters*, CIBEF and Liverpool Business School
- Dunis, Ch. L. und Laws, J. und Sermpinis, G.** (2009), *Modelling and Trading the Realised Volatility of the FTSE100 Futures with Higher Order Neural Networks*, Liverpool Business School, CIBEF Liverpool John Moores University
- Fahrmeir, L. und Künstler, R. und Pigeot I. und Tutz G.** (2002), *Statistik. Der Weg zur Datenanalyse*, Springer Verlag, 592 Seiten
- Futures Magazin für technisches Trading** Dezember 2006 8. Jahrgang
- Franke, J. und Hafner, Ch. M. und Härdle, W.** (2004), *Einführung in die Statistik der Finanzmärkte*, Springer Verlag, Auflage 2, 432 Seiten
- Franses, P. H.** (1998), *Time Series Models for Business and Economic Forecasting*, Cambridge University Press, 292 Seiten
- Giles, L. and Maxwell, T.** (1987), "Learning Invariance and Generalization in High-Order Neural Networks", *Applied Optics*, 26, 23, 4972-4978.
- Guégan, D. and Huck, N.** (2004), "Forecasting Relative Movements Using Transitivity?" *Institutions et Dynamiques Historiques de l'Economie, Working papers*, December 2004
- Hansen, J. V. and Nelson, R. D.** (2003), *Forecasting and Recombining Time-Series Components by Using Neural Networks*, Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society
- Hassler, U.** (2000), *Regression trendbehafteter Zeitreihen in der Ökonometrie*, VWF Verlag für Wissenschaft und Forschung, 292 Seiten
- Hill, T. und O'Connor, M. und Remus, W.** (1996), *Neural Network Models for Time Series Forecasts*, INFORMS
- Hull, J. C.** (2005), *Optionen, Futures und andere Derivate*, Pearson Studium, Auflage 6, 945 Seiten
- Kausch, H.** (2007), *Zeitreihenprognose: Entwurf einer Software unter Verwendung Künstlicher Neuronaler Netze*, VDM Verlag Dr. Müller, 84 Seiten

- Lämmel, U. und Cleve, J.** (2001), Lehr- und Übungsbuch Künstliche Intelligenz, Fachbuchverlag Leipzig, 304 Seiten
- Lederman J. und Klein R. A.** (1996), Börsenhandel mit künstlicher Intelligenz, Hoppenstedt Publishing, 442 Seiten
- Lukassek, E. J.** (2005), Künstliche Neuronale Netze zur Prognose ökonomischer Zeitreihen, Shaker, 271 Seiten
- Melamed, L.** (1981), "Futures Market Liquidity and The Technique of Spreading", *Journal of Futures Markets*, 1, 405-411.
- Mertens (2004)** Prognoserechnung, 6 Auflage Springer Verlag 511 Seiten
- Rey, G. D. und Wender, K. F.** (2008), Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung, Huber Verlag, 207 Seiten
- Rinne, H. und Specht, K.** (2002), Zeitreihen: Statistische Modellierung, Schätzung und Prognose, Vahlen Verlag, 603 Seiten
- Stern, H. S.** (1996), Neural Networks in Applied Statistics, American Statistical Association and American Society for Quality
- Thiesing, F. M.** (1998), Analyse und Prognose von Zeitreihen mit Neuronalen Netzen, Shaker Verlag, 275 Seiten
- Tsay, R. S.** (2001), Analysis of Financial Time Series, Wiley-Interscience, 472 Seiten
- Walde, J. F.** (2005), Design künstlicher neuronaler Netze: Ein Leitfaden zur effizienten Handhabung mehrschichtiger Perzeptrone, Gabler Verlag, 159 Seiten
- Wilbert, R.** (1996), Interpretation und Anwendung Neuronaler Netze in den Wirtschaftswissenschaften, Peter Lang Verlag, 382 Seiten
- Zell, A.** (1997), Simulation Neuronaler Netze, Oldenbourg Verlag, 624 Seiten
- Zhang, Patuwo, Hu,** (1998) International Journal of Forecasting Band 14, , S. 35–62.

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 serviceorientierten 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.

Horst-Oliver Hofmann, Hans-Jörg von Mettenheim und Michael H. Breitner, *Prognose und Handel von Derivaten auf Strom mit Künstlichen Neuronalen Netzen*, 34 S., #34, 11. September, 2009.

