

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 1537/2001 (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **G06Q 40/00** (2006.01)  
**G06N 3/04** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 2001-09-27  
(43) Veröffentlicht am: 2008-08-15

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 00/72256A2 WO 01/06431A1  
WO 98/32086A1 JP 9-305656A  
"NEURONALE NETZE UND FUZZY-  
SYSTEME", VERLAG FRIEDR.  
VIEWEG & SOHN,  
BRAUNSCHWEIG/WIESBADEN; VON  
NAUCK,  
KLAWONN UND KRUSE, SEITE 94,  
S. 200, FIG 13.7

(73) Patentanmelder:  
SIEMENS AG ÖSTERREICH  
A-1210 WIEN (AT)  
(72) Erfinder:  
SCHMIELEWSKI FRANK  
NEUWULMSDORF (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEWERTUNG VON BÖRSEKURSEN**

(57) Zum Abschätzen des Kurswerts von börsgehandelten Basiswerten werden einem nichtlinearen Automaten (NN1) aus zwei Unterautomaten (MLP1, MLP2), insbesondere in Form eines zweiteiligen neuronalen Netzes, für jeden abzuschätzenden Kurs eine Anzahl von diesen Kurs betreffenden Kurskenndaten (EN1, EN2), welche die betreffenden Basiswerte und/oder das bisherige Kursverhalten der zugeordneten Kurse beschreiben, als Eingangsgrößen eingegeben; hierbei werden dem ersten Unterautomaten (MLP1) Eingangsgrößen, welche Kenndaten von einem dem betreffenden Kurs zugeordneten Unternehmen darstellen, zugeführt; sein Ausgang (FV) sowie weitere Eingangsgrößen (EN2) werden dem zweiten Unterautomaten (MLP2) zugeführt, der eine Ergebnisgröße (OUV) liefert, welche eine zu erwartende Bewertung des Basiswertes hinsichtlich seines Kurswerts wiedergibt.

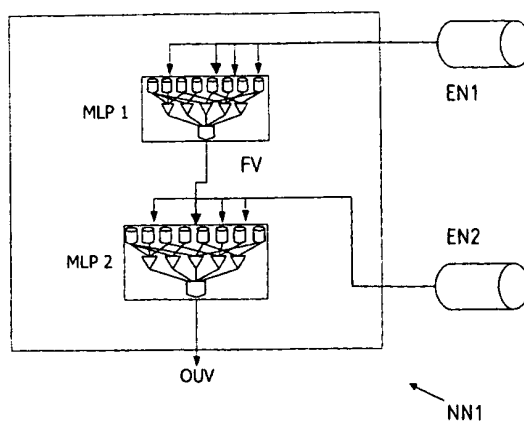


Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abschätzen des Kurswerts von börsegehandelten Basiswerten (z.B. Wertpapieren und/oder Waren), unter Verwendung von Kurskennndaten, welche die betreffenden Basiswerte und/oder das bisherige Kursverhalten der zugeordneten Kurse beschreiben.

5

Für die Einschätzung und Vorhersage des Verhaltens von Kursen, insbesondere börsennotierter Kurse wie Aktien od.dgl., werden von Banken und Händler verschiedene Verfahren verwendet. Diese beschränken sich oftmals auf rein geschäftliche Handlungen auf der Grundlage eines Regelmodells, häufig kommen jedoch auch technischere Lösungen, z.B. mittels Rechenanlagen und/oder basierend auf mathematischen Überlegungen, zum Einsatz.

10

Unter den verschiedenen Sektoren des Aktienmarktes sind insbesondere die Unternehmen der Biotechnologie hinsichtlich ihrer Börsenbewertung auf Grund des komplexen wissenschaftlichen Hintergrundes ihrer Produktentwicklungen und der damit verbundenen Risiken für den nicht-spezialisierten Investor nur schwierig zu beurteilen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Anzahl börsennotierter Unternehmen groß ist und noch weiter ansteigen wird.

15

Zahlreiche Einflussgrößen müssen bei der Bewertung eines Unternehmens, insbesondere eines Biotechnologie-Unternehmens, Berücksichtigung finden, wie z.B. die vorhandene Produktpipeline (Zahl der in Entwicklung oder Zulassung befindlichen Produkte), die oftmals außerordentlich hohen Kosten für die Produktentwicklung oder das Interesse der institutionellen Anleger, das stark von den zu erwartenden Gewinnen der zu bewertenden Unternehmen abhängt.

20

Übliche Methoden des Research der Banken und Broker scheitern bei einem speziellen Gebiet wie die Biotechnologie oft an den erforderlichen Ressourcen, die extrem spezialisiert sein müssen und zudem immer nur eine geringe Anzahl an Unternehmen betrachten können, weil das quantitative Research sehr zeitintensiv ist.

25

In der WO 01/06431 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung eines „redlichen Marktwertes“ ("fair market value") eines Unternehmens im Vergleich zu anderen, ähnlichen Unternehmen beschrieben, basierend auf aktuellen und vorhergesagten firmenspezifischen Finanzdaten. Dieser Marktwert wird in einer Anzahl von Schritten bestimmt, die Berechnungen verwenden einfache Additionen, Subtraktionen, Multiplikationen und Divisionen sowie Gewichtungen der vorhergesagten Werte. Der Benutzer wählt jene Firmen aus, die er vergleichen möchte, und kann den Berechnungen zusätzliche Finanzdaten hinzufügen - es wird jedoch nicht beschrieben, ob und wie diese zusätzlichen Daten in die Berechnung des „redlichen Marktwertes“ einfließen. Die Berechnung bezieht sich zudem ausschließlich auf einige wenige, explizit angegebene firmenspezifische Werte.

30

40

Die JP 9-305 656 A beschreibt ein Werkzeug, das Preisschwankungen mittels einer sogenannten Granhill-Regel unter Verwendung eines "movement average" vorhersagt, d.h. einer Durchschnittsbildung aus Informationen, welche aus Textübertragungen gewonnen werden, zusammen mit Schlüsselwörtern aus den Weltnachrichten. Wird von dem Werkzeug ein solcher Handelszeitpunkt bestimmt, dann werden Daten für einen Handel nach vom Benutzer bestimmten Bedingungen erzeugt.

45

Die WO 98/32086 A1 beschreibt ein Verfahren zur Überwachung und Neutraining von Neuronalen Netzen, für die Klassifikation von anormalem Telefonieverhalten von Kunden in der Telekommunikationsbranche (sogenannte 'fraud detection'). Es werden dazu zwei topologisch identische Neuronale Netze verwendet, wobei zuerst das eine Netz trainiert wird, und wenn das erste Netz einen bestimmten Schwellwert der Leistung erreicht, wird ein zweites Netz mit gleicher Topologie erzeugt und nun beide Netze trainiert; später kann gegebenenfalls das zweite Netz das erste ersetzen. Dadurch steht in einen Online-Klassifikationsprozess immer ein Netzwerk zur Verfügung, selbst wenn das andere inzwischen neu trainiert werden muss. Diese

50

55

beiden Netze werden somit zueinander konkurrierend eingesetzt und sind nicht miteinander (z.B. in Serie) verschaltet.

5 Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Weg zum Abschätzen von Kurswerten insbesondere in schwierigen Kursmärkten aufzuzeigen, bei dem auch ohne materielle Kenntnis der zugrunde liegenden Unternehmen eine zuverlässige Bewertung und/oder Vorhersage des Kursverhaltens ermöglicht wird.

10 Diese Aufgabe wird von einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem erfindungsgemäß einem nichtlinearen Automaten für jeden abzuschätzenden Kurs eine Anzahl von diesen Kurs betreffenden Kurskenndaten als Eingangsgrößen eingegeben werden und von dem nichtlinearen Automaten eine Ergebnisgröße geliefert wird, welche eine zu erwartende Bewertung des Kurses hinsichtlich seines Kurswerts wiedergibt, wobei die Ermittlung der Ergebnisgröße in zwei Schritten durchgeführt wird: In einem ersten Schritt wird seitens eines  
15 ersten Unterautomaten des nichtlinearen Automaten aus zumindest einem Teil der Eingangsgrößen, zumindest aber jenen Eingangsgrößen welche Kenndaten von einem dem betreffenden Kurs zugeordneten Unternehmen darstellen, eine Bewertungskennzahl des betreffenden Kurses ermittelt; in einem zweiten Schritt wird seitens eines zweiten Unterautomaten des nichtlinearen Automaten aus dieser Bewertungskennzahl sowie zumindest den übrigen Eingangsgrößen  
20 die Ergebnisgröße bestimmt.

Gleichermaßen wird die Aufgabe von einer Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, mit einem zwei Unterautomaten aufweisenden nichtlinearen Automaten mit einer Eingabe für eine Anzahl von einen abzuschätzenden Kurs betreffenden Kurskenndaten und mit einer Ausgabe  
25 für eine Ergebnisgröße, welche eine zu erwartende Bewertung dieses Kurses hinsichtlich seines Kurswerts wiedergibt, wobei dem ersten Unterautomaten zumindest ein Teil der Eingangsgrößen, zumindest aber jene Eingangsgrößen welche Kenndaten von einem dem betreffenden Kurs zugeordneten Unternehmen darstellen, zuführbar sind und der Ausgang des ersten Unterautomaten sowie zumindest die übrigen Eingangsgrößen einem zweiten Unterautomaten zugeführt sind, dessen Ausgang als Ausgabe des nichtlinearen Automaten ausgeführt ist.  
30

In dieser zweiteiligen Konfiguration wird somit die Ermittlung der Ergebnisgröße in zwei Schritten durchgeführt: In einem ersten Schritt wird seitens des ersten Unterautomaten des nichtlinearen Automaten aus zumindest einem Teil der Eingangsgrößen, zumindest aber jenen  
35 Eingangsgrößen welche Kenndaten von einem dem betreffenden Kurs zugeordneten Unternehmen darstellen, eine Bewertungskennzahl des betreffenden Kurses ermittelt; und in einem zweiten Schritt wird seitens des zweiten Unterautomaten des nichtlinearen Automaten aus dieser Bewertungskennzahl sowie zumindest den übrigen Eingangsgrößen die Ergebnisgröße bestimmt.

40 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kommt als nichtlinearer Automat ein neuronales Netz zum Einsatz, dessen Verknüpfungsparmeter durch vorangehendes Training unter Verwendung von Kurskenndaten und Bewertungen von zum Training verwendeten Kursen eingestellt werden können.

45 Die vorliegende Erfindung bewertet die Einflussgrößen auf Basis eines nichtlinearen Automaten, wie z.B. eines Neuronalen Netzwerkes, und ermöglicht durch ein standardisiertes Verfahren die Bewertung einer großen Anzahl von Unternehmen, indem ein regelmäßiges Screening der an den Börsen notierten Unternehmen vorgenommen wird.

50 Auf Basis der Ergebnisse des Neuronalen Netzwerkes können in Zusammenarbeit mit Investoren, wie Fondsmanagern, dem gewünschten Investmentstil entsprechende, individuelle Portfolios zusammengestellt werden.

55 Ein nicht unbedeutendes Teilproblem ist die Frage, ob die Zahl der Eingangsgrößen reduziert werden kann, und falls ja, wie die Auswahl von Eingangsgrößen aus der (sehr großen) Menge

von in Frage kommenden und zur Verfügung stehenden Größen erfolgen kann. Um die Festlegung der Zahl und Auswahl der Eingangsgrößen zu objektivieren und ein allenfalls vorhandenes Vorurteil (z.B. seitens eines Fachmanns, der die Auswahl durchführt) zu vermeiden, kann in einer günstigen Variante der Erfindung ausgehend von einem nach Möglichkeit umfassenden Satz von möglichen Eingangsgrößen die Zahl der verwendeten Größen schrittweise reduziert werden. Dabei wird zur Auswahl der verwendeten Eingangsgrößen ein neuronales Netz mit einem anfänglichen Satz von Kurskenndaten und Bewertungen trainiert, wobei die Abhängigkeit der Trainingsleistung des neuronalen Netzes von den einzelnen Kurskenndaten zahlenmäßig bestimmt wird; im Laufe des Trainings werden solche Kurskenndaten, für die eine nur geringfügige Abhängigkeit der Trainingsleistung bestimmt wurde, aus dem Satz ausgeschieden, und der schließlich gewonnene, reduzierte Satz von Kurskenndaten wird als Satz von Eingangsgrößen verwendet.

Vorteilhafterweise wird die Ergebnisgröße in Form einer Unter- bzw. Überbewertung des Kurses in Bezug auf einen gegebenen Kurswert ausgedrückt.

Um aus der so erhaltene Ergebnisgröße eine zeitliche Entwicklung des betreffenden Kurses einschätzen zu können, ist es des weiteren günstig, wenn zur Bewertung der Ergebnisgröße zusätzlich ein zeitbezogener Parameter herangezogen wird, der unter Verwendung verschiedener Wochen-Performances ermittelt wird und den Kursverlauf des betreffenden Kurses bzw. des zugeordneten Basiswertes, insbesondere Unternehmens, relativ zu einem zugehörenden Marktsegment oder Marktindex beschreibt.

Die Erfindung samt weiterer Vorzüge wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierzu werden die beigefügten Zeichnungen herangezogen, welche zeigen:

Fig. 1 eine schematische Übersicht des in dem Ausführungsbeispiel verwendeten neuronalen Netzes;

Fig. 2 die Topologie eines im neuronalen Netz der Fig. 1 verwendeten Multilayer Perceptrons;

Fig. 3 die prozentuale Kursveränderung verschiedener Börsenkurse als Funktion des gemäß dem Netz der Fig. 1 berechneten Fundamental Werts FV; und

Fig. 4 die prozentuale Kursveränderung der Börsenkurse wie in Fig. 3 als Funktion des gemäß dem Netz der Fig. 1 berechneten Bewertungsgrads OUV.

Das hier dargestellte Ausführungsbeispiel beruht auf einem neuronalen Netzwerk, jedoch ist die Erfindung nicht auf die Verwendung eines neuronalen Netzwerks eingeschränkt. Anstelle eines Neuronales Netzwerks kann auch ein anderer nichtlinearer Automat verwendet werden, der nach Art eines sogenannten Transducers eine Anzahl von Eingangsgrößen entgegennimmt und eine Ausgangsgröße liefert, z.B. ein Analogrechnersystem oder ein Parallelrechner.

Weiters sei vorab darauf hingewiesen, dass das Ausführungsbeispiel nicht einschränkend zu verstehen ist. Insbesondere ist die Erfindung nicht auf die Einschätzung von Aktienkursen bzw. auf die Verwendung im Biotechnologie-Sektor eingeschränkt.

Fig. 1 zeigt den Aufbau des neuronalen Netzes NN1 des Ausführungsbeispiels. Das Netz NN1 weist zwei Unternetze MLP1, MPL2 auf, die jeweils als ein sogenannte Multilayer Perceptron realisiert sind. Die Ausgangsgröße FV des ersten Unternetzes MLP1 ist dem zweiten Unternetz als eine Eingangsgröße zugeführt.

Fig. 2 zeigt die Netzwerktopologie eines Multilayer Perceptrons MLP, das eine Anzahl von Eingangsgrößen  $E_1, E_2, \dots, E_n$  erhält und im allgemeinen mehrere Ausgangsgrößen liefert; jedoch werden hier nur Multilayer Perceptrons mit einer Ausgangsgröße OG betrachtet. Die Topologie ist azyklisch (vorwärts gerichtet) in Schichten gegliedert. Die Neuronen  $IN_1, IN_2, \dots, IN_n$  einer ersten Schicht, der Input-Schicht IL, erhalten als Eingabe die Eingangsgrößen  $E_1, E_2, \dots, E_n$  und geben ihre Ausgabesignale an die Neuronen  $H_1, \dots, H_m$  einer sogenannten

verborgenen Schicht HL weiter. Die Ausgaben der Neuronen  $H_1, \dots, H_m$  der verborgenen Schicht sind mit dem Output-Neuron ON verbunden, das eine Output-Schicht OL repräsentiert und dessen Ausgabegröße OG den von dem Multilayer Perceptron ermittelten Wert darstellt. Im allgemeinen kann die Output-Schicht mehrere Neuronen aufweisen, entsprechend der Anzahl der vom neuronalen Netzwerk bestimmten Ausgangsgrößen, und es können auch mehr als eine verborgene Schicht vorgesehen sein; jedoch werden hier nur Multilayer Perceptrone betrachtet, die lediglich eine verborgene Schicht HL aufweisen und in denen die Output-Schicht OL durch ein einziges Neuron ON repräsentiert ist. Die Verknüpfung zwischen der Input-Schicht IL und der verborgenen Schicht HL wird durch eine  $m \times n$ -Matrix beschrieben ( $n =$  Anzahl der Neuronen der Input-Schicht IL;  $m =$  Anzahl der Neuronen der Schicht HL), die für jedes der  $m$  Neuronen der verborgenen Schicht eingibt, mit welchem Gewicht die  $n$  Ausgabe-signale der vorangehenden Schicht IL auf dieses Neuron einwirken, zuzüglich eines  $m$ -Vektors, der jedem der  $m$  Neuronen jeweils einen konstanten Offset-Wert zuteilt. Entsprechend wird die Verknüpfung zwischen der verborgenen Schicht HL und der Output-Schicht OL durch eine  $1 \times m$ -Matrix (also einen  $m$ -Vektor) plus einen Offset-Wert beschrieben, da die Output-Schicht nur ein Neuron enthält. Die Übergangsfunktion der Neuronen wurden beispielsweise mit einer sigmoidalen Funktion belegt, z.B. einem Hyperbeltangens ( $\tanh$ ), die auf die Summe der gemäß den Parametern gemäß der Verknüpfungsmatrix gewichteten Outputs der jeweils vorgelagerten Neuronen bzw. (im Fall der Input-Schicht) der Eingangswerte. Insbesondere beim Output-Neuron kann auch eine lineare Transferfunktion verwendet werden; in diesem Falle werden die Nichtlinearitäten von der ersten Schicht modelliert.

Die Zahl der Neuronen  $IN_1$ - $IN_n$  in der Input-Schicht ist beispielsweise gleich der Zahl der Eingangsgrößen; zusätzlich kann ein weiteres Neuron  $IN_0$  vorgesehen sein, als sogenanntes Bias-Neuron, welches gewährleistet, dass auch in dem Fall, dass die Eingangsgrößen sämtlich 0 sind, ein positiver Wert als Ausgangsgröße erzeugt wird.

Wieder bezugnehmend auf Fig. 1, verwendet das hier beschriebene Ausführungsbeispiel eine eigens entwickelte Bewertungskennziffer, die im Folgenden als „Fundamentaler Wert“ (FV, 'Fundamental Value') bezeichnet wird und als Maß der Über- oder Unterbewertung eines Unternehmens dient. Zur Berechnung der Kennziffer FV werden die für ein zu bewertendes Unternehmen vorhandenen Einflussgrößen  $EN_1$ , wie „Cash/Share“, „Sales/Share“ oder „Earnings/Share“ (siehe unten) oder die Verhältnisse von diesen Werten zu einer Bezugsgröße wie dem aktuellen Preislevel oder dem Marktindex, mithilfe eines neuronalen Netzes MLP1 auf der Grundlage eines Multilayer Perceptrons regelmäßig, z.B. wöchentlich, auf nichtlineare Abhängigkeiten untersucht und die einzelnen Einflussgrößen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Investment Entscheidung gewichtet. Das einmal trainierte Netzwerk MLP1 berechnet so oft wie erforderlich (abhängig vom Investment Style) diese Bewertungskennziffer FV für den fundamentalen Wert eines Unternehmens. Die Kennziffer FV ist dimensionslos und beschreibt die Bedeutung des betreffenden Kurses bzw. Unternehmens in Relation zum Gesamtsektor, in diesem Fall dem Sektor Biotechnologie.

Die Kennziffer FV fließt in ein zweites nachgelagertes neuronales Netz MLP2 ein, das daneben weitere Einflussgrößen  $EN_2$ , wie den Anteil der durch institutionelle Anleger gehaltenen Aktien oder das Kauf- oder Verkaufsverhalten der institutionellen Anleger, als Input erhält.

Das nachgelagerte Netzwerk liefert als Output OUV ein Maß für die Über- oder Unterbewertung, z.B. in Prozenten, in Relation zum Gesamtsektor, in diesem Fall des Sektors Biotechnologie. Es sei jedoch angemerkt, dass die Größe OUV nicht unmittelbar als Prognose der zukünftigen Kursentwicklung zu verstehen ist, wenn auch anzunehmen ist, dass eine Unterbewertung eines Unternehmens vom Markt erkannt und durch einen Kursanstieg ausgeglichen werden wird. In einem nachfolgenden Schritt wird der Grad OUV der Unterbewertung eines Unternehmens zum Festlegen einer Investitionsstrategie unter Berücksichtigung von

	TC4	TIND	FV	OUV (%)
5	DURA	12	363.81	68.59
	INCY	8	316.92	62.94
	CEGE	8	537.41	61.84
	TEVA	10	311.58	58.97
10	SANG	9	253.71	55.19
	ADRX	11	127.73	53.51
	CBST	7	-24.80	53.35
	ILXO	8	219.14	53.28
15	NOVN	12	7.25	52.09
	CTIC	10	-60.71	50.25
	BGEN	8	208.60	50.21
20	GENZ	13	181.45	47.76
	CVAS	18	-40.97	47.31
	ABSC	11	61.41	45.92
	CORR	7	85.45	44.30
25	AVIR	16	-41.86	43.27

Tabelle 1: Nach dem Grad OUV der Unterbewertung gereichte Liste der Unternehmen

weiteren Kenngrößen genutzt, die das zeitabhängige Verhalten der betrachteten Kurse beschreiben, z.B. des weiter unten beschriebenen Timing Indikators TIK.

Für jeden zu untersuchenden Kurs wird der Bewertungsgrad OUV aufgrund den dem jeweiligen Kurs zugehörigen Eingangsdaten bestimmt. Die Ergebnisse werden z.B. in Form einer nach dem Bewertungsgrad OUV geordneten Liste dargestellt, für die ein Beispiel in Tabelle 1 gezeigt ist. Anhand dieser Ranglist kann ein Investor den Grad der Unterbewertung der Unternehmen - die in Tabelle 1 anhand vierbuchstabiger Ticker-Codes TC4 der Unternehmen gekennzeichnet sind - leicht identifizieren. In Tabelle 1 ist der Bewertungsgrad OUV in Prozenten angegeben; z.B. ist laut dem ersten Eintrag der Liste der Kurs DURA bzw. das diesem zugrunde liegende Unternehmen um 68.59% unterbewertet.

Die Auswahl der von dem neuronalen Netz NN1 als Eingangsgrößen verwendeten Daten erfolgt ebenfalls unter Zuhilfenahme eines neuronalen Netzes. Spätestens seit der Etablierung des Internets sowie anderer kostengünstiger Informationsquellen steht bei der Aktienauswahl umfangreiches Datenmaterial für jeden Investor nahezu unbegrenzt zur Verfügung. Das macht die Auswahl der relevanten Daten jedoch keineswegs einfacher, da es schwierig zu beurteilen bleibt, welche Bedeutung die Einflussgrößen auf die Investmententscheidung besitzen.

Grundsätzlich kommt eine große Zahl von Eingangsgrößen als möglicherweise relevante Input-Daten für das neuronale Netz in Frage. Eine erste Gruppe sind fundamentale kursbezogene Daten, d.s. unternehmensspezifische Daten und Kennzahlen, die aus der Bilanz- und Gewinn/Verlust-Rechnung entnommen werden. Sie dienen der Unternehmensbewertung und dem Vergleich mit gleichartigen Unternehmen. Fundamentale Daten sind z.B. die folgenden bekannten ökonomischen Parameter:

- Cash/Share (Kurs-Cash-Verhältnis),

- Revenue/Share und Earnings/Share (Umsatzerlös geteilt durch die Aktienanzahl),
- Book Value/Share (Eigenkapital geteilt durch die Aktienanzahl),
- Return on Investments (Rendite geteilt durch die Aktienanzahl),
- Return on Equities (erwirtschafteter Ertrag geteilt durch die Aktienanzahl),
- 5 - Marktkapitalisierung (Produkt des Kurswerts und der Aktienanzahl).

Eine weitere Gruppe wird von technischen Indikatoren gebildet, z.B.

- 10 - High-Low-Range (Differenz des Höchst- und Tiefstkurses für die zurück liegenden 52 Wochen),
- Momentum Indikatoren (Preisänderung),
- Moving Averages (Durchschnitt der letzten n Kurswerte),
- Relative Performance (Performance bezogen auf den Marktindex).

15 Darüber hinaus können auch weitere Indikatoren verwendet werden, z.B. „Sentiment Indikatoren“, die Einschätzungen seitens der Marktteilnehmer hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung eines Unternehmens wiedergeben, z.B.

- 20 - Insider Buyings (Aktienkäufe durch Marktteilnehmer, die in einer besonderen Beziehung zu dem betreffenden Unternehmen stehen, z.B. Vorstandsmitglieder od.dgl.),
- Insider Selling (wie vorstehend, jedoch für Aktienverkäufe),
- Shares held by Insiders (wie vorstehend, jedoch für gehaltene Aktien),
- Institutional Buying (Aktienkäufe durch institutionelle Investoren, z.B. Banken, Versicherungen od.dgl.),
- 25 - Institutional Selling (Aktienverkäufe durch institutionelle Investoren),
- Shares held by Institutions (von institutionellen Investoren gehaltene Aktienteile),
- Number of Institutional Investors (Anzahl der institutionellen Investoren eines Kurses).

30 Um die Komplexität des vorhandenen Ansatzes sowie die Anzahl der zur Anwendung gebrachten Entscheidungskriterien zu reduzieren und damit für den Anwender transparenter zu machen, sowie um die Entscheidung für ein Investment einfach und nachvollziehbar zu gestalten, wurden aus den genannten möglichen Eingangsgrößen einige wenige ausgewählt.

35 Zur Eingrenzung der relevanten Einflussgrößen wurde ein weiteres neuronales Netzwerk verwendet, dem als Input sämtliche möglichen Einflussgrößen zugeführt werden. Als Netzwerk wurde ein Multilayer Perceptron (Fig. 1) verwendet, wobei die Anzahl der Neuronen in der Input-Schicht und in der verborgenen Schicht jeweils gleich der (anfänglichen) Zahl der Eingangsgrößen war; die Output-Schicht wurde wie bereits erwähnt durch ein einziges Neuron repräsentiert, dessen Ausgang die zu bestimmende bzw. zu erlernende 12-Wochen-Performance darstellt.

40 Kursbezogene Daten der Aktienkurse von 100 Biotechnologie-Unternehmen wurden als Lernbeispiele benutzt; als zu erlernender Output ('desired Output') wurde die prozentuale Kursveränderung der Aktien dieser Testmenge in 12 Wochen gewählt (sogenannte 12-Wochen Performance).

45 Die Ausgangsgewichte wurden mit Zufallswerten festgelegt, das Netzwerk dann in 600 Epochen trainiert. Der Lernerfolg wurde statistisch bestimmt, bei Lernerfolg die Gewichte beurteilt. Da diese Untersuchungsreihe lediglich dazu diente, die anfänglich vorhandenen Einflussgrößen (=Netzwerk Inputs) hinsichtlich Ihrer Anzahl zu reduzieren, um die Komplexität zu reduzieren, wurden die Einflussgrößen mit der schwächsten Gewichtung für den nachfolgenden Trainings-

50 lauf nicht mehr verwendet, so dass zum Abschluss der Untersuchung noch die nachfolgenden Einflussgrößen als Input für das Netzwerk verwendet wurden.

In dem hier betrachteten Ausführungsbeispiel wurden durch das beschriebene Verfahren beispielsweise folgende Eingangsgrößen ausgewählt:

- Preis (Cash/Share)
- Preis (Revenue/Share)
- Preis (Earning/Share)
- Institutional Buying
- 5 - Shares Held by Institutions

Dieser Satz von Eingangsgrößen wurde dann als Input für das Netzwerk NN1 verwendet.

10 Neben der geeigneten Auswahl der Inputs ist insbesondere die Konfiguration des neuronalen Netzwerks NN1 von großer Bedeutung, und zwar sowohl für den angestrebten Lernerfolg als auch für die Stabilität des Netzwerkes bei der Anwendung als Entscheidungsinstrumentarium.

15 Es wurde gefunden, dass unter Netzwerken unterschiedlicher Konfiguration mit dem genannten Satz von Eingangsgrößen die in Fig. 1 dargestellte Konfiguration, worin der Bewertungsgrad OUV in zwei nacheinander geschalteten Netzwerken MLP1, MLP2 berechnet wird, die besten Lernergebnisse liefern konnte.

20 Die Anzahl der Neuronen in der verborgenen Schicht HL der Unternetzwerke MLP1, MLP2 wurde unter Berücksichtigung der Informationskriterien festgelegt und betrug  $m = 10$  bzw. 4 Neuronen. Die Parameter der Übergangsmatrizen der beiden Unternetzwerke MLP1, MLP2 wurden in einem Trainingsverfahren nach der bekannten Back-Propagation eingestellt.

25 Das erste neuronale Netzwerk MLP1 dient der Berechnung des Fundamentalen Werts FV. Es erhält in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel aus dem Satz den fundamentalen kursbezogenen Daten ausgewählte Kenndaten als Eingangsgrößen EN1, nämlich die Daten Preis/(Cash/Share), Preis/(Revenue/Share), Preis/(Earnings/Share). Ausgabegröße ist der Fundamentale Wert FV in beliebigen Einheiten.

30 Fig. 3 illustriert den Zusammenhang zwischen dem mit MLP 1 berechneten Fundamentalen Wert FV und der prozentualen Kursveränderung der zugehörigen Kurse im maßgeblichen Zeitraum (Mai bis August 2000). In Fig. 3 - ebenso wie in Fig. 4 - ist außerdem eine Ausgleichsgerade der gezeigten Daten sowie eine auf einem Polynom zweiter bzw. dritter Ordnung beruhende Anpassungskurve an die Daten gezeigt. Es ist eine deutliche Korrelation zwischen diesen beiden Größen erkennbar, derart, dass Kurse mit höherem Wert FV im Beobachtungszeitraum eine stärkere Kursveränderung zu verzeichnen hatten.

35 Das zweite neuronale Netzwerk MPL2 erhält als Eingangsgrößen EN2 neben dem Fundamentalen Wert FV weitere Eingangsgrößen, die in dem Ausführungsbeispiel den „Sentiment-Indikatoren“ entstammen, nämlich Institutional Buying und Shares held by Institutions. Ausgabegröße des Netzwerks MLP2 - und somit des gesamten Netzwerks NN1 - ist der Bewertungsgrad OUV, dargestellt als prozentuelle Unterbewertung des betreffenden Kurses bzw. Unternehmens.

45 Fig. 4 zeigt den Zusammenhang zwischen der so berechneten Unterbewertung OUV und der prozentualen Kursveränderung der zugehörigen Kurse im maßgeblichen Zeitraum (Mai bis August 2000). Es ist ersichtlich, dass Unternehmen, für die durch das erfindungsgemäße Verfahren eine deutliche Unterbewertung (links in Fig. 4) berechnet wurde, eine signifikant höhere prozentuale Kursveränderung im Beobachtungszeitraum verzeichnet werden konnte als für Unternehmen mit einer niedrigeren Unterbewertung (rechte Seite in Fig. 4).

50 Die Anwendung des erfindungsgemäß gewonnenen Parameters OUV sollte im Hinblick auf den Umstand geschehen, dass börsennotierte Unternehmen, die unterbewertet sind, auch weiterhin unterbewertet bleiben können, und zwar für eine durch die im neuronalen Netz gewonnenen Parameter nicht näher bestimmbare Zeit. Um dies abzuschätzen, wurde der im nachfolgenden beschriebene zeitbezogene Parameter TIND ('Timing Indikator') herangezogen.



Ziel war es dabei, einen Indikator zu finden, der den aktuellen Kursverlauf einer Aktie in Relation zum betrachteten Marktsegment beschreibt, um zu erkennen, ob sich der Kursverlauf in einem Aufwärtstrend befindet. Der hier vorgeschlagene Parameter TIND basiert auf einer Kombination aus verschiedenen aus der Performance gewonnenen Kennziffern, wie der 4- und 12-Wochen Performance einer Aktie, aber auch der relativen Performance, d.h. der Kursentwicklung in Relation zum entsprechenden Sektor Index, wie z.B. dem Nasdaq-Biotechnologie-Index.

Der Indikator TIND setzt sich aus vier folgend beschriebenen Zahlen zusammen:

- a) Kumulierte relative Performance-Zahl KReIP: Für jede Woche, in der die prozentuale Veränderung des Kurses einer Aktie innerhalb einer Woche größer war als die prozentuale Veränderung des Nasdaq-Biotech-Index der gleichen Woche, wird diese Zahl KReIP (ausgehend von einem Startwert 0) um eins erhöht. Diese Zahl wird z.B. für die zurückliegenden 10 Wochen kalkuliert und aufsummiert, sodass KReIP Werte zwischen 0 und 10 annehmen kann.
- b) Kumulierte 1-Wochen Performance KW1P: Ist die Kursveränderungen in der jeweils betrachteten Woche positiv, wird diese Zahl KW1P um eins erhöht. Diese Zahl wird beispielsweise ebenfalls für die jeweils zurückliegenden 10 Wochen kalkuliert und aufsummiert, sodass KW1P Werte zwischen 0 und 10 annehmen kann.
- c) 4-Wochen Performance W4P: Ist die Differenz aus dem aktuellen Kurs und dem Kurs vor 4 Wochen Kursveränderungen in der jeweils betrachteten Woche positiv, nimmt diese Zahl W4P den Wert 1 an; sonst 0.
- d) 12-Wochen Performance W12P: Ist die Differenz aus dem aktuellen Kurs und dem Kurs vor 12 Wochen Kursveränderungen in der jeweils betrachteten Woche positiv, nimmt diese Zahl W12P den Wert 1 an; sonst 0.

Der Indikator TIND ist dies Summe dieser 4 Kennzahlen  $KReIP+KW1P+W4P+W12P$  und kann somit Werte zwischen 0 und 22 annehmen; ein starker Aufwärtstrend ist durch einen hohen Wert der Zahl TIND, z.B.  $TIND>12$  oder 16, angezeigt.

Mithilfe einer Kombination aus dem Maß OUV für die Unterbewertung eines börsennotierten Unternehmens mit der Indikatorzahl TIND konnten überdurchschnittliche Investmentergebnisse erzielt werden.

Eine Beispiel einer Strategie ist folgende: Für die Unternehmen bzw. Kurse im hier betrachteten Biotechnologie-Sektor wurden jeweils die Parameter TIND, FV und OUV ermittelt und diese in einer Rangliste (vgl. Tabelle 1) gereiht; von den 20 an oberster Stelle in der so gewonnen Rangliste stehenden Kursen mit  $TIND>12$  wurden Aktienanteile zu jeweils gleichen Gesamtwert angekauft; alle sechs Wochen wird das so erhaltene Portfolio - nach Neuberechnung der Parameter nach der Erfindung - überprüft und gegebenenfalls durch An/Verkauf korrigiert. Zusätzlich kann eine sogenannte Value-at-Risk Stop Loss-Strategie hinzugefügt werden, nach der die Anteile eines Kurses verkauft werden, wenn dieser unter eine für diesen Kurs zu Beginn festgelegten Kurswert fällt.

Mit dieser - lediglich beispielhaften - Strategie konnten im Zeitraum Mitte September bis Mitte November 2000 folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Kaufte eine Investor die 20 Aktien, die in der Rangliste als am stärksten unterbewertet aufgelistet wurden (TOP 20), erzielte er mit einem Return von 5.70 % eine deutlich höhere Performance als mit einer Investition in den Nasdaq Biotechnologie Index IXB, der im Beobachtungszeitraum 3.90 % verlor.

- Ein Portfolio der 20 am stärksten unterbewerteten Titel (TOP 20) mit TIND>12 hatte im Beobachtungszeitraum mit 15.41 % einen signifikant stärkeren Zuwachs zu verzeichnen.
- Ein Portfolio aus Titeln, die in der Rangliste als am stärksten überbewertet aufgelistet waren (LOW 20), hat deutlich stärker als der Markt verloren - und drastisch im Vergleich zu den TOP 20. Die Performance der TOP 20 war gegenüber den LOW 20 in nur 8 Wochen um ca. 26% besser.
- Die Bedeutung der Indikatorzahl TIND zeigt sich auch hier, indem die Verluste auf 3.18% reduziert werden. Interessant ist, dass in diesem Fall der Return im kompletten Beobachtungszeitraum etwa der Bewegung des Index entsprach.

Natürlich sind die verwendeten Investmentregeln abhängig vom bevorzugten Investment-Stil des Investors, sodass das beschriebene Investmentmodell selbstverständlich nur exemplarisch sein kann; viele andere Investmentstrategien sind denkbar. Dennoch unterstreichen diese Ergebnisse die Leistungsfähigkeit der erfindungsgemäß bestimmten Parameter für ein Investitionsmodell.

Der Vergleich mit führenden Biotechnologie-Fonds zeigt die Leistungsfähigkeit des Modells auch in fallenden Märkten. Der Durchschnitt des Returns aus ca. 30 Fonds lag im gleichen Zeitraum mit einem Zuwachs von 0.53 % zwar höher als die Veränderung des Sektors, war aber signifikant geringer als der Return des Portfolios aus den TOP 20 in Verbindung mit dem Indikator TIND. Selbst der Fonds aus dem vorliegenden Sample mit dem höchsten Return (10.31) konnte vom vorliegenden Modell hinsichtlich der Performance übertroffen werden.

## Patentansprüche:

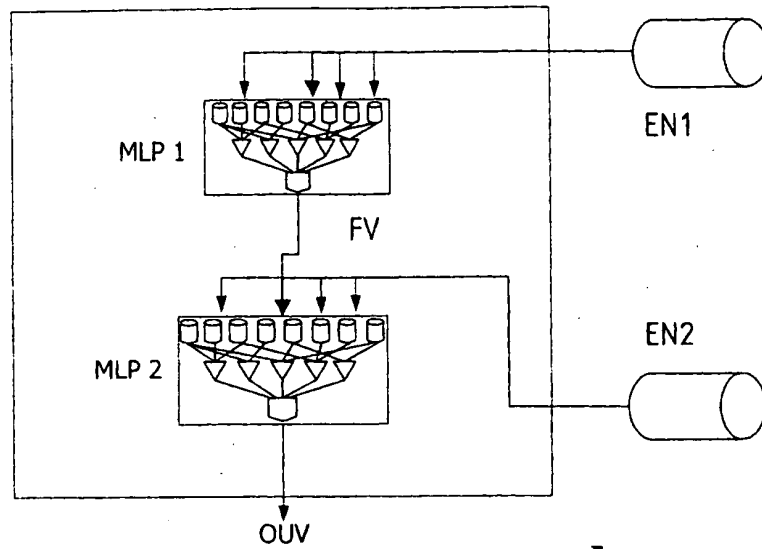
1. Vorrichtung zum Abschätzen des Kurswerts von börsengehandelten Basiswerten, unter Verwendung von Kurskenndaten, welche die betreffenden Basiswerte und/oder das bisherige Kursverhalten der zugeordneten Kurse beschreiben, *gekennzeichnet durch* einen zwei Unterautomaten (MLP1,MLP2) aufweisenden nichtlinearen Automaten (NN1) mit einer Eingabe für eine Anzahl von einen abzuschätzenden Kurs betreffenden Kurskenndaten (EN1,EN2) und mit einer Ausgabe für eine Ergebnisgröße (OUV), welche eine zu erwartende Bewertung dieses Kurses hinsichtlich seines Kurswerts wiedergibt, wobei dem ersten Unterautomaten (MLP1) zumindest ein Teil der Eingangsgrößen (EN1), zumindest aber jene Eingangsgrößen welche Kenndaten von einem dem betreffenden Kurs zugeordneten Unternehmen darstellen, zuführbar sind und der Ausgang (FV) des ersten Unterautomaten sowie zumindest die übrigen Eingangsgrößen (EN2) einem zweiten Unterautomaten (MLP2) zugeführt sind, dessen Ausgang (OUV) als Ausgabe des nichtlinearen Automaten (NN1) ausgeführt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der nichtlineare Automat mittels eines neuronalen Netzes (NN1) realisiert ist, dessen Verknüpfungparameter durch vorangehendes Training unter Verwendung von Kurskenndaten und Bewertungen von zum Training verwendeten Kursen einstellbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Ergebnisgröße (OUV) die Form einer Unter- bzw. Überbewertung des Kurses in Bezug auf einen gegebenen Kurswert aufweist.
4. Verfahren zum Abschätzen des Kurswerts von börsengehandelten Basiswerten, unter Verwendung von Kurskenndaten, welche die betreffenden Basiswerte und/oder das bisherige Kursverhalten der zugeordneten Kurse beschreiben,

*dadurch gekennzeichnet, dass*

einem nichtlinearen Automaten (NN1) für jeden abzuschätzenden Kurs eine Anzahl von diesen Kurs betreffenden Kurskenndaten (EN1,EN2) als Eingangsgrößen eingegeben werden und von dem nichtlinearen Automaten eine Ergebnisgröße (OUV) geliefert wird, welche eine zu erwartende Bewertung des Kurses hinsichtlich seines Kurswerts wiedergibt, wobei die Ermittlung der Ergebnisgröße (OUV) in zwei Schritten durchgeführt wird, und zwar wird in einem ersten Schritt seitens eines ersten Unterautomaten (MLP1) des nichtlinearen Automaten (NN1) aus zumindest einem Teil der Eingangsgrößen (EN1), zumindest aber jenen Eingangsgrößen welche Kenndaten von einem dem betreffenden Kurs zugeordneten Unternehmen darstellen, eine Bewertungskennzahl (FV) des betreffenden Kurses ermittelt und in einem zweiten Schritt seitens eines zweiten Unterautomaten (MLP2) des nichtlinearen Automaten aus dieser Bewertungskennzahl (FV) sowie zumindest den übrigen Eingangsgrößen (EN2) die Ergebnisgröße (OUV) bestimmt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass als nichtlinearer Automat ein neuronales Netz (NN1) verwendet wird, dessen Verknüpfungparameter durch vorangehendes Training unter Verwendung von Kurskenndaten und Bewertungen von zum Training verwendeten Kursen eingestellt wurden.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Auswahl der verwendeten Eingangsgrößen (EN1,EN2) ein neuronales Netz mit einem anfänglichen Satz von Kurskenndaten und Bewertungen trainiert wird, wobei die Abhängigkeit der Trainingsleistung des neuronalen Netzes von den einzelnen Kurskenndaten zahlenmäßig bestimmt wird, und im Laufe des Trainings Kurskenndaten, für die eine nur geringfügige Abhängigkeit der Trainingsleistung bestimmt wurde, aus dem Satz ausgeschieden werden, und der so gewonnene, reduzierte Satz von Kurskenndaten als Satz von Eingangsgrößen (EN1,EN2) verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Ergebnisgröße (OUV) in Form einer Unter- bzw. Überbewertung des Kurses in Bezug auf einen gegebenen Kurswert ausgedrückt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Bewertung der Ergebnisgröße (OUV) zusätzlich ein zeitbezogener Parameter (TIND) herangezogen wird, der unter Verwendung verschiedener Wochen-Performances ermittelt wird und den Kursverlauf des betreffenden Kurses bzw. des zugeordneten Basiswertes, insbesondere Unternehmens, relativ zu einem zugehörenden Marktsegment oder Marktindex beschreibt.

**Hiezu 2 Blatt Zeichnungen**



NN1

Fig. 1

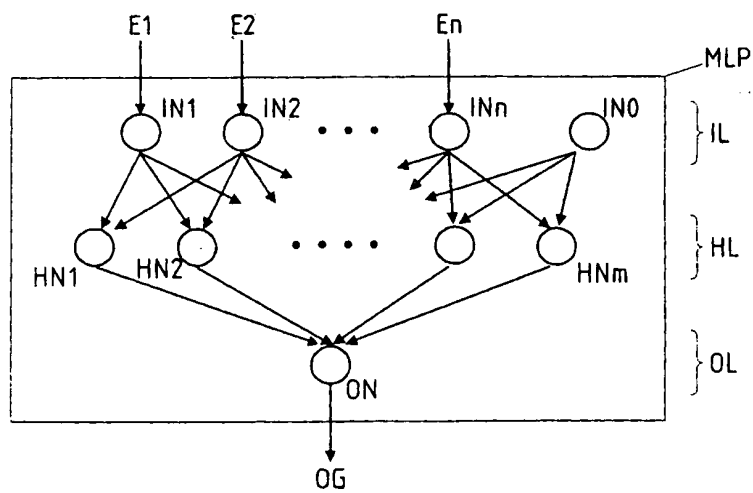


Fig. 2

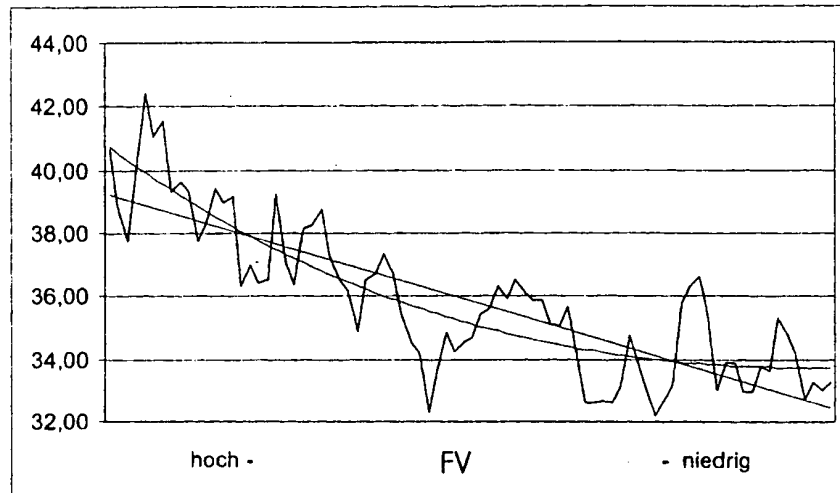


Fig. 3

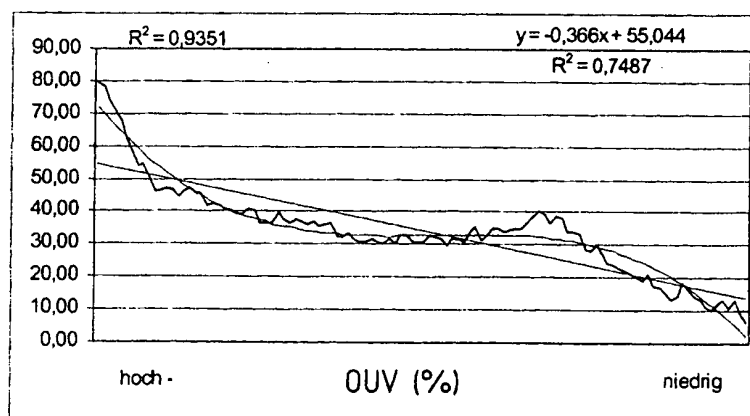


Fig. 4