

Gleitende Durchschnitte 3.0

(Moving Averages 3.0)

Die bekanntesten gleitenden Durchschnitte (GD), nämlich der einfache gleitende Durchschnitt (MAS), der exponentielle gleitende Durchschnitt (MAE) und der gewichtete gleitende Durchschnitt (MAW), werden mit Hilfe des Abtasttheorems aus dem Gebiet der Signalübertragung modifiziert. Diese mit dem Abtasttheorem modifizierten GD („Gleitende Durchschnitte 3.0“) weisen je nach Periodeneinstellung eine sehr gute Glättung auf, bilden Trends sehr gut ab und erkennen Trendwenden im Kursverlauf zumindest rechnerisch ohne Zeitverzögerung. Hinsichtlich Glättung, Trenddarstellung und Zeitverzögerung stellen sie eine wesentliche Verbesserung gegenüber den herkömmlichen Standard-GD MAS, MAE und MAW („Gleitende Durchschnitte 1.0“) dar. An Hand mehrerer Tests und eines einfachen, profitablen Handelssystems auf der Basis eines solchen modifizierten GD wird die Effektivität dieser GD ergänzend gezeigt.

Einführung

Gleitende Durchschnitte (GD), auch Moving Averages (MA) genannt, sind die in der Technischen Analyse am häufigsten verwendeten Indikatoren. Bei ihrer Anwendung auf eine Kurszeitreihe wird die durch den flukturierenden Kursverlauf dargestellte Marktsituation geglättet. Viele der chaotischen Kursausschläge werden dabei eliminiert, der geglättete Kursverlauf legt gewissermaßen einen begehbaren, vorteilhaften Pfad durch das Zick-Zack-Dickicht des originalen Kursverlaufs.

Die Bezeichnung „Gleitender Durchschnitt“ weist auf seine Berechnung hin: Der Durchschnitt wird über eine bestimmte Anzahl von Kursen berechnet (z. B. Minutenkurse über 15 Minuten, Tageskurse über 20 Tage, Wochenkurse über 10 Wochen). In den genannten Beispielen sind die Werte 15, 20, und 10 die Berechnungsperiode und die Minutenkurse, Tages- und Wochenkurse die Periodeneinstellung. Die Durchschnittsberechnung erfolgt dann sukzessive durch Verschiebung des „Periodenfensters“, 15 Minuten, 20 Tage und 10 Wochen in unserem Beispiel, um jeweils eine Basiszeiteinheit. Das Periodenfenster gleitet mit der Schrittweite einer Basiszeiteinheit über den Kursverlauf.

Die vorteilhafte Durchschnittsberechnung ist die am meisten geschätzte Eigenschaft der GD. Sie bildet nämlich in weicheren, glatteren und damit anschaulicheren Mustern die Bewegungen des Kursverlaufes nach. Die Durchschnittsberechnung bringt jedoch auch den Hauptnachteil der GD mit sich: Eine zeitliche Verzögerung, auch englisch „lag“ genannt, zwischen dem Bewegungsmuster des originalen Kursverlaufs und demjenigen des GD. Recht deutlich kann man dies an den Trendwenden erkennen: Das Extremum des GD ist gegenüber dem Kursverlauf-Extremum verzögert (siehe Abbildung 1).

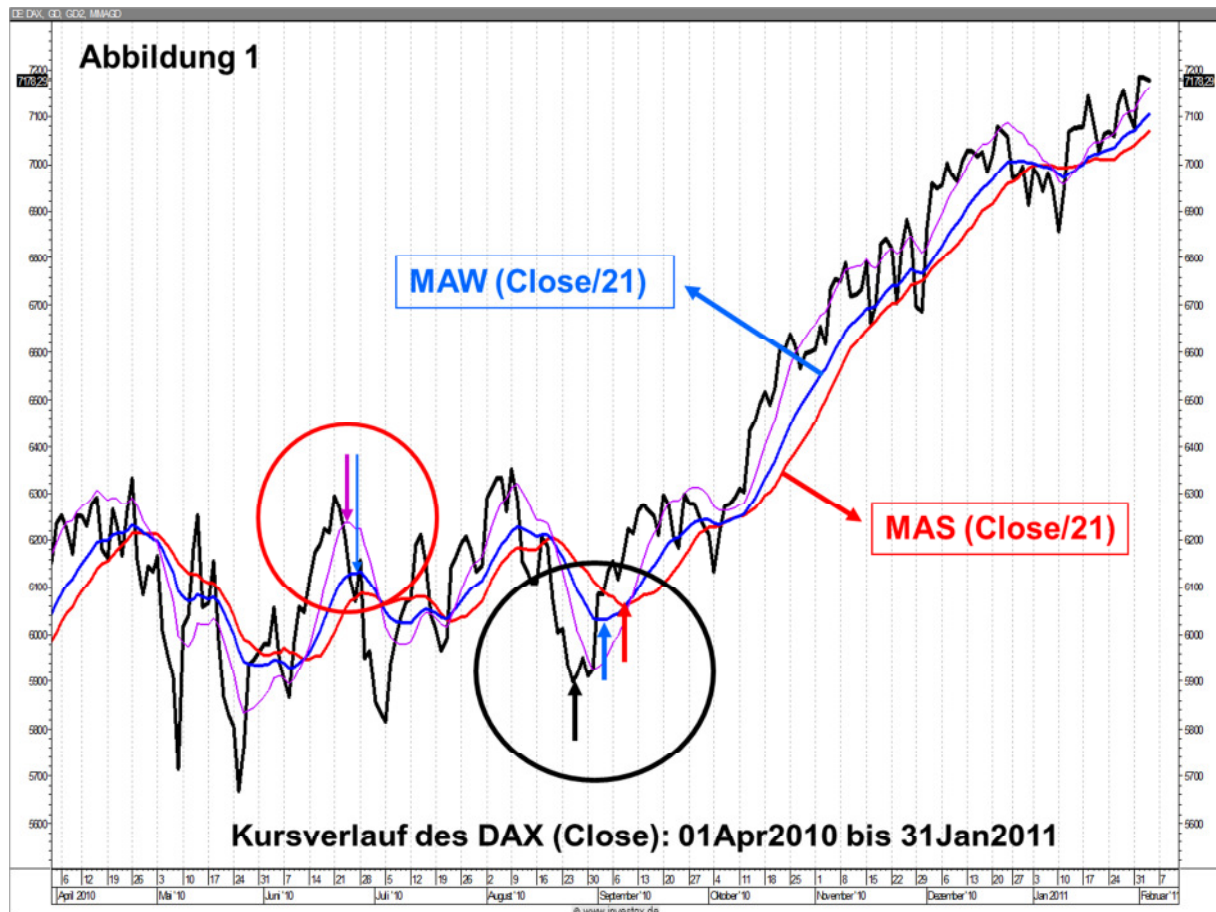


Abb. 1: Vergleich von MAS und MAW Periodeneinstellung 21 Tage

In der Abbildung 1 sind neben dem Kursverlauf (schwarze Linie) zwei GD eingezeichnet: Ein einfacher GD (rote Linie), mit **MAS(Close/21)** bezeichnet, und ein gewichteter GD (blaue Linie), mit **MAW(Close/21)** bezeichnet. Details zu diesen GD finden Sie auf der VTAD-Homepage unter „Lexikon der Technischen Analyse“. Beide GD sind auf dem Schlußkurs „Close“ und mit einer Periodeneinstellung von 21 Tagen berechnet. Deutlich kann man erkennen, dass der MAW näher am Kursverlauf liegt als der MAS und dass die zeitliche Verzögerung des MAW (blauer Pfeil im schwarzen Kreis) weniger ausgeprägt ist als die des MAS (roter Pfeil im schwarzen Kreis). Auf die in der Abbildung zusätzlich eingezeichnete dünne, violette Linie wird weiter unten detailliert eingegangen.

Unter Einbeziehung des exponentiellen gleiten Durchschnitts (näheres dazu auf der VTAD-Homepage), mit MAE bezeichnet, lassen sich die zeitlichen Verzögerungen [1] für die einzelnen GD wie folgt berechnen (n ist die Periodeneinstellung):

$$\text{MAS: lag} = (n - 1)/2;$$

$$\text{MAE: lag} = \frac{1}{a} - 1 \text{ (für die Standardeinstellung } a = 2/(n+1) \text{ ergibt sich wie beim MAS: lag} = (n - 1)/2);$$

$$\text{MAW: lag} = (n - 1)/3;$$

MAS, MAE und MAW sind die gebräuchlichsten GD. Moderne Varianten, wie der KAMA und der Vidya sind Derivate des MAE und werden nachfolgend nicht weiter betrachtet, ebenso wie die Lineare Regression. Auffällig an den obigen drei Formeln ist, dass der MAW die geringste Zeitverzögerung hat. Deshalb ist es etwas unverständlich, dass der MAS mit der längeren Zeitverzögerung in der Periodeneinstellung 200 Tage der am häufigsten verwendete GD ist. Der MAS (Kurs/200) hat eine Zeitverzögerung von $(200 - 1)/2 = 99,5$ Tagen, während ein MAW in der gleichen Einstellung nur eine Verzögerung von 66,3 Tagen aufweist. Die kritische Bemerkung sei erlaubt, dass auf den heutigen, sehr schnell wechselnden Märkten, ein solcher GD nur begrenzte Aussagekraft haben kann.

Weiter oben wurde darauf hingewiesen, dass die zeitliche Verzögerung ein wesentlicher Nachteil der GD ist. **In dieser Arbeit wird nun eine Gruppe von GD beschrieben, die eine hohe Glättungswirkung haben, bei gleichzeitiger sehr geringer Verzögerung.**

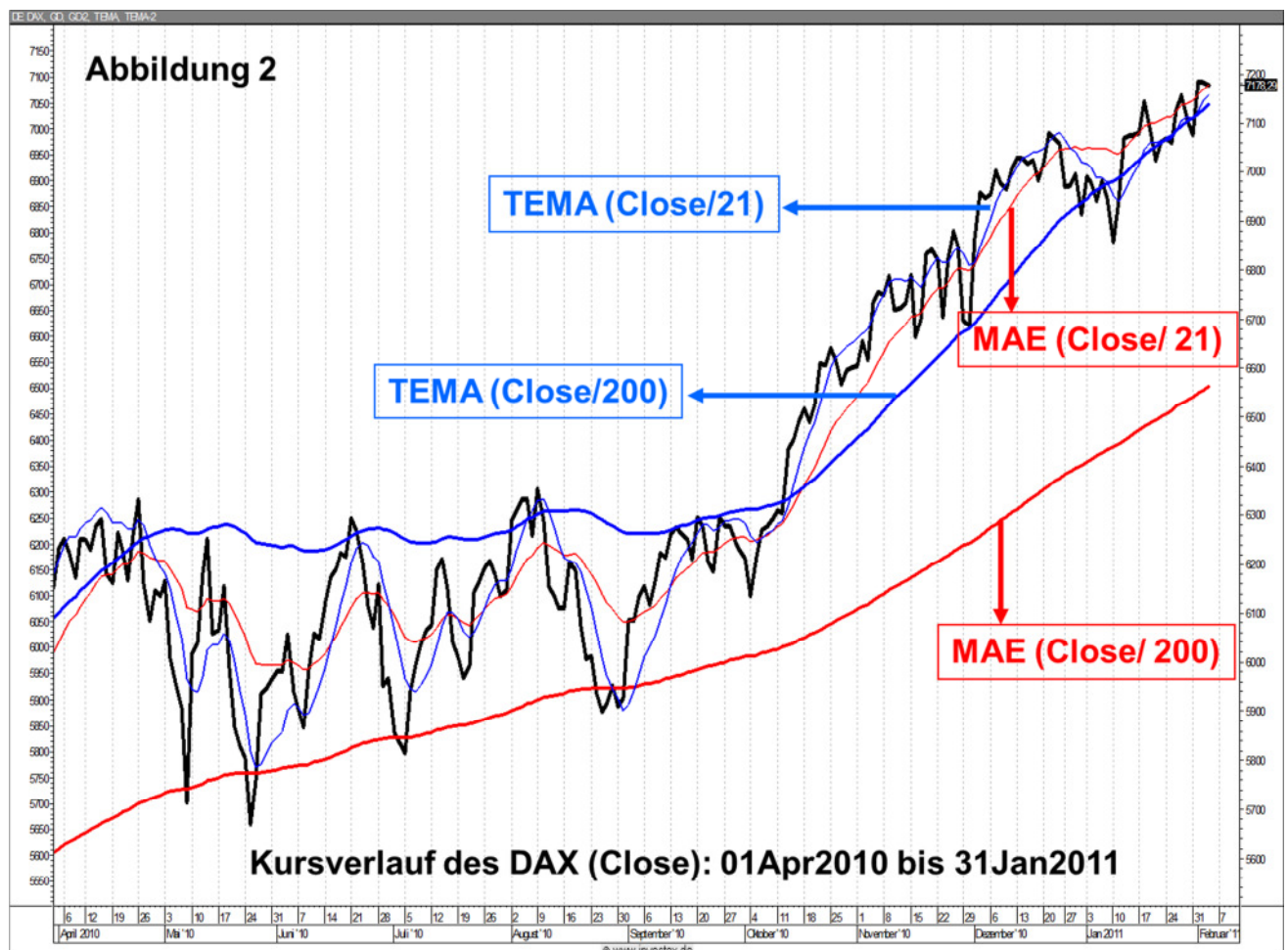


Abb. 2: Vergleich von TEMA und MAW (Periodeneinstellungen: 21/200 Tage)

Ansätze zur Reduzierung der Zeitverzögerung

Patrick Mulloy hat im Stocks & Commodities Magazine (February 1994) einen wegweisenden Ansatz gemacht, um die Zeitverzögerung bei einem MAE zu reduzieren. Er wendet gemäß der nachfolgenden Beziehung

$$\text{TEMA} = 3 \cdot \text{MAE} - 3 \cdot \text{MAE}(\text{MAE}) + \text{MAE}[\text{MAE}(\text{MAE})]$$

einen MAE ein- beziehungsweise zweimal auf sich selbst an und kombiniert die Ergebnisse mit dem originalen MAE wie angegeben. Der TEMA von Patrick Mulloy ist im Vergleich zum MAE in Abbildung 2 dargestellt, beide mit den Periodeneinstellungen 21 und 200 Tage. Der TEMA ist in beiden Periodeneinstellungen eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem Standard-MAE. Der TEMA folgt dem Kursverlauf wesentlich zeitnäher als der MAE, was im Vergleich der beiden GD in der Periodeneinstellung 200 Tage besonders offensichtlich ist.

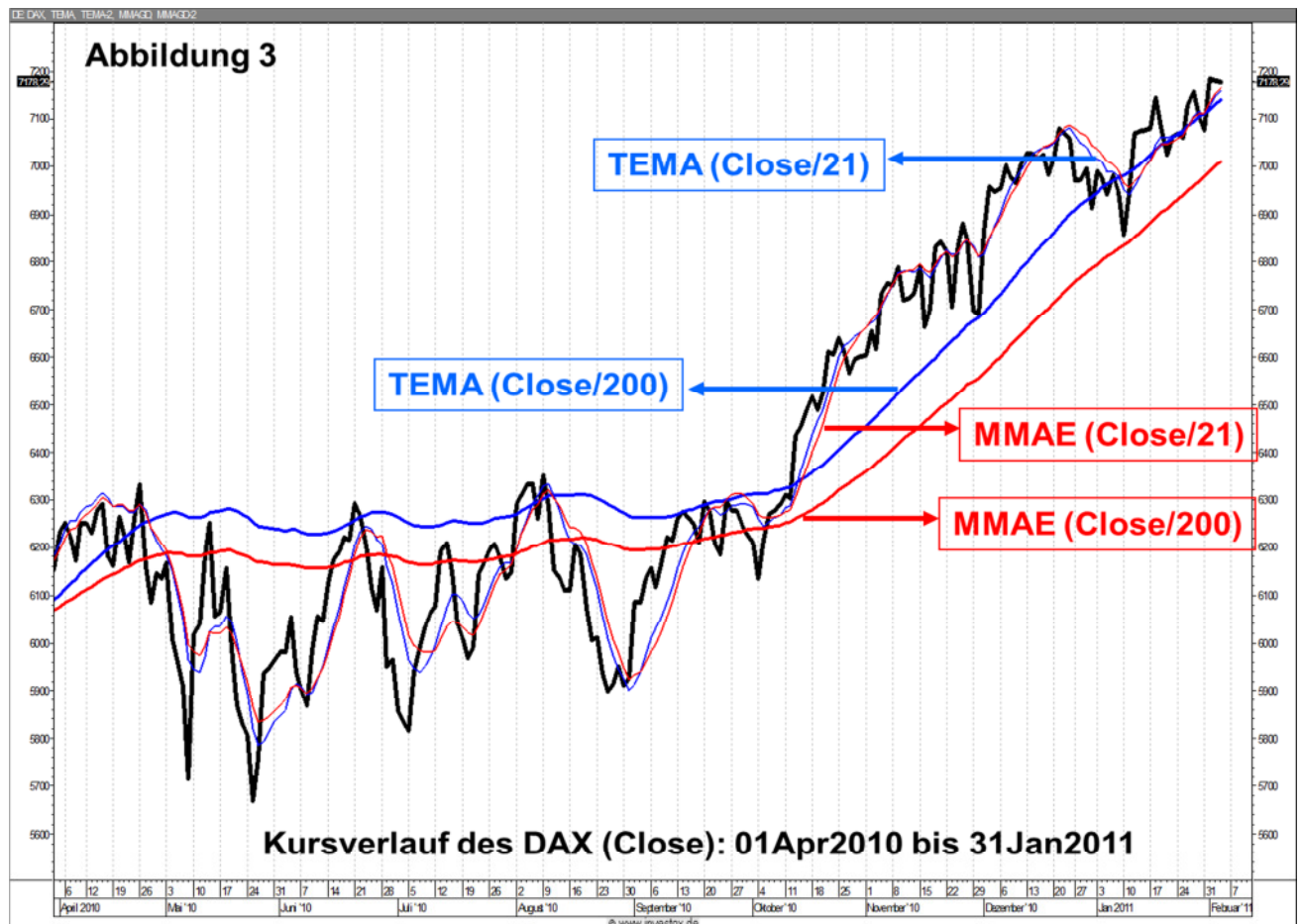


Abb. 3: Vergleich von TEMA und MMAE (Periodeneinstellung (21/200))

Im Jahr 2001 hat John F. Ehlers einen verallgemeinerten Ansatz für einen GD mit reduzierter Zeitverzögerung vorgestellt [2]. Sein Ansatz lautet:

$$\text{MGD}(\text{Kurs}/n) = 2 * \text{GD}(\text{Kurs}/n) - \text{GD}[\text{GD}(\text{Kurs}/n)/n].$$

Ehlers benutzt einen GD (MAS, MAE oder MAW) und wendet diesen GD ein zweites Mal auf sich selbst an. Das Ergebnis $GD[GD(Kurs/n)/n]$ wird vom einfachen GD, multipliziert mit dem Faktor zwei, subtrahiert (die Periodeneinstellung ist mit n bezeichnet). Der so modifizierte GD (Bezeichnung MGD) ist im Vergleich zum TEMA in der Abb. 3 dargestellt, wobei als GD der MAE gewählt wurde (Bezeichnung MMAE). Die einfachere Beziehung von Ehlers liefert hinsichtlich der Trendwendepunkte nahezu das gleiche Ergebnis. In der Periodeneinstellung 21 Tage ist der TEMA näher am Kurs, in der Periodeneinstellung 200 Tage gilt das für den TEMA nur in dem ausgeprägten Trendbereich. In der Abbildung 1 wird ein MMAW, obiger Ehlers-Ansatz mit einem MAW und der Periodeneinstellung 21 Tage (violette Linie), zusätzlich mit dem herkömmlichen MAW verglichen (blaue Linie). Die erheblich reduzierte Zeitverzögerung des MMAW ist offensichtlich.

In beiden Ansätzen wird ein GD einmal auf den Kursverlauf und zum anderen auf sich selbst angewendet. Betrachtet man nun den Kursverlauf und die darauf angewendeten GD ganz allgemein als Signale in Zeitdarstellung und übernimmt für ihre Analyse Erkenntnisse aus dem Gebiet der Signalübertragung, dann lässt sich ableiten (siehe Anlage C), dass die oben beschriebene Anwendung eines GD auf sich selbst bestenfalls nur näherungsweise richtig ist und wesentlich verbessert werden kann.

Abtasttheorem

Die Anwendung eines GD auf sich selbst lässt sich signaltheoretisch als eine Abtastung verstehen: Mit einem Tast-Signal, in unserem Fall wäre dies der GD, wird ein zu analysierendes Signal, dies ist der GD selbst, abgetastet. **Wenn dabei Zusatzperioden, die im Kurs nicht enthalten sind, vermieden werden sollen, dann muss die Abtastung dem Abtasttheorem (Nyquist-Shannon-Abtasttheorem [3] und [4]) gehorchen.** In seiner Frequenzformulierung (f steht für Frequenz) lautet das Abtasttheorem:

$$f_{\text{abtast}} > 2 f_{\text{max}},$$

dabei ist f_{max} die maximale Frequenz, die im abzutastenden Signal enthalten ist. Da eine Frequenz direkt proportional zu einer reziproken Periode ist, lautet das **Abtasttheorem mit der Periodeneinstellung** als Parameter, die übliche Einstellung in der Technischen Analyse:

$$n_1 = \lambda n_2, \text{ mit } \lambda \geq 2.$$

Dabei ist n_1 die Periodeneinstellung für den primären GD (GD_1 : das zu analysierende Signal), auf den ein weiterer GD (GD_2 : das Abtastsignal) mit der Periodeneinstellung n_2 angewendet wird. **n_1 muss dabei mindestens doppelt so groß sein wie n_2 .** In den Ansätzen von Mulloy und Ehlers sind, als Kurzbezeichnung sei dafür „Gleitende Durchschnitte 2.0“ gewählt, die beiden Periodeneinstellungen jedoch gleich.

Gleitende Durchschnitte 3.0

Mit Hilfe des Abtasttheorems wird nun im Folgenden eine Beziehung hergeleitet, die die Anwendung eines GD auf sich selbst exakter beschreibt.

Abbildung 4

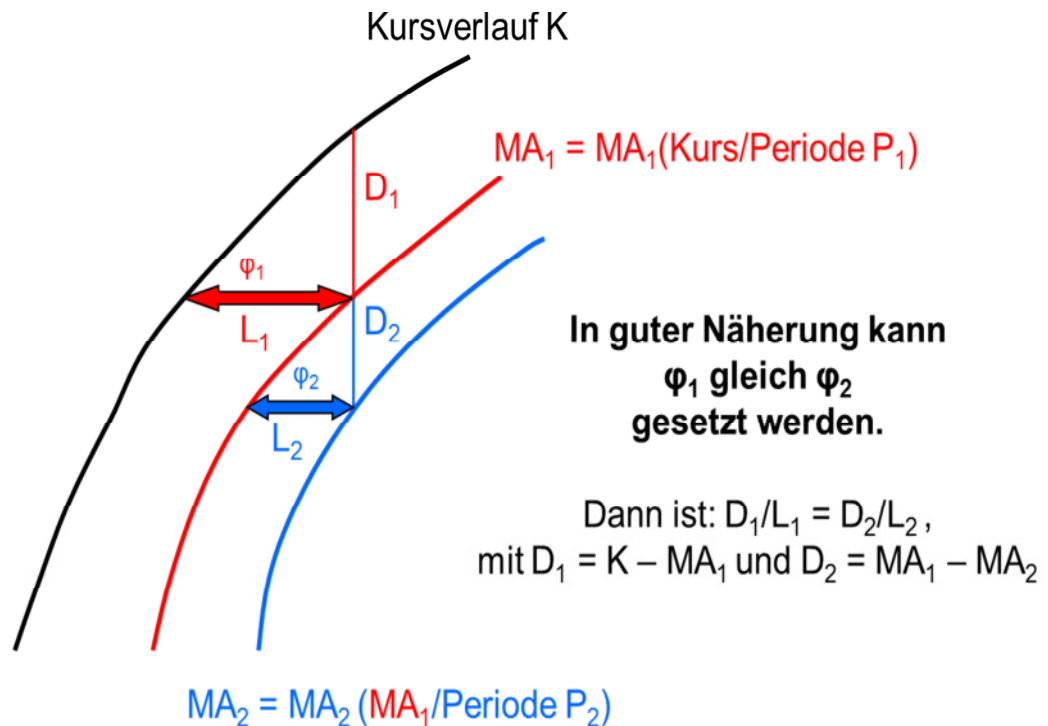


Abb: 4: Schematische Kurs-Darstellung mit zwei zeitverzögerten GD

In der Abbildung 4 wird schematisch der Kursverlauf (schwarze Linie), ein GD mit der Verzögerung L_1 auf den Kursverlauf (MA_1 , rote Linie) und ein GD mit der Verzögerung L_2 (MA_2 , blaue Linie) auf den MA_1 dargestellt. Auf Grund der Näherung und den angegebenen Beziehungen in Abbildung 4 gilt folgende Gleichung:

$$(1) \quad D_1/D_2 = (K - MA_1)/(MA_1 - MA_2) = L_1/L_2$$

Für den Quotienten L_1/L_2 ergibt sich mit den in der Einführung angegebenen zeitlichen Verzögerungen:

$$\alpha := L_1/L_2 = (n_1 - 1)/(n_2 - 1)$$

In diesem Ausdruck fehlt sowohl der Nenner 2 für den MAS und den MAE als auch der Nenner 3 für den MAW. **α gilt damit für alle drei GD.**

Setzt man in diesen Ausdruck das Abtasttheorem $n_1 = \lambda \cdot n_2$, mit $\lambda \geq 2$ ein, dann erhält man:

$$(2) \quad \alpha = \lambda^* (n_1 - 1) / (n_1 - \lambda)$$

Dies eingesetzt in (1) ergibt:

$$(3) \quad K - MA_1 = \alpha (MA_1 - MA_2)$$

Auf Grund der Näherung für die in der Abbildung 4 angegebenen Winkel ist (3) nicht exakt erfüllt, sonst könnte der Kurs K durch die beiden GD exakt reproduziert werden. Ersetzt man in (3) den Kursverlauf K mit der Näherungsgröße NMA und löst die Gleichung nach ihr auf, dann erhält man:

$$(4) \quad NMA = (1 + \alpha) MA_1 - \alpha MA_2$$

Auf der rechten Seite von (4) stehen zwei mit konstanten Faktoren (bei vorgegebener Periodenwahl) versehene GD. Damit stellt die Näherungsgröße NMA ebenfalls einen GD dar. Auf Grund der Herleitung ist NMA der gesuchte, mit Hilfe des Abtasttheorems verbesserte GD (N steht für Nyquist). Ausführlich geschrieben lautet Gleichung (4):

$$(5) \quad NMA(\text{Kurs} / n_1, n_2) = (1 + \alpha) MA_1(\text{Kurs} / n_1) - \alpha MA_2(MA_1 / n_2),$$

wobei für α der Ausdruck (2) gilt:

$$(6) \quad \alpha = \lambda^* (n_1 - 1) / (n_1 - \lambda), \text{ mit } \lambda \geq 2.$$

Die Ausdrücke (5) und (6) sind die Gleichungen für die Gruppe „Gleitende Durchschnitte 3.0“, denn sie gelten, wie bereits erwähnt, unabhängig von der Wahl des GD. Als GD kann sowohl der MAS, der MAE als auch der MAW gewählt werden. Da der Standard-MAW die kleinste Zeitverzögerung (siehe Einleitung) aufweist, dürfte er wohl meistens als erste Wahl für den NMA gelten.

Mit $n_1 = n_2$ ergibt sich für λ und in der Folge für α der Wert 1. Dann geht die Gleichung (5) in die Formel von Ehlers über. Die Ehlers-Formel ist damit als Grenzfall in der obigen NMA-Formal enthalten.

Die Verzögerung für die einzelnen Standard-GD (MAS, MAE und MAW) lautet $\text{lag} = (n - 1) / N$, wobei $N = 2$ für den MAS und MAE gilt und $N = 3$ für den MAW. Setzt man dies in (5) ein, dann ergibt eine kurze einfache Rechnung, wobei die Verzögerung für $MA_2(MA_1)$ additiv anzusetzen ist, dass **die Verzögerung für den NMA rechnerisch den Wert Null annimmt**. Praktisch bedeutet dies im Fall der Periodeneinstellung 21 Tage, dass unter Berücksichtigung der Winkelnäherung in Abbildung 4 die Verzögerung des NMA kleiner zwei Tage beträgt.

Test des NMA

An Hand der Abbildung 5 wird beispielhaft ein NMAW und ein MMAW von Ehlers verglichen. Als Standard-GD wird also in beiden Fällen der MAW verwendet. Wie bisher wird als Kursbeispiel der DAX (schwarze Linie) verwendet und als Periodeneinstellungen wurden 21 beziehungsweise 200 Tage gewählt, wobei im Falle des NMAW als „Abtast-Perioden“ 5 (für den 21 Tage-NMAW) und 50 (für den 200 Tage-NMAW) Tage hinzukommen ($\lambda \sim 4$).

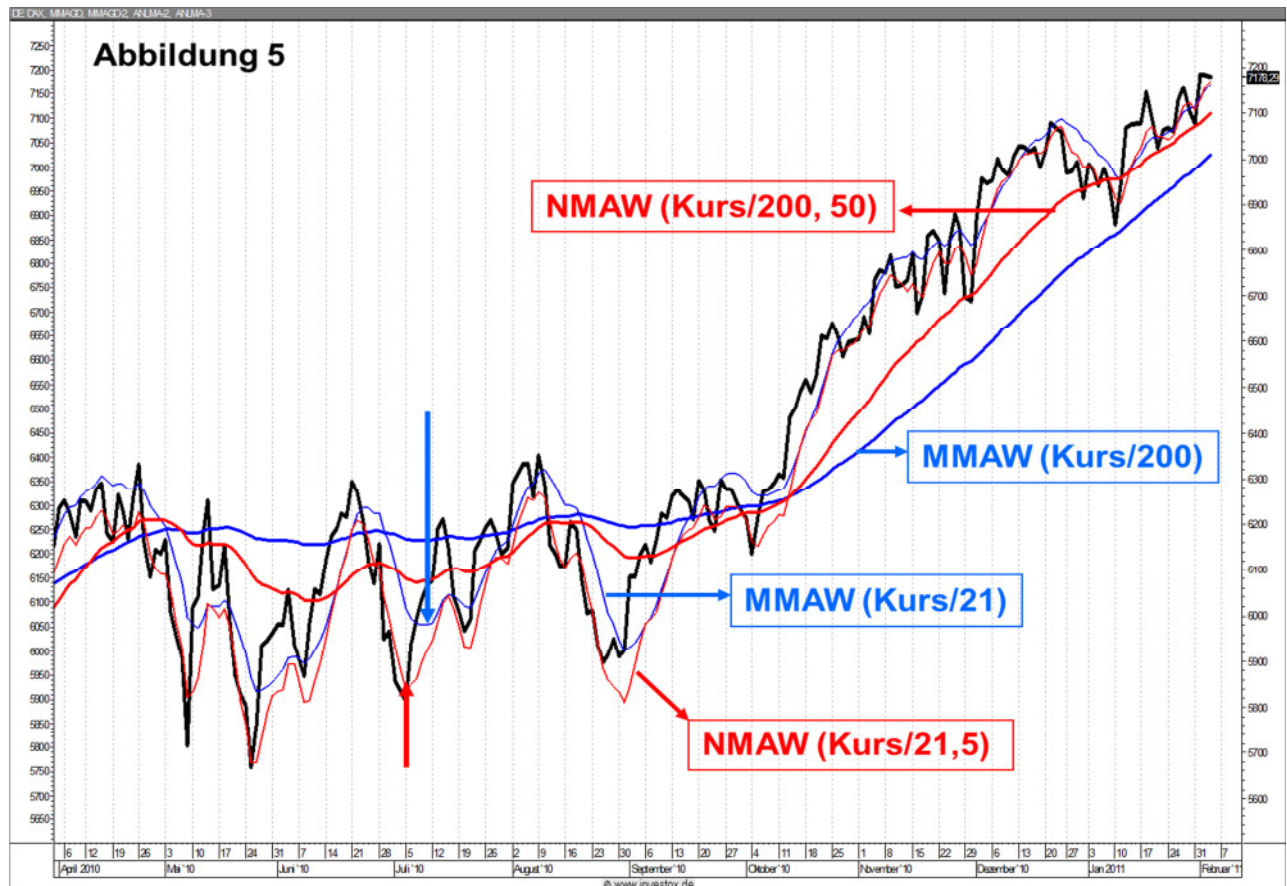


Abb. 5: Vergleich von NMAW und MMAW (Periodeneinstellung: 21/200 Tage)

Folgendes ist aus der Abbildung 5 trotz der zeichnerischen Ungenauigkeit erkennbar:

- Der NMAW liegt deutlich näher am Kurs als der MMAW.
- Der lange Trend des 200-Tage-NMAW wird zeitlich sehr genau und nahe am Kurs wiedergegeben.
- An den ausgeprägten Trendwenden des 21-Tage NMAW lässt sich erkennen, dass sie genauer wiedergegeben werden als beim MMAW und dass die Verzögerung des NMAW gegenüber dem Kurs in diesem Fall weniger als 2 Tage beträgt. In manchen Fällen ist, entsprechend der theoretischen Betrachtung, keine Verzögerung erkennbar. Bei einem Standard-MW beträgt die Verzögerung 6,67 Tage.

- Im Falle der 21-Tage-GD zeigt der NMAW eine um 2 bis drei Tage geringere Verzögerung als der MMAW (vgl. die beiden senkrechten Pfeile in der Abbildung 5). Letzterer wiederum ist um etwa 2 bis 3 Tage weniger verzögert als der vergleichbare Standard-MAW (vgl. roter Kreis der Abbildung1). Die Summe beider Verzögerungen, etwa sechs Tage, und der Vergleich mit der Verzögerung des Standard-MAW von 6,67 Tagen zeigt, dass die Verzögerung des NMAW nahezu auf null reduziert werden konnte.

Im vorangegangenen Beispiel wurde die Leistungsfähigkeit des NMAW, der NMA auf der Basis des MAW, gezeigt. Eindrucksvoll ist auch der Vergleich des NMA auf der Basis der Standard-GD (MAS, MAE und MAW) mit den Standard-GD selbst, der in der Abbildung 6 dargestellt ist (Kursverlauf des DAX, Periodeneinstellung 200 Tage, zusätzlich 50 Tage für den NMA).

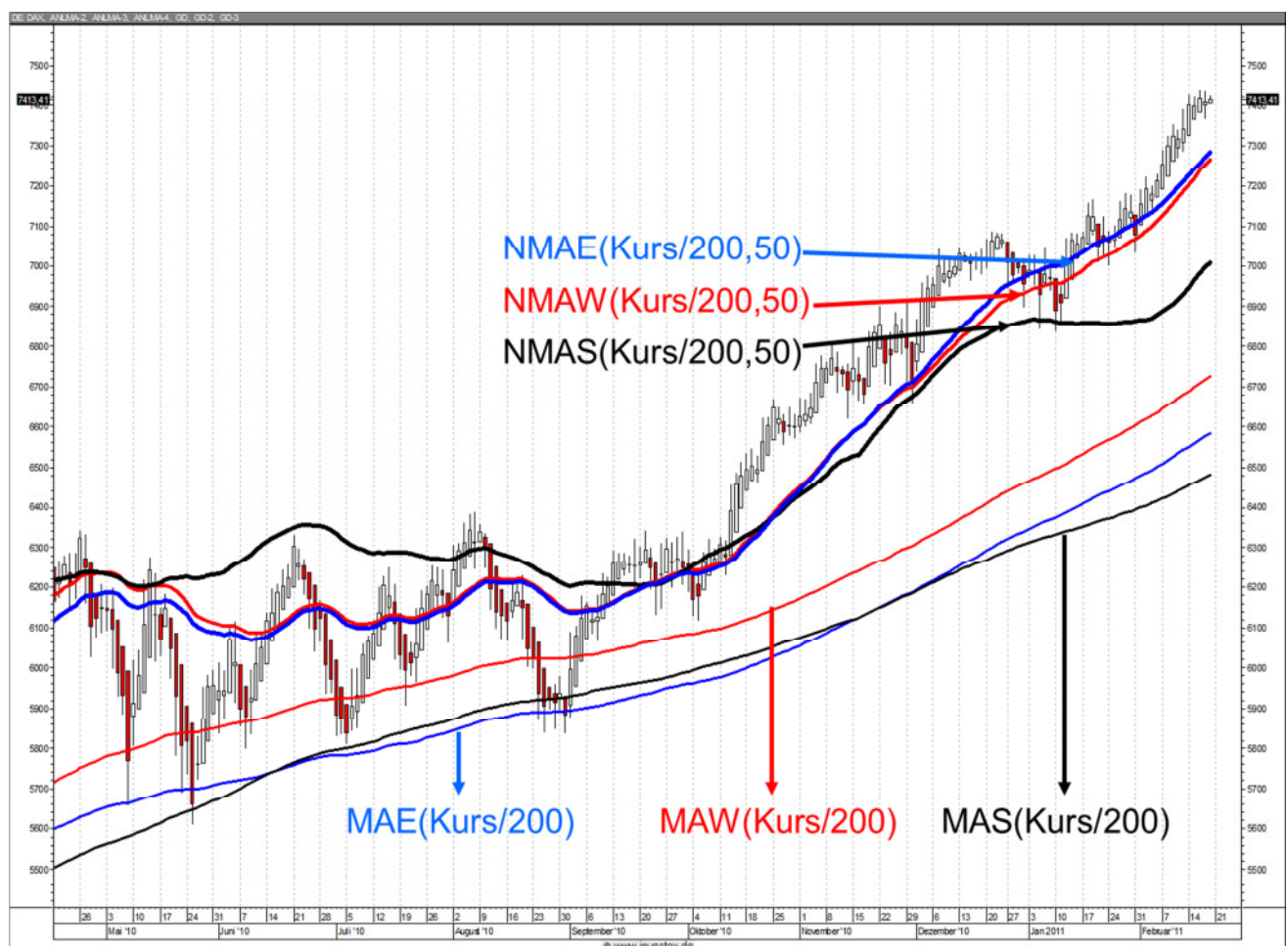


Abb.: 6 Vergleich von verschiedenen NMA mit den Standard-GD

Folgendes ist aus dieser Abbildung erkennbar:

- Die NMW-Gruppe (NMAE, NMAW und NMA) liegt deutlich näher am Kurs als die Gruppe der Standard-GD (MAS, MAE und MAW).
- Während MAE und MAS ein sehr ähnliches Verhalten zeigen, was auf Grund ihrer mathematischen Konstruktion nicht verwunderlich ist, unterscheidet sich

der MAW hinsichtlich Kursnähe und Zeitverzögerung positiv im Vergleich zu beiden.

- Der NMAE ist im Vergleich zu NMAE und NMAW ungünstiger und unterscheidet sich vom Verlauf des NMAE deutlich.
- Die Wirkung des Abtasttheorems auf den MAE ist stärker als auf den MAW. Während sich der MAE und MAW deutlich in ihrem Verlauf unterscheiden ist dies beim NMAE und NMAW nicht mehr der Fall.

Zusammenfassend kann die Aussage gemacht werden, dass der NMA (Gleitende Durchschnitte 3.0) auf der Basis des Abtasttheorems eine deutliche Verbesserung im Vergleich zum MMAW von John F. Ehlers (Gleitende Durchschnitte 2.0) und den Standard-GD (Gleitende Durchschnitte 1.0) ist. Darüber hinaus lässt sich seine Effektivität auch an den Ergebnissen eines Handelssystems zeigen, mit dem MMAW als Grundlage.

Handelssystem auf der Basis des MMAW

Im Folgenden wird ein einfaches Handelssystem auf der Basis des MMAW entworfen, um die Wirkungskraft dieses neuen GD zu unterstreichen. Darüber hinaus werden die wichtigsten Parameter des Handelssystems variiert und einem realistischen Backtesting mit Hilfe des Investox-Programms (Version 5.9.4) unterworfen. Die Backtesting-Ergebnisse auf der Basis des MMAW werden außerdem mit denjenigen verglichen, die sich ergeben, wenn statt des MMAW der MMAW (Ehlers) oder die Standard-GD MAS und MAE in das Handelssystem eingesetzt werden.

Das **Handelssystem** besteht lediglich aus einem Indikator, allerdings mit einigen Feinheiten:

- Als Indikator wird der Aroon-Oszillator (AroonOsz) verwendet, der als die Differenz zwischen dem Aroon up und dem Aroon down definiert ist. Sowohl der Aroon up als auch der Aroon down sind als Indikatoren im Investox-Programm enthalten.
- **Anwendung des AroonOsz erfolgt nicht auf den Kurs, sondern auf einen MMAW, der jedoch auf einen Kursverlauf angewendet wird, im folgenden beispielhaft auf den DAX.**
- Die Periodeneinstellung für den AroonOsz beträgt 5 Tage.
- Die Periodeneinstellung für den MMAW beträgt 89 und 21 Tage. Die beiden Fibonacci-Zahlen 21 und 89 haben hier keine tiefere Bedeutung. Sie dienen nur zur einfacheren Auswahl der Periodeneinstellung: 89 Tage sind zirka 4 Börsenmonate (mittelfristiger Tradingansatz) und mit $\lambda \approx 4$ ergeben sich 21 Tage (Börsenmonat).
- Auf den AroonOsz wird eine Inverse Fisher Transformation (IFT) angewendet. Die IFT glättet den stufenförmigen Verlauf des AroonOsz ohne Zeitverzögerung.

Der AroonOsz [5], der NMAW und die IFT [5] sind keine Bestandteile des genannten Investox-Programms. Sie wurden mit dem im Programm enthaltenen Editor programmiert. Die Programm-Codes dafür, zusammen mit den Handelssignalen, sind im Anhang A wiedergegeben.

In der Abbildung 7 ist das Handelssystem charttechnisch dargestellt. Im oberen, rot unterlegten Fenster, ist der stufenförmige Verlauf des IFT-transformierten AroonOsz in der angegebenen Einstellung zu sehen. Im unteren Chartteil sind der Kurs in der Darstellung der Heikin-Ashi-Kerzen und die Bollinger Bänder zur visuellen Kontrolle des Trends und der Volatilität zu erkennen.

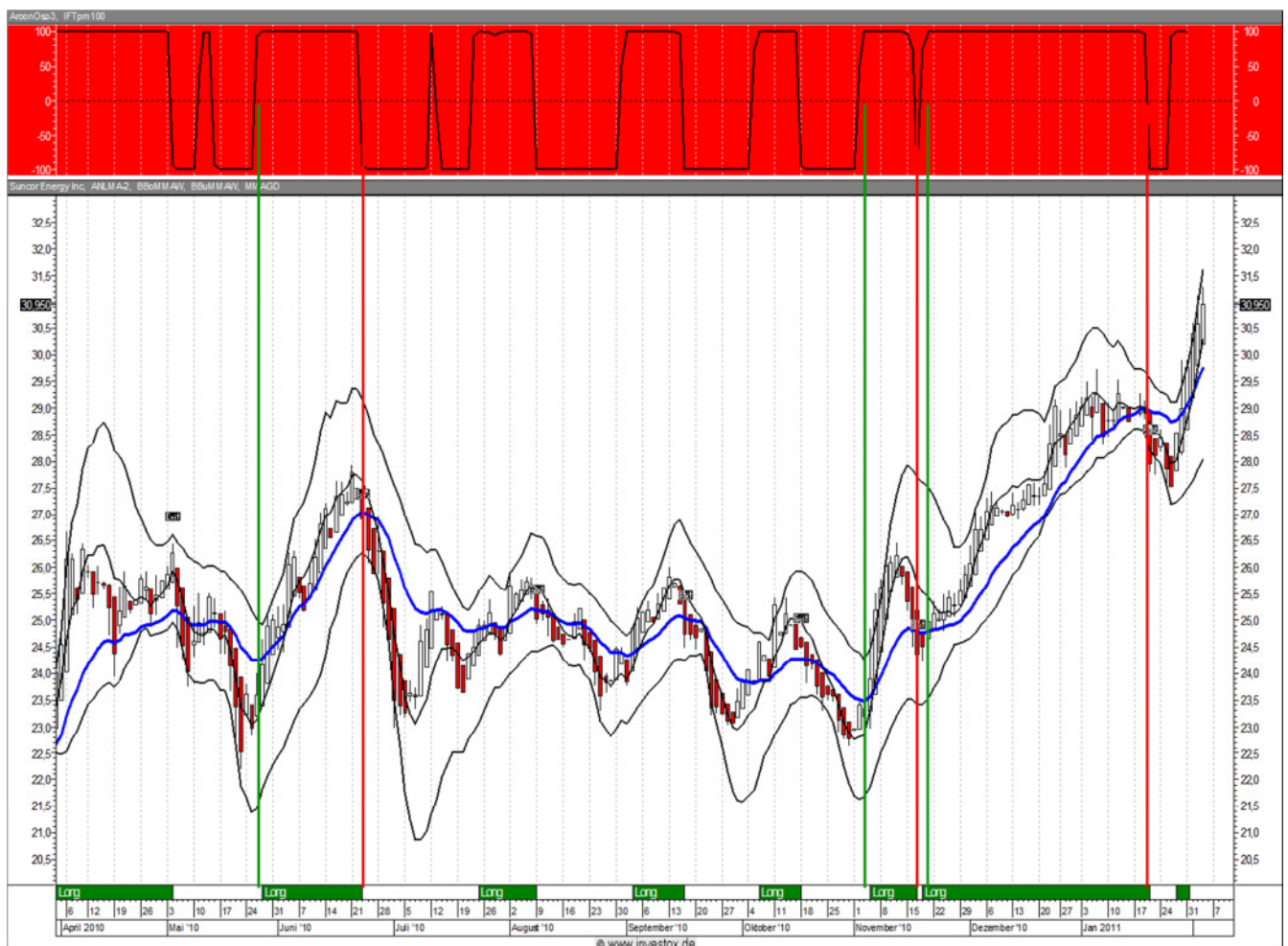


Abb. 7: Handelssystem auf der Basis des NMAW

Im Zeitraum 1. April 2010 bis 31. Januar 2011 erfolgten acht Long-Trades, erkennbar an den grünen Balken am unteren Rand des Chartfensters. Bereiche dreier Long-Trades wurden, zur Verdeutlichung der Handelssignale, mit senkrechten Linien zusätzlich markiert. Zeichnerische Ungenauigkeiten ließen sich leider mit dem verwendeten MS-PowerPoint-Programm nicht vermeiden.

Das beschriebene Handelssystem mit der Periodeneinstellung 89/21 für den NMAW wurde mit 104 ausgewählten Einzelaktien (siehe Anhang B) einem Backtesting unterworfen. Folgende Daten wurden dafür gewählt:

- Berechnungszeitraum: 03. Januar 2000 bis 31. Januar 2011
- Startkapital/Aktie: EUR 1 000.-
- Enter-/Exit-Kosten sowie Slippage: 0,5%

Nach jedem abgeschlossenen Trade wurde das gesamte pro Aktie zur Verfügung stehende Kapital, unter Berücksichtigung der zurückliegenden Gewinne und Verluste, wieder eingesetzt.

Das Handelssystem auf der Basis des NMAW(89/21) wurde darüber hinaus mit folgenden Varianten verglichen, unter Benutzung der erwähnten Backtesting-Einstellungen:

- NMAW(100/25) (Stabilitätstest),
- MMAW(89) (Ehlers),
- MAW(89) (Standard-GD),
- MAS(89) (Standard-GD).

Statt des NMAW(89, 21) werden die vier aufgelisteten GD als Basis für den AroonOsz in das beschriebene Handelssystem eingesetzt. Unter Zuhilfenahme des Analyse-Moduls im Investox-Programms ergaben sich die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Ergebnisse:

Durchschnittswerte/Aktie	NMAW(89/21)	NMAW(100/25)	MMAW(89)	MAW(89)	MAS(89)
Anzahl aller Trades	69,3	62,7	33,2	24,8	20,2
Anzahl Trades/Jahr	7,4	6,7	3,6	2,6	2,2
Netto-Gewinn	EUR 46 974,57	EUR 32 292,98	EUR 12 317,75	EUR 8 392,35	EUR 4 552,98
Buy/Hold-Gewinn	EUR 1 103,09	EUR 1 103,09	EUR 1 103,09	EUR 1 103,09	EUR 1 103,09
Profitable Trades	61,24%	60,68%	60,09%	61,39%	58,77%
Max. realisiertes Kapitalrisiko	-8,05%	-7,94%	-9,43%	-7,70%	-14,72%

Unter dem Gesichtspunkt, dass Backtesting-Ergebnisse nicht unbedingt als absolute Ergebnisse zu betrachten sind, jedoch für eine Analyse und eine relative Beurteilung geeignet sind, lässt sich aus der Tabelle folgendes ablesen:

- Der NMAW liefert als Basis für das beschriebene Handelssystem tatsächlich überzeugend bessere Ergebnisse im Vergleich zu den Testvarianten.
- In einer vergleichbaren Parametereinstellung (siehe zweite Spalte) werden keine stark abweichenden Ergebnisse erzielt. Leicht variierte Parametereinstellungen verändern das Handelsergebnis nicht wesentlich.
- Gegenüber einer Buy-and-Hold-Strategie ist das beschriebene Handelssystem signifikant profitabler.
- Die Werte für das maximal realisierte Kapitalrisiko (Drawdown) sind für NMAW(89/21), NMAW(100/25) und MAW(89) nur unwesentlich verschieden.

Unter diesem Gesichtspunkt ist das maximal realisierte Kapitalrisiko mit NMAW(89/21) am günstigsten.

- Der günstigste Netto-Gewinn und die größte Anzahl aller Trades von NMAW(89/21) ist auf die hohe Reaktionsfähigkeit bei sehr kleiner Zeitverzögerung dieses GD zurückzuführen.

Alles in allem ist die Gruppe der Gleitenden Durchschnitte 3.0 eine deutliche Verbesserung gegenüber den herkömmlichen Standard-GD und den bekannten Ansätzen zur Reduzierung der Zeitverzögerung. Auf Grund der verbesserten Eigenschaften des in Gleichung (5) definierten NMA sind natürlich auch andere Handelssystemansätze denkbar als der oben beschriebene Ansatz mit dem AronOsz. Ein mögliches Beispiel, das nicht weiter ausgeführt wird, zeigt die nachfolgende Abbildung 8.

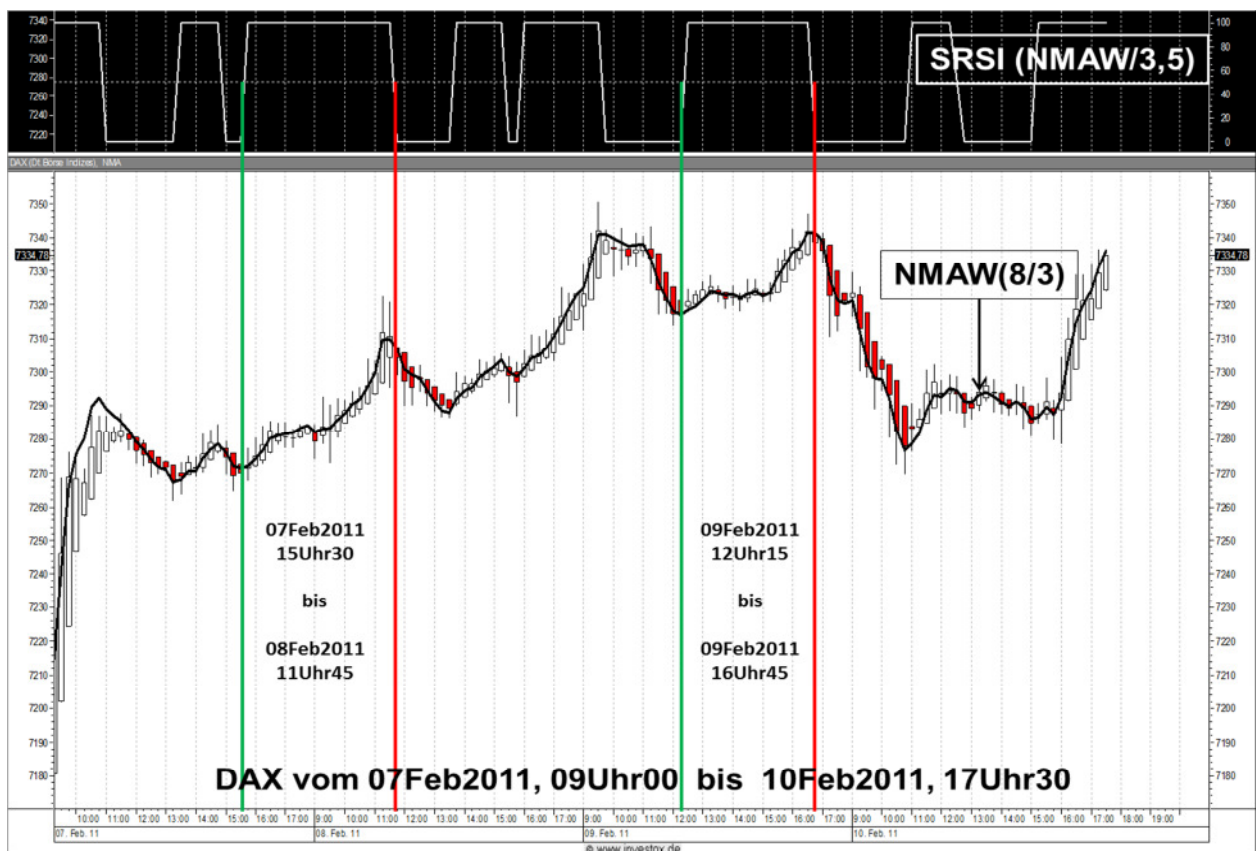


Abb.8: Kurzfristiger Handelsansatz mit 15-Minuten-Einstellung

In diesem Beispiel wird der NMAW in einer sehr kurzfristigen Einstellung verwendet: Basiszeiteinheit sind 15 Minuten, die Periodeneinstellung beträgt 8 beziehungsweise 3 Perioden. Auf diesen so eingestellten NMAW wird ein StochastikRSI-Indikator (Stochastik-Periode 3, RSI-Periode 5) angewendet, der, wie der AronOsz, verzögerungsfrei mit einer IFT geglättet wird. Zwei Trades sind in Abbildung 7 beispielhaft eingezeichnet. Sie verdeutlichen die Leistungsfähigkeit des NMA, hier als NMAW.

Ausblick

Idealerweise sollte ein GD ein „weiches“ Verlaufsmuster und keine Verzögerung haben. Mit den linearen Methoden der Technischen Analyse ist das grundsätzlich nicht möglich, da Kursverläufe nichtlinear und nichtstationär sind. Das bedeutet, dass eine weitere Steigerung als die, die mit dem NMAW erreicht wurde, nahezu ausgeschlossen ist. Eine Steigerung dürfte nur mit Methoden möglich sein, die die Nichtlinearität und das nichtstationäre Verhalten der Kursverläufe berücksichtigen. Ein solches Verfahren stellt die EMD (**E**mpirical **M**ode **D**ecomposition) dar ([6], siehe Anhang C). Dieses adaptive Verfahren, im Gegensatz zur Fourier- und Wavelet-Analyse, wurde 1998 interessanterweise bei der NASA entwickelt. Erste Rechnungen haben gezeigt (Beispiel im Anhang C), dass die EMD in der Lage ist, aus dem Kursverlauf Grundfunktionen (Signalmoden) zu extrahieren, die keine Verzögerung aufweisen und „beliebig“ glatt sind. Die EMD ist aber ein sehr aufwändiges und äußerst komplexes Verfahren, das weit über die obigen dargestellten, relativ einfachen Ansätze hinausgeht.

Anhang A

AroonOsz

```
calc Kurs: Ref(Daten, 0);  
calc osz: AroonUp(Kurs, Periode) - AroonDown(Kurs, Periode);  
osz
```

NMAW

```
calc kurs: (High()+Close()+Low())/3;  
calc lamda: GPeriode/Kperiode;  
calc alpha: lamda*(GPeriode-1)/(GPeriode-lamda);  
calc ma1: GD(kurs, GPeriode, W);  
calc ma2: GD(ma1, KPeriode, W);  
calc nmaw: (alpha+1)*ma1 - alpha*ma2;  
nmaw
```

IFT

```
calc value1: 0.05*Daten;  
calc value2: 2*value1;  
calc IFT: (EXP(value2)-1)/(EXP(value2)+1);  
calc DIFT: 100*IFT;  
DIFT
```

Handelssignale

```
Einstieg: IFT(AroonOsz(5, NMAW(89, 21, W))) > 0  
Ausstieg: IFT(AroonOsz(5, NMAW(89, 21, W))) < 0
```


Anhang B		
Portfolio: 0000HS1-TFTest(NMAW, AroonOsz)		
Datum 04.02.2011 12:18:34		
Getestete Titel (104 Einzelaktien):		
3M (TFAroonOszTest)		Renewable Energy (TFAroonOszTest)
Actelion (TFAroonOszTest)		Serco Group (TFAroonOszTest)
Altria Group (TFAroonOszTest)		Siam Cement (TFAroonOszTest)
Amazon.com (TFAroonOszTest)		Silvercorp Metals (TFAroonOszTest)
Anglo American (TFAroonOszTest)		Solarfun Power Holdings (TFAroonOszTest)
Apache (TFAroonOszTest)		Suntech Power Holding (TFAroonOszTest)
Apple (TFAroonOszTest)		Symrise (TFAroonOszTest)
BASF NA (TFAroonOszTest)		Toyota Motor (TFAroonOszTest)
Bayer (TFAroonOszTest)		Unilever CVA (TFAroonOszTest)
Becton Dickinson (TFAroonOszTest)		United Technologies (TFAroonOszTest)
Berkshire Hath.B New (TFAroonOszTest)		Zijin Mining Group (TFAroonOszTest)
Bertrandt (TFAroonOszTest)		ABB NA (TFAroonOszTest)
BHP Billiton Ltd. (TFAroonOszTest)		Applied Materials (TFAroonOszTest)
BMW ST (TFAroonOszTest)		Banco Santander C.H. (TFAroonOszTest)
BP (TFAroonOszTest)		BB Biotech (TFAroonOszTest)
Brasil Foods SA ADR (TFAroonOszTest)		Bilfinger & Berger (TFAroonOszTest)
British American Tobacco (TFAroonOszTest)		C.A.T. Oil (TFAroonOszTest)
BYD Company (TFAroonOszTest)		CropEnergies (TFAroonOszTest)
Canadian Solar (TFAroonOszTest)		DBS Group Holdings (TFAroonOszTest)
Celesio (TFAroonOszTest)		Dt.Bank NA (TFAroonOszTest)
China Life Insurance (TFAroonOszTest)		Dt.Telekom NA (TFAroonOszTest)
China Sunergy Co. Ltd. (TFAroonOszTest)		E.ON NA (TFAroonOszTest)
Cisco Systems (TFAroonOszTest)		First Solar (TFAroonOszTest)
Commerzbank (TFAroonOszTest)		Fortum Oyj (TFAroonOszTest)
Dendreon (TFAroonOszTest)		Gazprom ADR (TFAroonOszTest)
Dialog Semiconductor (TFAroonOszTest)		Great Western Minerals (TFAroonOszTest)
Elbit Systems (TFAroonOszTest)		Halliburton (TFAroonOszTest)
Esprit (TFAroonOszTest)		HeidelbergCement (TFAroonOszTest)
Fuchs Petrolub ST (TFAroonOszTest)		JP Morgan Chase (TFAroonOszTest)
Funkwerk (TFAroonOszTest)		KUKA (TFAroonOszTest)
Gerry Weber (TFAroonOszTest)		LDK Sol.Shs B ADR (TFAroonOszTest)
Gilead Sciences (TFAroonOszTest)		LUKoil ADR (TFAroonOszTest)
Google (TFAroonOszTest)		M.A.X. Automation (TFAroonOszTest)
Heinz, H.J. (TFAroonOszTest)		Medtronic (TFAroonOszTest)
Hennes & Mauritz B (TFAroonOszTest)		Roche Holding INH (TFAroonOszTest)
Impala Platinum Hold. (TFAroonOszTest)		RWE ST (TFAroonOszTest)
Ja Solar Holdings (TFAroonOszTest)		Schlumberger (TFAroonOszTest)
Johnson & Johnson (TFAroonOszTest)		Sipef S.A. (TFAroonOszTest)
Kellogg (TFAroonOszTest)		SMA Solar Technologie (TFAroonOszTest)
Kühne & Nagel Int. (TFAroonOszTest)		STADA ST vNA (TFAroonOszTest)
Lufthansa vNA (TFAroonOszTest)		Suncor Energy Inc (TFAroonOszTest)
Manz Automation (TFAroonOszTest)		Telefonica (TFAroonOszTest)
Microsoft (TFAroonOszTest)		Teva Pharmaceutical ADR (TFAroonOszTest)
Nestle NA (TFAroonOszTest)		TOTAL (TFAroonOszTest)
Nokia A (TFAroonOszTest)		Transocean (TFAroonOszTest)
Novartis NA (TFAroonOszTest)		UBS NA (TFAroonOszTest)
Novo Nordisk B (TFAroonOszTest)		Vodafone Group (TFAroonOszTest)
Occidental Petroleum (TFAroonOszTest)		Westpac Banking (TFAroonOszTest)
Petroleo Brasileiro (TFAroonOszTest)		Raytheon (TFAroonOszTest)
Pfeiffer Vacuum (TFAroonOszTest)		Sanofi-Aventis (TFAroonOszTest)
Procter & Gamble (TFAroonOszTest)		Trina Solar (TFAroonOszTest)
Qiagen (TFAroonOszTest)		Pfizer (TFAroonOszTest)

Anhang C

GD als Tiefpassfilter

Unter dem Blickwinkel der Signalübertragung kann eine Kurszeitreihe als eine nichtlineare Superposition einzelner periodischer Signalmoden aufgefasst werden. Eine Zerlegung des Kursverlaufes in solche Signalmoden (Kurskomponenten) zeigt die Abbildung am Ende dieses Abschnittes. Die Zerlegung wurde mit Hilfe der EMD (Empirical Mode Decomposition), programmiert mit Mathematica 8.0 von Wolfram Research, durchgeführt. In diesem Sinne ist eine Kurszeitreihe ein Bandsignal mit einer minimalen Periode n_{\min} und einer maximalen Periode n_{\max} . Da eine reziproke Periode n proportional einer Frequenz f ist, hat eine Kurszeitreihe eine minimale und eine maximale Frequenz: f_{\min} und f_{\max} .

Die minimale Periode n_{\min} gibt praktisch die Grenze zum „Kursrauschen“ an und ist bei $n_{\min} \sim 2$ anzusetzen. Da in der Technischen Analyse durchaus Perioden mit $n > 300$ verwendet werden [Curtis Faith: Die Strategien der Turtle Trader (Finanzbuchverlag, 2007; S, 195/196)], kann für $n_{\max} > 300$ angenommen werden, wobei Monate und Jahre als Basiszeitebene auszunehmen sind. Die Perioden n , respektive Frequenzen f der einzelnen Signalmoden einer Kurszeitreihe können damit näherungsweise im

Periodenbereich: $n_{\min} = 2 < n < n_{\max} > 300$ (Sekunden, Minuten, Stunden, Tage),

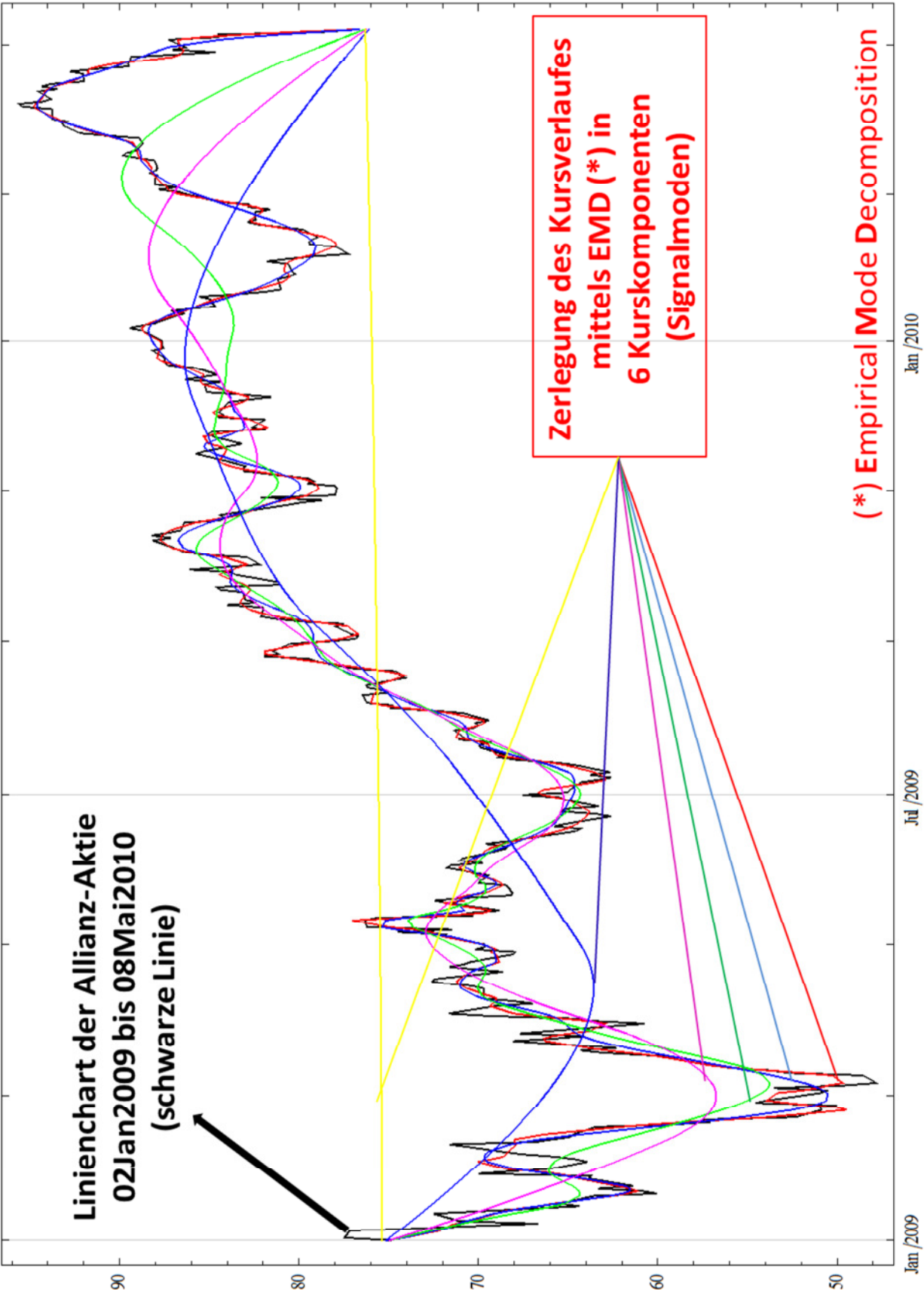
(Frequenzbereich: $f_{\max} > f > f_{\min}$) angenommen werden. Wendet man auf eine solche Kurszeitreihe einen GD an, dessen Periode n_{GD} in diesem Bandbereich liegt, dann wirkt dieser GD wie ein Tiefpassfilter:

- Signalmoden der Kurszeitreihe mit $n > n_{GD}$ werden nicht oder wenig verändert und stellen überlagert den GD als geglättete Näherung der Kurszeitreihe dar. Der GD enthält damit nur noch die Perioden von n_{GD} bis n_{\max} .
- Signalmoden mit $n < n_{GD}$ werden von dem als Filter wirkenden GD nicht durchgelassen beziehungsweise gedämpft. Der GD enthält keine oder nur gedämpft Perioden im Bereich n_{\min} bis n_{GD} .

Wendet man dagegen den GD mit der gleichen Periode n_{GD} auf sich selbst an, dann ist dies wohl grundsätzlich möglich, doch in der Konsequenz treten dabei, wie eine genauere mathematische Analyse [4] zeigt, Verzerrungen (Artefakte, „riding waves“) auf, deren Perioden nicht im Kurs enthalten sein müssen und die zu einer Verfälschung führen. Solche Verfälschungen, die im TEMA und in dem Ansatz von John F. Ehlers enthalten sind, können mit dem Abtasttheorem einfach beseitigt werden. Dieses Theorem ([3], [4]) besagt, dass ein Tiefpasssignal, als solches ist der GD mit dem Periodenbereich von n_{GD} bis n_{\max} anzusehen, mit einer Periode n_{abtast} abgetastet werden muss, die höchstens die Hälfte von n_{GD} betragen darf:

$$n_{GD} = \lambda n_{\text{abtast}}, \text{ mit } \lambda \geq 2.$$

Unter Berücksichtigung dieser Beziehung können die erwähnten Verzerrungen vermieden werden.



Literaturverzeichnis

- [1] John F. Ehlers: Rocket Science for Traders (John Wiley & Sons, 2001)
- [2] John F. Ehlers: Signal Analysis Concepts (Internetartikel, 2001)
- [3] Ohm-Lücke: Signalübertragung (Springer, 2007)
- [4] Wikipedia: Nyquist-Shannon-Abtasttheorem
- [5] Dürschner: Digitale Indikatoren I und II (VTAD-Tutorials, www.vtad.de)
- [6] Huang NE, Shen Z, Long SR, Mu MC, Shih EH, Zhang Q, Tung CC, Lin HH.

The empirical mode decomposition and the Hilbert Spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis.

Proceedings of the Royal Society London 1998; A 454: 903 - 905