

Was haben Ananas-Früchte und Kurszeitreihen gemeinsam ?

von

Dr. Manfred G. Dürschner

Email: madicon@t-online.de

Was haben Ananas-Früchte und Kurszeitreihen gemeinsam?

Gliederung

- Einleitung
- Fibonaccizahlen in der Natur
- Die Struktur von Kurszeitreihen
- Analyse der Struktur von Kurszeitreihen
- Mittlere Perioden und Fibonaccizahlen
- Folgerungen für die Technische Analyse

Literaturhinweise [1] bis [12]

Anhang A bis Anhang L

In der Technischen Analyse spielen die Fibonaccizahlen eine bedeutende Rolle. Die beiden Literaturhinweise [1] und [2] stehen stellvertretend für die Vielzahl an Publikationen über die Anwendung der Fibonaccizahlen auf Kurszeitreihen. In diesen beiden Veröffentlichungen wird auch auf die Ableitung der Fibonaccizahlen-Folge eingegangen sowie auf Folgerungen und Anwendungen dieser Zahlenfolge, wie zum Beispiel die sich aus den Fibonaccizahlen ergebenden Verhältnisse. Die Fibonaccizahlen-Folge und die aus ihr resultierenden Folgerungen und Anwendungen werden in dieser Arbeit als bekannt vorausgesetzt.

Die Anwendung der Fibonaccizahlen auf Kurszeitreihen im Rahmen der Technischen Analyse erstreckt sich sowohl auf die Preisachse als auch auf die Zeitachse. Jedoch gehen die Meinungen über die Rechtmäßigkeit der Anwendung von Fibonaccizahlen auf Kurszeitreihen weit auseinander. Das Meinungsspektrum darüber ist sehr breit: Während einerseits viele Anleger an der Börse mit präzisen Methoden auf Basis der Fibonaccizahlen handeln, wird andererseits die Anwendung der Fibonaccizahlen bei der Kurszeitreihenanalyse in den Bereich der Esoterik abgetan.

In dieser Arbeit wird auf mathematisch solider Basis der Frage nachgegangen, inwieweit die Fibonaccizahlen bei Kurszeitreihen – also ihre Anwendung auf die Preisachse - eine Rolle spielen. Dabei dient als Rahmen und Leitfaden das Vorkommen der Fibonaccizahlen in der Natur.

Fibonaccizahlen in der Natur

In der Natur kommen die Fibonaccizahlen sehr häufig vor. In welcher Art und Weise soll am Beispiel der Ananas-Frucht gezeigt werden.

Die sechseckigen Schuppen einer Ananas-Frucht sind so angeordnet, dass durch die Zentren nebeneinander liegender Schuppen spiralähnliche Bögen gezogen werden können. Diese spiralähnlichen Bögen sind in drei Richtungen orientiert. In der folgenden Darstellung von Abbildung 1 erkennt man im ersten – von links nach rechts - Teilbild:

- Einen Teil von 8 langsam nach rechts aufsteigenden, spiralähnlichen blauen Bögen,
- einen Teil von 13 etwas steileren, nach links aufsteigenden, spiralähnlichen roten Bögen und
- einen Teil von 21 steil nach rechts aufsteigenden, spiralähnlichen grünen Bögen.

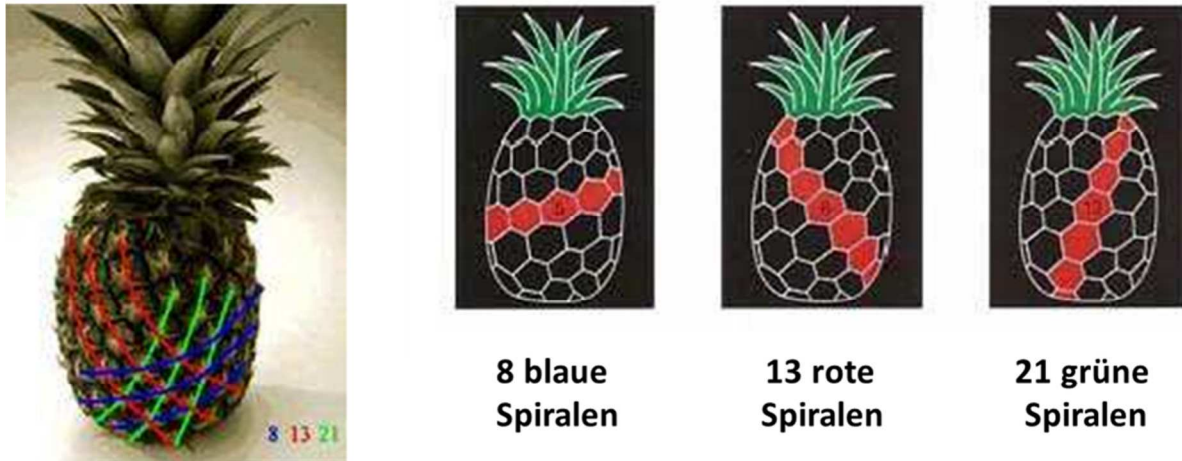


Abbildung 1: Die spiralähnliche Struktur der Ananas-Frucht

Im zweiten Teilbild symbolisiert der rote Bogen den Verlauf einer blauen Spirale vom ersten Teilbild. Im dritten/vierten Teilbild symbolisiert der rote Bogen jeweils den Verlauf einer roten/grünen Spirale vom ersten Teilbild.

Anmerkung: Die einzelnen Abbildungen wurden Artikeln aus dem Internet – zum Thema Fibonaccizahlen in der Natur – entnommen. Da diese Abbildungen in mehreren Artikeln zugleich dargestellt sind, wird auf Einzelzitate verzichtet.

Die Zahl der spiralähnlichen Bögen ist in allen drei Orientierungsrichtungen eine Fibonaccizahl, nämlich 8, 13 und 21.

Eine ähnliche Struktur findet man auch beim Tannenzapfen (siehe Abbildung 2).

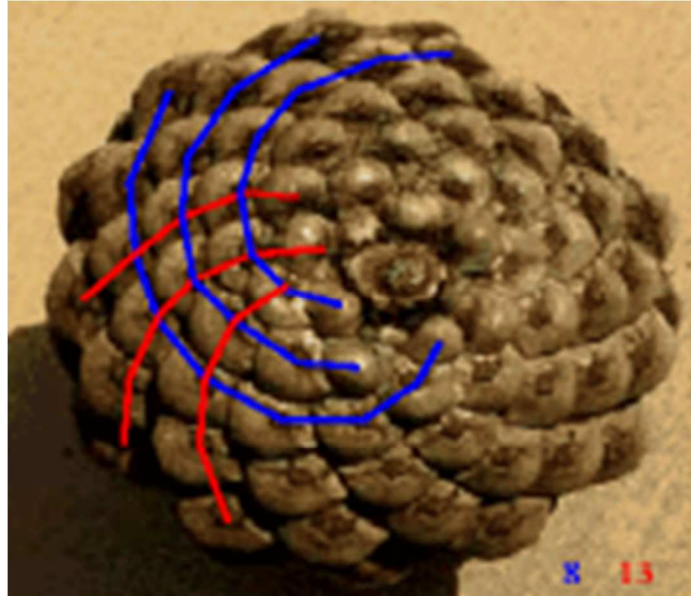


Abbildung 2: Die Spiralstruktur des Tannenzapfens

Bei diesem Beispiel findet man 8 und 13 gleich orientierte spiralähnliche Bögen.

Doch es gibt auch Abweichungen. Zum Beispiel können bei etwas deformierten Ananas-Früchten zum Beispiel auch 7, 9 und 17 gleich orientierte spiralähnliche Bögen auftreten.

Die beiden Beispiele - Ananas und Tannenzapfen – stehen stellvertretend für viele in der Natur, bei denen die Fibonaccizahlen eine Rolle spielen. Rosen und Farnblätter, die Schwänze von Chamäleons, die Hörner von Widdern, Strukturen in der Milchstraße oder ganz allgemein spiralförmige Anordnungen und vieles andere mehr – Proportionen des menschlichen Körpers - sind unter anderem weitere nennenswerte Beispiele (Abbildung 3).



Abbildung 3: Weitere Beispiele von Fibonaccistrukturen

Faßt man die bisherigen Aussagen zusammen, dann kann folgendes festgestellt werden:

- Das Auftreten von Fibonaccizahlen in der Natur beschränkt sich nicht auf Einzelbeispiele.
- Die Fibonaccizahlen treten in sichtbaren, gegebenen Strukturen auf.
- Es treten auch Abweichungen von den Werten der Fibonaccizahlen auf.

Die wesentliche Aussage dabei ist, dass die Fibonaccizahlen in direkt sichtbaren Strukturen auftreten und in ihnen erkannt werden können. Außerdem können auch Abweichungen von den exakten Fibonacciwerten vorkommen.

Sollten die Fibonaccizahlen auch bei Kurszeitreihen eine Rolle spielen, dann müsste zuerst eine Struktur der Kurszeitreihen gefunden werden, denn aus einer Kurszeitreihe können direkt keine

Fibonaccizahlen abgelesen werden. Eine Struktur ist bei den obigen Beispielen – Ananas und Tannenzapfen - direkt ersichtlich, während bei Kurszeitreihen eine solche offensichtlich nicht sofort erkennbar ist. **Falls eine irgendwie geartete Struktur für Kurszeitreihen gefunden werden kann, müsste diese darauf untersucht werden, ob sie in einem Zusammenhang mit den Fibonaccizahlen steht.**

Daraus ergibt sich folgende Vorgehensweise für die Frage, inwieweit Fibonaccizahlen bei Kurszeitreihen eine Rolle spielen:

- Welche Struktur liegt Kurszeitreihen zu Grunde?
- Kann diese Struktur mit Hilfe der Fibonaccizahlen beschrieben werden?

Die Beantwortung dieser beiden Fragen wird im Folgenden auf der Basis einer präzisen mathematischen Grundlage ohne irgendwelche Voraussetzungen und Annahmen getroffen.

Die Struktur von Kurszeitreihen

Kurszeitreihen sind grundsätzlich nichtstationär und nichtlinear [3], [4]. In Trendphasen, insbesondere in starken, liegt Stationarität und Linearität näherungsweise vor. Dies ist der Grund, warum die herkömmliche Technische Analyse in solchen Phasen sinnvoll angewendet werden kann, obwohl sie den nichtstationären und nichtlinearen Charakter von Kurszeitreihen nicht Rechnung trägt.

Die Empirical Mode Decomposition [5] – im Folgenden mit EMD abgekürzt – ist ein ganz allgemeines Verfahren der Datenanalyse für nichtstationäre und nichtlineare diskrete Zeitreihen. Es ist damit ein Verfahren, das auch auf Kurszeitreihen angewendet werden kann [6]. Darüber hinaus zerlegt dieses Verfahren Zeitreihen in einzelne Basisfunktionen (Moden), speziell Intrinsic Mode Functions (IMFs) genannt. Diese Zerlegung soll die Basis für die Struktur von Kurszeitreihen liefern.

Die Zerlegung einer Kurszeitreihe nach der EMD erfolgt in einem vielstufigen Verfahren - Iterations- und Sieb (Sifting)-Prozesse - dessen mathematischer Algorithmus im Anhang A zusammenfassend dargestellt

ist. Das Ergebnis der Zerlegung ist eine Anzahl an Basisfunktionen $c_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$ (in der Regel $n \leq 10$) und einem Restwert $r_n(t)$:

$$s(t) = r_n(t) + \sum_{i=1}^n c_i(t).$$

Der Restwert $r_n(t)$ kann als der Trend der Kurszeitreihe $s(t)$ im Berechnungszeitraum interpretiert werden. Die obige Summe reproduziert die Kurszeitreihe $s(t)$ mit einer Genauigkeit von $\sim 10^{-12}$, also mit einer extrem hohen Genauigkeit.

Zunächst soll an einem Beispiel (Abbildung 4: DAX, Zeitraum 01Okt2007 bis 28Sep2012, Tageskurse) das Ergebnis einer Zerlegung veranschaulicht werden, um dann anschließend zu zeigen, dass die Basisfunktionen $c_i(t)$ die gesuchte Struktur von Kurszeitreihen darstellen.

Die Zerlegung der DAX-Kurszeitreihe liefert 8 Basisfunktionen: $c_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, 8$. Sie sind in den Abbildungen 5 bis 12 dargestellt. Aus den Abbildungen ist direkt ersichtlich, dass mit steigender Basisfunktions-Nummer die Basisfunktionen immer niedrigerfrequenter werden. Die Basisfunktion $c_1(t)$ weist mehr Schwingungen auf, sie ist höherfrequent als die Basisfunktion $c_2(t)$. Letztere ist wiederum höherfrequent als die Basisfunktion $c_3(t)$ und so fort. Die Basisfunktion $c_8(t)$ ist die Basisfunktion mit den niedrigsten Frequenzen.

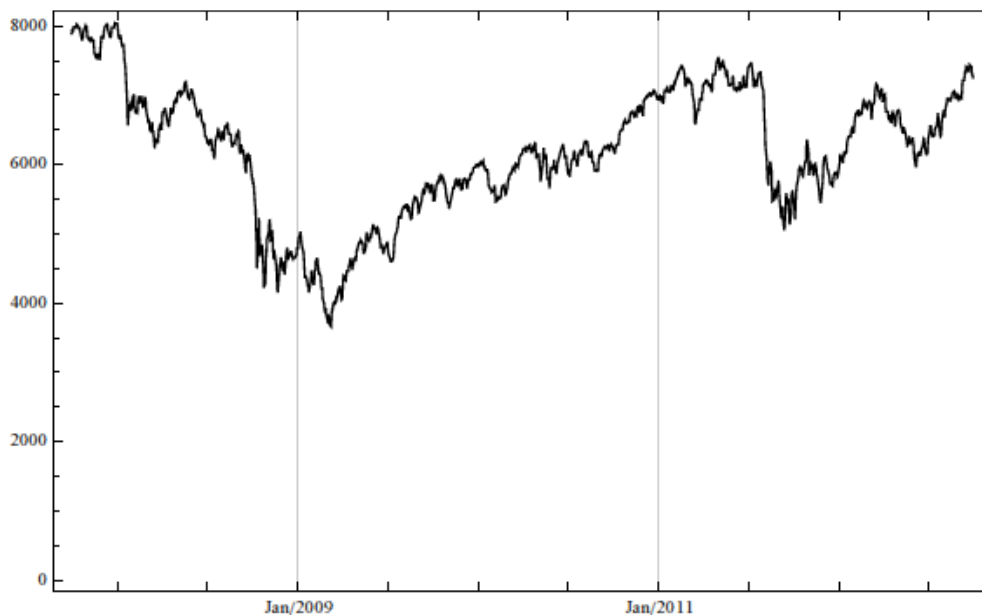


Abbildung 4: Dax, 01Okt2007 – 28Sep2012, Tageskurse

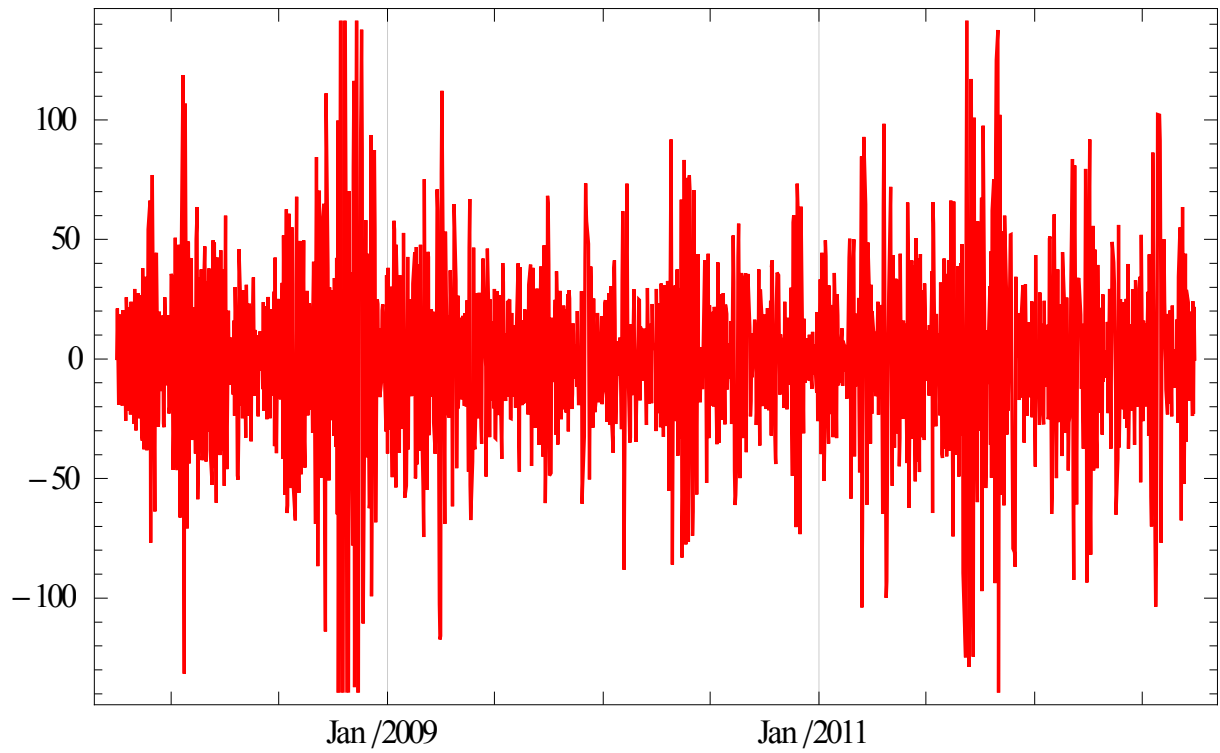


Abbildung 5: Basisfunktion $c_1(t)$

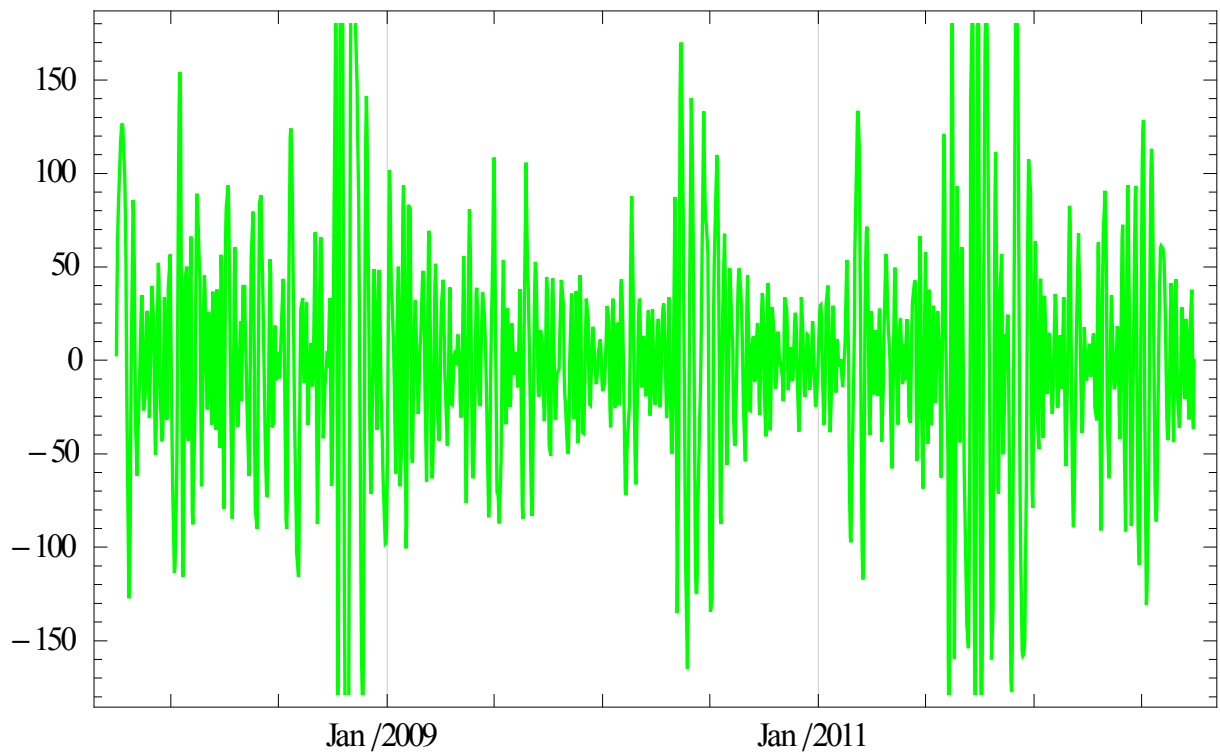


Abbildung 6: Basisfunktion $c_2(t)$

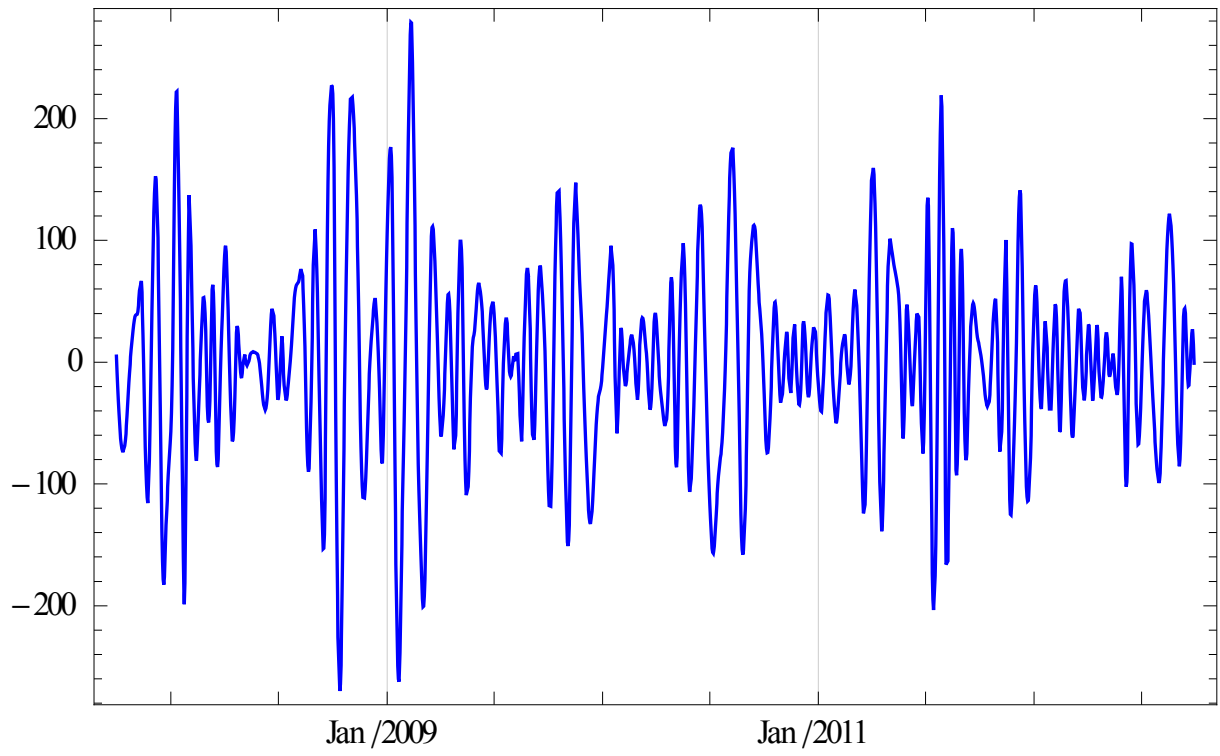


Abbildung 7: Basisfunktion $c_3(t)$

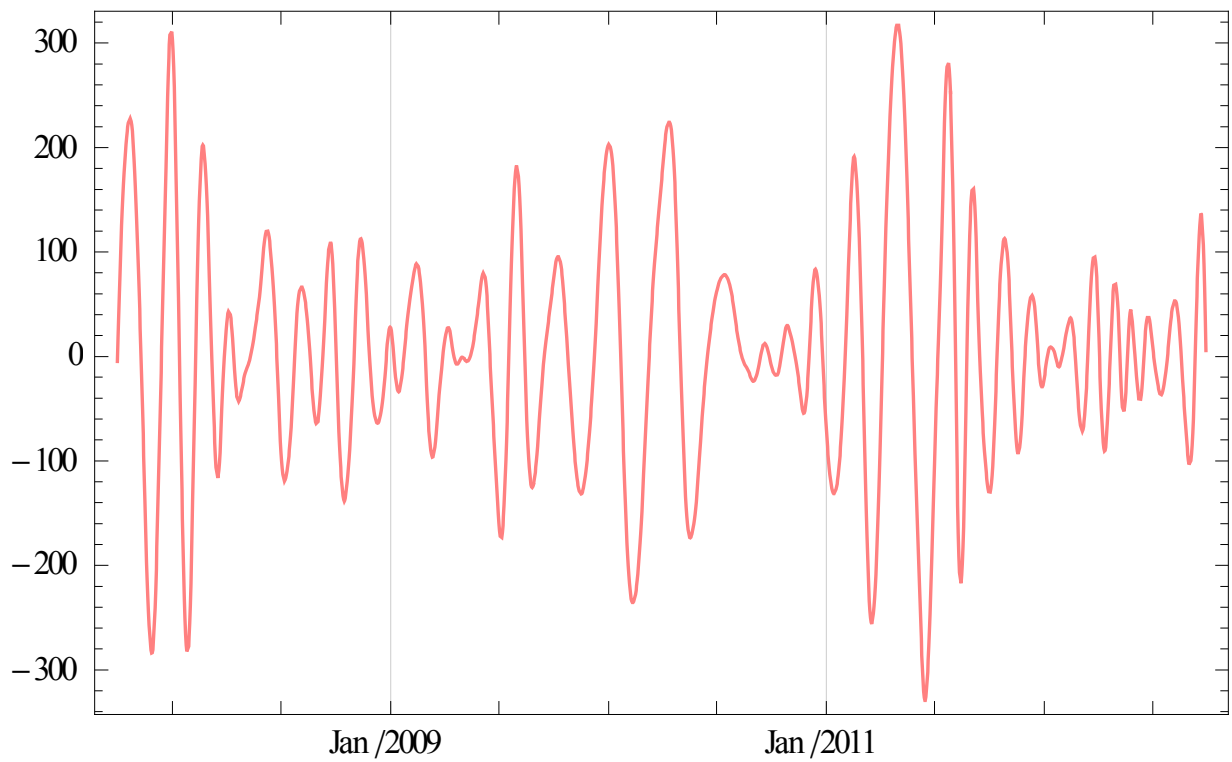


Abbildung 8: Basisfunktion $c_4(t)$

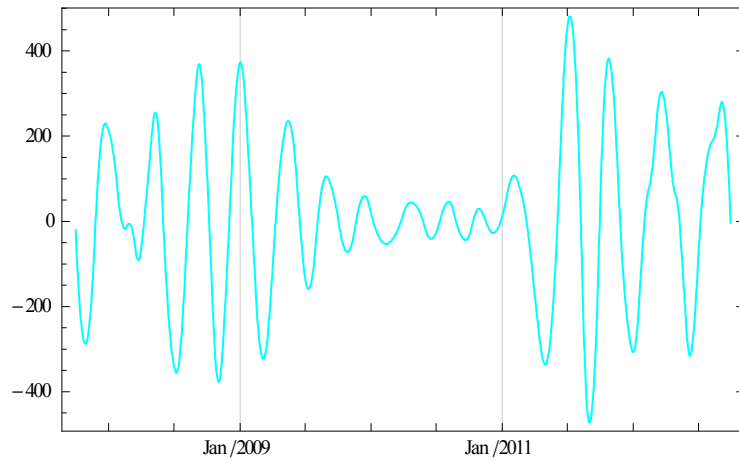


Abbildung 9: Basisfunktion $c_5(t)$

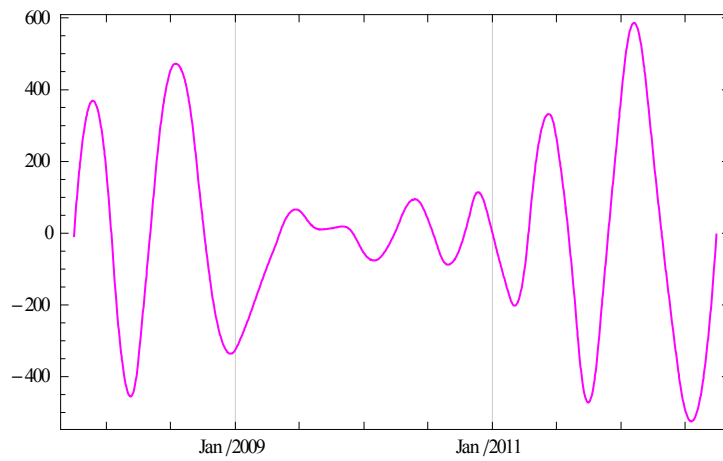


Abbildung 10: Basisfunktion $c_6(t)$

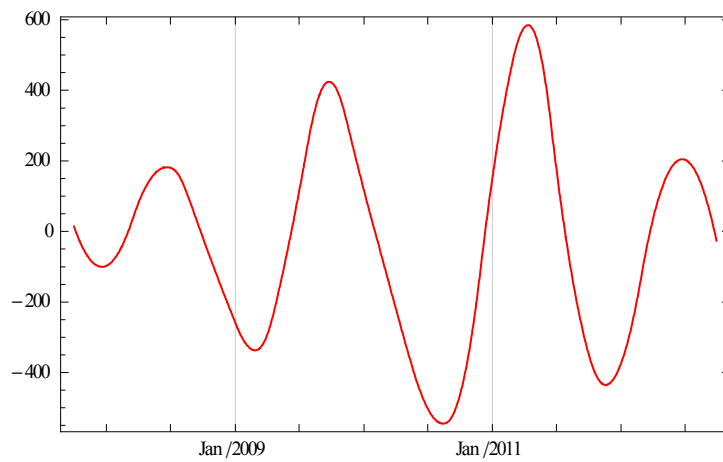


Abbildung 11: Basisfunktion $c_7(t)$

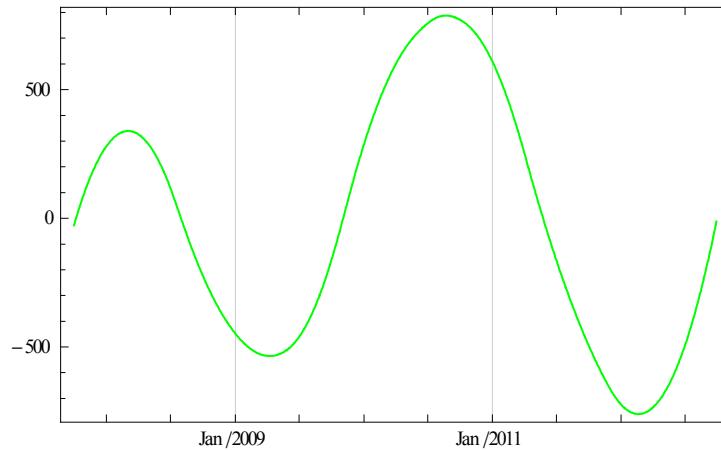


Abbildung 12: Basisfunktion $c_8(t)$

Die Abbildung 13 zeigt den Restwert $r_8(t)$ (rote Linie) zusammen mit der DAX-Kurszeitreihe. Deutlich ist zu erkennen, dass der Restwert als Trend der Kurszeitreihe interpretiert werden kann. Auf Grund des Algorithmus der EMD - zu jedem Zeitpunkt werden nur die dazugehörigen Werte benützt, keine Werte zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt - weist dieser Trend keine Zeitverzögerung auf.

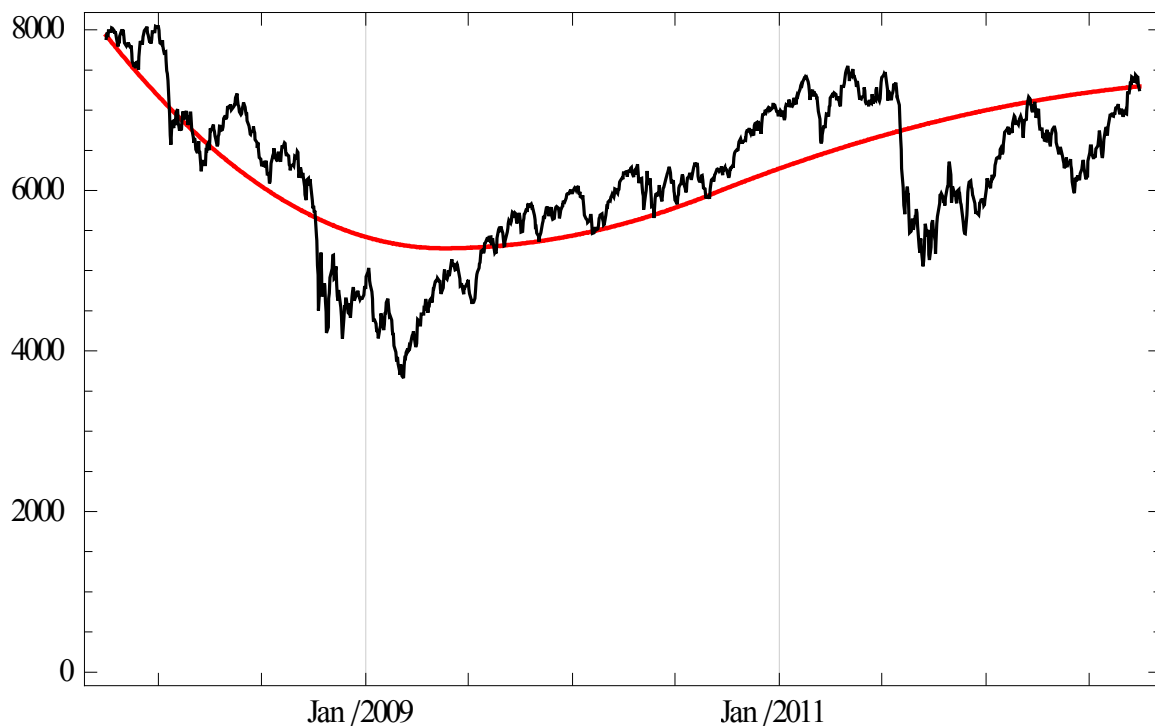


Abbildung 13: Restwert $r_8(t)$ im Vergleich zur DAX-Kurszeitreihe

Die Genauigkeit der Rekonstruktion der DAX-Kurszeitreihe

$$s(t) = r_8(t) + \sum_{i=1}^8 c_i(t)$$

ist aus der nachfolgenden Abbildung 14 ersichtlich. Die obere Rand des roten Feldes gibt die Rekonstruktion im Vergleich zur DAX-Kurszeitreihe (schwarze Linie) wieder. Die EMD-Berechnung ergab einen Fehler kleiner als 2.5×10^{-12} .

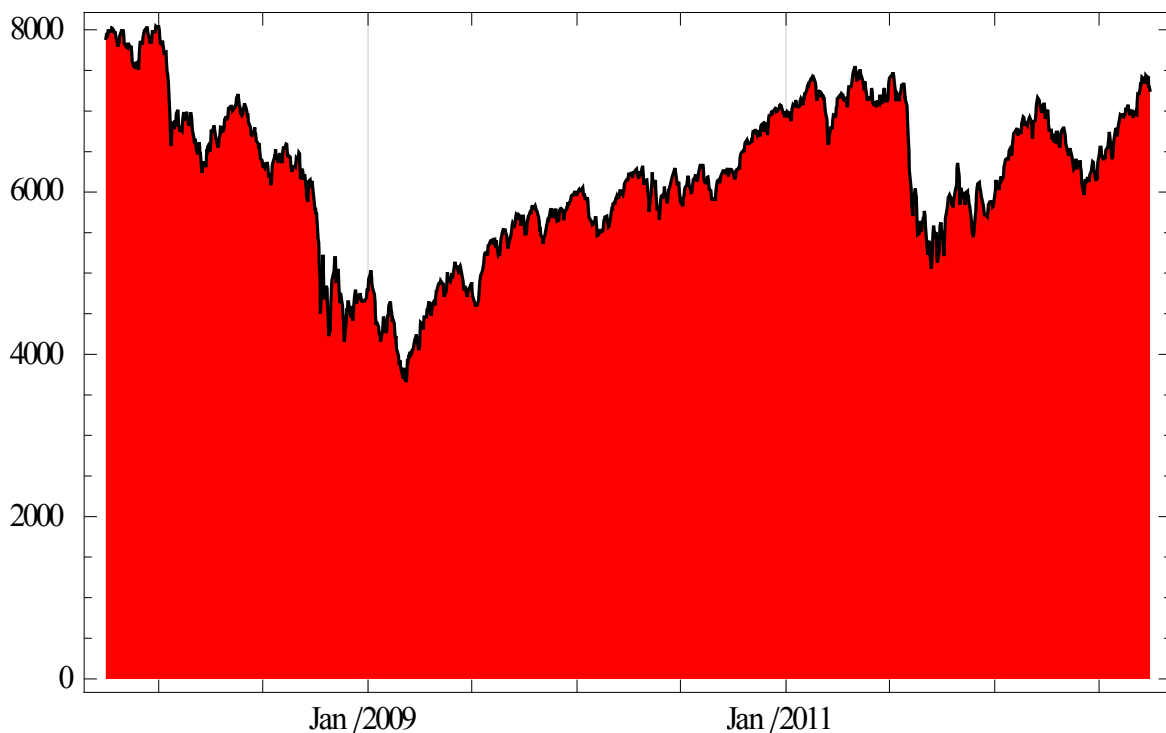


Abbildung 14: Vergleich von Rekonstruktion und DAX-Kurszeitreihe

Die obige Aussage über die Frequenzen der einzelnen Basisfunktionen zu einander – jede Basisfunktion ist höherfrequenter als die nachfolgende - kann aber noch wesentlich verfeinert werden und ist ausschlaggebend für die Verwendung der Basisfunktionen als Struktur für die Kurszeitreihe: Keine der in einer Basisfunktion enthaltenen Frequenzen sind in einer anderen enthalten. Mathematisch formuliert bedeutet dies folgendes: Die Basisfunktionen müssen, wenn die Aussage stimmt, orthogonal zueinander sein.

Die Orthogonalität der Basisfunktionen lässt sich überprüfen, wenn man das Skalarprodukt zweier Basisfunktionen definiert und die sich aus allen Skalarprodukten ergebende Orthogonalitätsmatrix einer Norm unterwirft (siehe Anhang B). **Die nach diesem Verfahren bestimmten orthogonalen Basisfunktionen – zusammen mit dem Restwert – stellen auf Grund ihrer Orthogonalität die gesuchte Struktur einer Kurszeitreihe dar.** Diese Struktur wird nun einer Analyse unterworfen. Es wird sich zeigen, dass dabei die Fibonacci-Zahlen eine Rolle spielen.

Analyse der Struktur einer Kurszeitreihe

Aus der grafischen Darstellung der Basisfunktionen des oben gewählten Kurszeitreihen-Beispiels (DAX: Abbildungen 5 bis 12) lässt sich erkennen, dass die Basisfunktionen keine konstante Frequenz haben. Vielmehr ändert sich ihre Frequenz ständig. In solchen Fällen spricht man von einer Augenblicksfrequenz oder Momentanfrequenz (engl.: instantaneous frequency). Diese Momentanfrequenz spielt bei der folgenden Analyse eine entscheidende Rolle.

Die nachfolgend beschriebene Analyse ist wie folgt aufgebaut:

- Für jede einzelne Basisfunktion wird die Momentanfrequenz berechnet.
- Die Momentanfrequenz ist der zeitabhängige Frequenzverlauf einer Basisfunktion im Berechnungszeitraum.
- Umrechnung der Momentanfrequenz in die für die Technische Analyse bedeutendere Periodendauer oder gleichbedeutend Periodenlänge.
- Berechnung einer durchschnittlichen Periodendauer für jede Basisfunktion.
- Anmerkung: Für die Periodendauer wird im Folgenden die Kurzbezeichnung Periode gewählt.

Die Berechnung der Momentanfrequenz $\omega[m]$ – genauer: momentane Kreisfrequenz oder momentane Winkelgeschwindigkeit - für eine Basisfunktion $c[m]$ erfolgt entsprechend [10]:

$$\omega[m] = \frac{c[m] h'[m] - c'[m] h[m]}{c^2[m] + h^2[m]}.$$

Die Details zu dieser Beziehung sowie zur abkürzenden Schreibweise – keine Indizierung der Basisfunktion - finden sich detailliert im Anhang C.

Drei Berechnungsbeispiele sind in den folgenden Abbildungen 15 bis 17 dargestellt. Die Abbildung 15 zeigt die Momentanfrequenz der 3. Basisfunktion des oben gewählten Kurszeitreihenbeispiels (DAX), während die Abbildungen 16 und 17 diejenige der 4. und 5. Basisfunktion wiedergeben.

Vergleicht man die Größenordnung der Momentanfrequenz in den drei Abbildungen, dann ist deutlich ersichtlich, dass die Momentanfrequenz

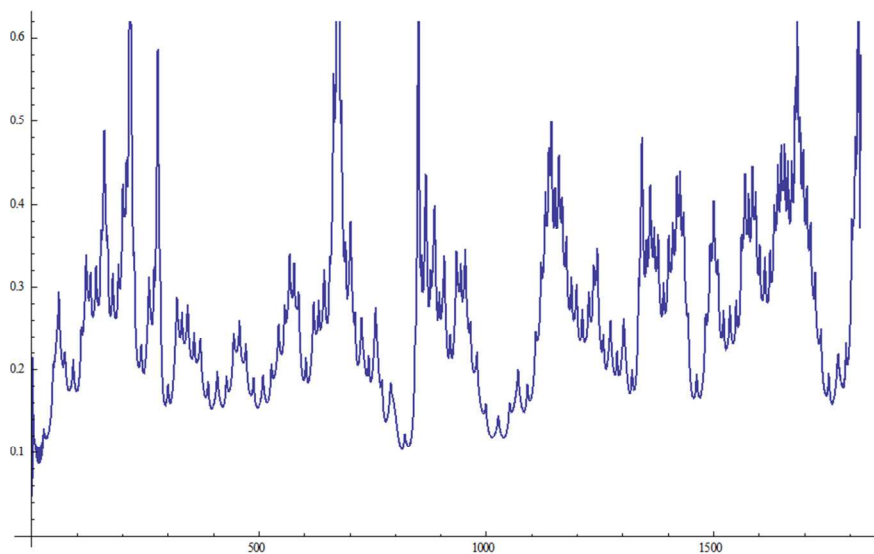


Abbildung 15: Momentanfrequenz der 3. Basisfunktion (Abb. 7)

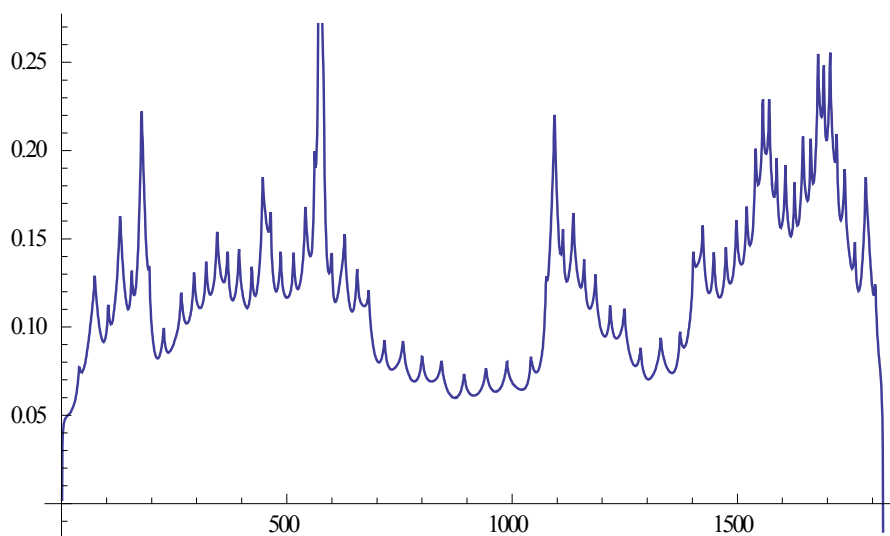


Abbildung 16: Momentanfrequenz der 4. Basisfunktion (Abb. 8)

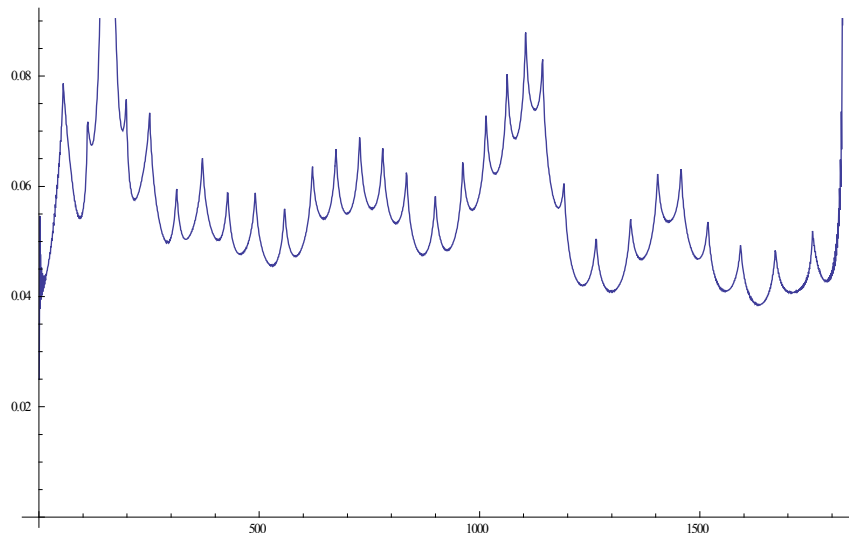


Abbildung 17: Momentanfrequenz der 5. Basisfunktion (Abb. 9)

der 3. Basisfunktion ($\omega \sim 0,3$) wesentlich größer ist als diejenige der 4. Basisfunktion ($\omega \sim 0,1$) und diese wiederum größer als diejenige der 5. Basisfunktion ($\omega \sim 0,06$), was auch aus den Abbildungen 7, 8 und 9 grob ablesbar ist. Die weiter oben getroffene Aussage über die Frequenzen der einzelnen Basisfunktionen zu einander – jede Basisfunktion ist höherfrequent als die nachfolgende – wird damit rechnerisch bestätigt und darüber hinaus die Struktur von Kurszeitreihen.

Die Momentanfrequenz ω ist keine in der Technischen Analyse übliche Größe. In der Technischen Analyse spielt vielmehr die Periode eine wesentliche Rolle. Die Umrechnung wird im Folgenden gezeigt.

Zwischen Winkelgeschwindigkeit ω (Kreisfrequenz) und Frequenz f sowie zwischen Frequenz f und Periodenlänge n bestehen die folgenden allgemeinen Beziehungen:

$$\omega = 2\pi f,$$

$$f = \frac{1}{n}.$$

Aus diesen beiden Beziehungen ergibt sich durch einfaches Einsetzen ein einfacher Zusammenhang zwischen der Periode n und der Momentanfrequenz ω :

$$n = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Damit lässt sich mit Hilfe der obigen Formel für die Momentanfrequenz ω die in der Technischen Analyse übliche Periode berechnen. Dabei ist aber noch als wesentlich anzumerken, dass die Periode n nicht konstant, sondern - wie die Momentanfrequenz ω - zeitabhängig ist. Eine solche zeitabhängige Periode ist in der Technischen Analyse nicht üblich, weil für die Praxis ungeeignet. Um einer praxisgerechten Verwendung Rechnung zu tragen erfolgt eine Mittelung der Momentanfrequenz über den Berechnungszeitraum (N Kurszeitreihen-Daten, siehe Anhang A). Eine gemittelte Periode \bar{n} - geeignet für die Anwendung in der Technischen Analyse – berechnet sich wie folgt [12]:

$$\bar{n} = \frac{2\pi}{\bar{\omega}},$$

wobei für $\bar{\omega}$ gilt:

$$\bar{\omega} = \frac{\sum_{m=1}^N c^2[m] \omega[m]}{\sum_{m=1}^N c^2[m]}.$$

Mit diesem Formelset ergeben sich folgende mittleren Periodenwerte für die 3., 4. und 5. Basisfunktion: 12.94 (13), 28.31(34) und 57,54 (55). In Klammern sind die benachbarten Fibonaccizahlen angegeben. Wenn auch der mittlere Periodenwert der 4. Basisfunktion nicht so nahe an einer Fibonaccizahl liegt wie die mittleren Perioden für die 3. und 5. Basisfunktion, so gibt dieses Ergebnis doch einen Hinweis, dass einer Kurszeitreihenstruktur – nämlich den orthogonalen Basisfunktionen – mittlere Perioden zugrunde liegen, die den Fibonaccizahlen entsprechen oder ihnen benachbart sind.

Mit den folgenden dargestellten Ergebnissen soll diese vorläufige Aussage belegt werden. Alle nachfolgend beschriebenen Ergebnisse basieren auf der Programmierung und Berechnung mit dem Programmpaket Mathematica 8.0 von Wolfram Research, wobei die entsprechenden Kurszeitreihen auf Tagesbasis über ein speziell programmiertes Schnittstellenprogramm aus dem Börsenprogramm TaiPan 12.0 entnommen wurden.

Mittlere Perioden und Fibonaccizahlen

Die oben gemachte vorläufige Aussage soll nun auf einer breiteren Basis belegt werden. Dazu werden zunächst die Kurszeitreihen aller im DAX enthaltenen Unternehmen der geschilderten Analyse unterworfen. Weitere Indizes (Euro Stoxx 50, Dow Jones Industrial, Nasdaq 100, Stoxx Global 1800) sowie ein Rohstoff- und Währungskatalog werden daran anschließend analysiert.

Konkret: Die Kurszeitreihen aller DAX-Unternehmen sowie der DAX-Aktienindex selbst werden auf Tagesbasis im Zeitraum 01Okt2007 bis 28Sep2012 analysiert. Der Zeitraum von 5 Jahren ist so gewählt, dass in der Mehrzahl aller Kurszeitreihen Perioden von 5 bis ungefähr 200 auftreten. Ein Zeitraum von weniger als fünf Jahren würde die Periode 200 gegenüber den wesentlich kürzeren Perioden nur ungenügend berücksichtigen. Kürzere Perioden als 5 sind in der Technischen Analyse nur in wenigen Fällen sinnvoll und eine Periode von 200 ist einer der gängigsten und zugleich größten Perioden, die in der Technischen Analyse verwendet werden. Die Vorgehensweise im Einzelnen ist folgende:

- Berechnung der Struktur aller Kurszeitreihen der im DAX enthaltenen Unternehmen, d. h. Berechnung der orthogonalen Basisfunktionen für jede einzelne Kurszeitreihe (31 Kurszeitreihen: 30 Unternehmen und DAX-Kurszeitreihe).
- Berechnung der mittleren Periode für jede Basisfunktion. Zuordnung der berechneten mittleren Perioden zur nächsten benachbarten Fibonaccizahl.
- Berechnung des Mittelwertes aller einer Fibonaccizahl zugeordneten mittleren Perioden.
- Vergleich des Mittelwertes mit der zugeordneten Fibonaccizahl.
- Berechnung der maximalen mittleren Periode im Vergleich zur benachbarten Fibonaccizahl.
- Berechnung der minimalen mittleren Periode im Vergleich zur benachbarten Fibonaccizahl.
- Berechnung der Schwankung um eine Fibonaccizahl: Maximale mittlere Periode minus minimale mittlere Periode.

Das Ergebnis dieser DAX-Analyse ist im Anhang D tabellarisch dargestellt. Folgende Aussagen ergeben sich daraus:

- Die mittleren Perioden der einzelnen Basisfunktionen gruppieren sich um die Fibonaccizahlen. Dies ergibt sich aus folgender Zuordnung:
 - Die Fibonaccizahlen 5 bis 233 sind im unteren Teil der Tabelle in roter Schrift eingetragen.
 - Diesen Fibonaccizahlen werden die mittleren Perioden für die einzelnen Kurszeitreihen (rot umrandeter Datenbereich) so zugeordnet, dass die Differenz zwischen mittlerer Periode und Fibonaccizahl minimal ist.
 - In den einzelnen Spalten des Datenbereiches stehen diejenigen mittleren Perioden der einzelnen Kurszeitreihen, die der unten stehenden Fibonaccizahl in dieser Spalte am nächsten kommen.

- Der Mittelwert aller in einer Spalte stehenden mittleren Perioden liegt sehr nahe an der diese Spalte bestimmenden Fibonaccizahl. Am Beispiel der Fibonaccizahl 55 (Spalte mit grauem Hintergrund) wird diese Aussage erläutert:
 - Die mittleren Perioden dieser Spalte reichen von 49,04460346 (Lanxess) bis 58,82434561 (Allianz), wobei nicht alle Kurszeitreihen eine mittlere Periode für diese Spalte beitragen.
 - Berechnung eines Mittelwertes über alle Perioden in dieser Spalte und Vergleich mit der Fibonaccizahl.
 - Die Differenz dieses Mittelwertes zur Fibonaccizahl 55 beträgt 0,7.

Die geringste Differenz beträgt 0 (Spalte mit der Fibonaccizahl 8), die höchste 10,8 (Spalte mit der Fibonaccizahl 144). Beide Spalten sind mit einem hellgrünen Hintergrund markiert.

- Die mittleren Perioden einer einzelnen Kurszeitreihe besetzen nicht fortlaufend alle Fibonaccizahlen zwischen 5 und 233. Die nicht besetzten Zellen sind mit einem kleinen waagrechten Strich gekennzeichnet.

- Die Schwankung um eine Fibonaccizahl ist bei kleinen Fibonaccizahlen geringer als bei den Fibonaccizahlen mit höheren Werten. Dies ergibt sich aus der schwarz umrandeten Zeile. Im Einzelnen:
- Beispiel für die Berechnung der Schwankung: Siehe Spalte mit der Fibonaccizahl 21, orangefarbene Zellenmarkierung.
 - Die Schwankung berechnet sich aus der Differenz zwischen der maximalen mittleren Periode (E.ON: 26,61992203) und aus der minimalen mittleren Periode (Lanxess: 17,03348719) in einer Spalte.
 - Im Falle des gewählten Beispiels beträgt die Schwankung 9,6.

Bei der Fibonaccizahl 5 beträgt die Schwankung 2,2 und steigt kontinuierlich auf einen Wert von 106,3 bei der Fibonaccizahl 233.

Die hier getroffenen Aussagen - auf der Basis des DAX - können auch mit anderen Indizes getroffen werden. Im Anhang E bis H sind die Ergebnisse auf der Basis folgender Indizes wiedergegeben:

- Dow Jones Industrial,
- Nasdaq 100,
- EuroStoxx 50,
- Stoxx Global 1800.

Außerdem sind im Anhang I und K die Ergebnisse für einen Rohstoffkorb und einem Währungskorb wiedergegeben. Sowohl bei den Indizes als auch bei den beiden Körben sind keine gegenteiligen Aussagen im Vergleich zu den oben getroffenen erkennbar. Selbst beim Rohstoffkorb, dessen Datenbasis unzureichend ist, ergeben sich keine Abweichungen von den oben gemachten Aussagen.

Auf Grund dieser breit angelegten Analyse kann auch abgeleitet werden, dass die gemachten Aussagen allgemein gültig sind und nicht nur für bestimmte Kurszeitreihen.

Zusammenfassend kann die Aussage gemacht werden, dass die Fibonaccizahlen 5 bis 233 tatsächlich für die Technische Analyse bedeutungsvoll sind, auch wenn sie nicht direkt in den Kurszeitreihen erkennbar sind und nicht streng exakt auftreten. Die analytische

Unschärfe, die in fast allen Bereichen der Technischen Analyse gegeben ist, wurde bei der Herleitung der mittleren Perioden aus Kurszeitreihen mathematisch quantifiziert. Diese Unschärfe sollte deshalb auch in diesem Fall akzeptiert werden.

Folgerungen für die Technische Analyse

Auf Grund der bisher gefundenen Ergebnisse können die Fibonaccizahlen in der Praxis der Technischen Analyse erfolgreich angewendet werden. Bei der Entwicklung eines Indikatorensystems sind die Periodeneinstellungen von grundlegender Bedeutung. Falls keinerlei reale Anhaltspunkte für bestimmte Periodeneinstellungen vorliegen, dann sind die Fibonaccizahlen eine sehr gute Ausgangsbasis für konkrete Periodeneinstellungen. Mit Hilfe eines Backtestings können die Fibonacci-Periodeneinstellungen dann immer noch optimiert werden, wobei man sich dabei stets vor Augen halten sollte, dass es eine exakte Periodeneinstellung für ein robustes Indikatorensystem nicht gibt. **Die Fibonaccizahlen sind ein sehr guter Leitfaden für die Periodeneinstellung in technischen Indikatoren.**

Diese Aussage kann noch weiter präzisiert werden. Dazu dient die Tabelle des Anhangs L. In ihr ist die Häufigkeit – Prozentangabe - der einer Fibonaccizahl zugeordneten mittleren Perioden für die einzelnen Indizes eingetragen. Die mittlere Periode um die Fibonaccizahl 21 beispielsweise tritt nicht bei allen Kurszeitreihen auf. Würde sie in allen Kurszeitreihen auftreten, gäbe es keine Leerzellen in der Spalte für die Fibonaccizahl 21. Für alle anderen Fibonaccizahlen gilt natürlich das Gleiche.

Aus der Tabelle des Anhangs L ist ersichtlich, dass die Perioden-Häufigkeiten für die einzelnen Fibonaccizahlen recht unterschiedlich sind. Präferiert man Periodenhäufigkeiten über 50, dann sind mittlere Perioden um die Fibonaccizahlen 5, 13, 34, 55, 89 wahrscheinlicher (graufarbener Hintergrund) als diejenigen um 8, 21, 144 und 233. Damit lässt sich folgende Periodeneinteilung vornehmen:

- Kurzfristiger Handelsansatz: 5 und 13;
- Mittelfristiger Handelsansatz: 34, 55 und 89;

- Langfristiger Handelsansatz: 144 und 233 mit Einschränkungen.

Die Fibonaccizahlen 5, 13 sowie 34, 55 und 89 sind - die umfangreiche Kurszeitreihenanalyse (Anhang D bis I, weit über 200 Kurszeitreihen aus unterschiedlichen Indizes) bestätigt dies - eine sehr gute Ausgangsbasis für ein robustes Indikatorensystem.

Die mittleren Perioden wurden über die Momentanfrequenz einer Basisfunktion berechnet. Jede mittlere Periode entspricht einer ganz bestimmten Basisfunktion. Die Basisfunktionen einer Kurszeitreihe bilden zugleich auch ihre Struktur und bestimmen darüber hinaus die Kursbewegung. Je mehr Basisfunktionen eine Kursbewegung bestimmen, desto stärker ist die Kursbewegung. **Unter diesem Aspekt, zusammen mit der Zuordnung von Basisfunktion und mittlerer Periode, erklären sich sofort die Fibonacci-Verhältnisse und deren Anwendung zur Kurszielbestimmung (vgl. [1]). Die weiter oben schon angesprochene Unschärfe gilt insbesondere auch für die Kurszielbestimmung mit Hilfe der Fibonacci-Verhältnisse.**

Zum Schluss dieser Arbeit noch ein Hinweis auf andere Zeitebenen, ohne dies jedoch durch Berechnungen zu unterlegen. Auf Grund der fraktalen Struktur von Kurszeitreihen [13] kann davon ausgegangen werden, dass die getroffenen Aussagen über die Verwendbarkeit der Fibonaccizahlen auch auf andere Zeitebenen übertragen werden können.

Literaturhinweise

- [1] Karin Roller: Kursziele bestimmen mit Fibonacci
FinanzBuchverlag München, 2012 .
- [2] Carolin Prose: Der Wert von Fibonaccizeitzielen
Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Mathematik,
Bachelorarbeit, 2010.
- [3] Claus Huber: Wendepunkte in Finanzmärkten
Uhlenbruch Verlag, Bad Soden/TS., 2000
- [4] Ohm/Lüke: Signalübertragung, Springer, 2007.
- [5] Norden E. Huang et al.:
The empirical mode decomposition and the Hilbert Spectrum for
nonlinear and nonstationary time series analysis.
Proceedings of the Royal Society London 1998; A 454: 903 – 905.
- [6] Jürgen Nowacki (Hrsg.): Vom Aktionär zum Trader
Börsenbuchverlag Kulmbach, 2012
- [7] Daniel Algernon:
Impact-Echo- Analyse akustischer Wellen in Beton.
Dissertation (TU Berlin, 2006).
- [8] Bronstein, Semendjajew, Musiol, Mühlig:
Taschenbuch der Mathematik
Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main, 2006.
- [9] Wolfram Research: Programm Mathematica Version 8.0.
- [10] Arthur E. Barnes:
The calculation of instantaneous frequency and instantaneous
Bandwidth.
Geophysics, Vol. 57, No.14 (November 1992); P. 1520 – 1524.
- [11] J. J. Benedetto:
Harmonic Analysis and Applications.

CRC Press Inc, Boca Raton, Florida, 1997.

- [12]** S. Ghofrani, D. C. McLernon, A. Ayatollahi:
Weighted Average Instantaneous Frequency based on Adaptive
Signal Decomposition.
[http://www.eurasip.org/Proceedings/Eusipco2005/defevent/papers
/cr1143.pdf](http://www.eurasip.org/Proceedings/Eusipco2005/defevent/papers/cr1143.pdf)
- [13]** Maria Niderhammer:
Chaotische Zeitreihenanalyse.
Diplomarbeit an der FH Wien, Finanz-, Rechnungs- und
Steuerwesen, April 2004.