

# Fibonacci are Human (made)

Wissenschaftliche Analyse von Retracement-Level

René Kempen  
trader@nepmek.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen zur Retracementanalyse</b>	<b>6</b>
1.1	Der Markttechnische Trend . . . . .	6
1.2	MinMax-Prozess . . . . .	7
1.3	Retracement-Level . . . . .	8
1.4	Fibonacci-Quotienten . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Retracement-Messung</b>	<b>11</b>
2.1	MinMax-Prozess zur Retracementerkennung . . . . .	11
2.2	Aufbereitung . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Retracement-Statistik</b>	<b>14</b>
3.1	Analyse, erste Erkenntnisse . . . . .	14
3.2	Analyse, Verteilungsfunktion . . . . .	17
3.3	Analyse, Signifikante Level . . . . .	18
3.4	Ergebniszusammenfassung . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>22</b>
<b>A</b>	<b>Statistik für tertiären und primären Trend</b>	<b>24</b>

# Einführung

Im Bereich der technischen Analyse stehen dem Trader mittlerweile eine Vielzahl von unterschiedlichen Indikatoren, Filtern und ganzen Handelssystemen zur Verfügung. Zum einen ist dies natürlich ein Zeugnis der Kreativität bisheriger technischer Analysten. Zum anderen zeugt der Reichtum an Hilfsmitteln aber auch von der Komplexität der Chartanalyse. Der Markt lässt sich scheinbar nicht durch ein paar Werkzeuge beherrschen.

Angenommen, es soll ein bestimmtes Werkzeug - sei es eine Hilfslinie, ein Indikator oder gar ein ganzes Handelssystem - auf einen bestimmten Markt angewendet werden. Dann drängt sich die Frage auf, ob dieses Werkzeug in Kombination mit dem Markt wie vorgesehen funktioniert. Eine sichere Antwort auf diese Frage kann jedoch nicht gegeben werden - denn dies würde genaue Kenntnisse über den zukünftigen Marktverlauf voraussetzen. So lange diese nicht vorhanden sind, kann nur eine Überprüfung des Werkzeuges auf Basis des vergangenen Marktverlaufes stattfinden.

Handelt es sich bei dem Werkzeug um ein Handelssystem, ist die Funktion natürlich mehrheitlich Profit zu erwirtschaften. Zur empirischen Überprüfung ist es daher üblich, ein Handelssystem vor dem Einsatz einem *Backtest* zu unterziehen. Handelssysteme sind jedoch fast ausschließlich eine Symbiose aus verschiedenen Werkzeugen, wie z.B. Indikatoren. Überprüft wird mit einem Backtest allerdings nur das System als Ganzes. Die einzelnen Komponenten werden nicht empirisch überprüft. Auf diese Weise besteht aber die Möglichkeit, dass trotz eines erfolgreichen Backtests einzelne Komponenten des Handelssystems nicht wie vorgesehen funktionieren. Ein grundlegenderer Ansatz wäre daher, die einzelnen Komponenten je einem empirischen Test zu unterziehen. Dennoch ist diese Vorgehensweise bisher nur vereinzelt anzutreffen und fundierte Standardwerke der technischen Analyse missen sie gänzlich (vgl. Murphy [8]). Stattdessen ist es gebräuchlich, zur Untermauerung einer Idee eine Auswahl von funktionierenden Beispielen zu präsentieren. Dieser induktive Ansatz (aus dem Ergebnis eines bzw. weniger Beispiele wird auf das allgemeine Ergebnis geschlossen) ist unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten nicht haltbar. Als Voraussetzung zur Erfüllung wissenschaftlicher Anforderungen muss stattdessen ein deduktiver Ansatz gewählt werden. Das heißt, eine Idee wird systematisch an einer Vielzahl an Beispielen getestet, bevor aus der Menge der Ergebnisse schließlich die Erkenntnisse abgeleitet werden.

Die Idee, die als Motivation zu diesem Artikel diente, ist die der Fibonacci-Retracements. Die Fibonacci-Zahlen sind eine der bekanntesten Zahlenfolgen und lassen sich sogar in den unterschiedlichsten Stellen in der Natur wiederfinden. Spätestens seit der Elliott-Wellen-Theorie (R.N. Elliott, 1920, vgl. [5]) sind sie auch den technischen Analysten bekannt und seitdem wird deren Kreativität durch diese besondere Zahlenfolge angeregt. Dies belegen zahlreiche Artikel und Ideen, die in verschiedenster Form auf der Fibonacci-Folge basieren (vgl. Fibonacci-Retracements: ([8], Kap.

„Percentage Retracements“; [2], S. 50f; [4], S. 68f; [12]); Fibonacci-Folge: [3]). Das Konzept der Fibonacci-Retracements im Speziellen ist, obgleich allgemein bekannt, noch nicht wissenschaftlich untersucht worden (vgl. [12], „Academic Studies“). Die Ergebnisse einer undokumentierten empirischen Untersuchung zur Signifikanz der Fibonacci-Retracements, durchgeführt von T. N. Bulkowski (vgl. [2], S. 50f; [1]), waren das einzige gefundene Resultat bei der Recherche für diesen Artikel. Ziel dieses Beitrages ist folglich die empirische Untersuchung von Retracement-Level im Stile einer wissenschaftlichen Arbeit. Gleichzeitig soll dazu angeregt werden, weitere Konzepte der technischen Analyse empirisch zu untersuchen.

Zur Ableitung von Aussagen aus einer Menge von Daten wird auf die Hilfe der Statistik zurückgegriffen. Der Arbeitsablauf unterteilt sich grob in vier Abschnitte: Planung, Erhebung, Aufbereitung und Analyse.

Der Planungs- und Erhebungsprozess entspricht dabei den ersten beiden Kapiteln dieses Artikels. Während im ersten Kapitel grundlegende Sachverhalte genannt und der benutzte MinMax-Prozess in den Grundzügen vorgestellt wird, folgt im zweiten Kapitel die konkrete Umsetzung. Zum Ende des zweiten Kapitels beginnt die Aufbereitung der Daten. Dafür wird die Form des Histogramms gewählt, da dies eine unmittelbare Analyse der Verteilung der Daten ermöglicht. Dies wiederum geschieht im dritten Kapitel, in dem auch die Anpassung einer Wahrscheinlichkeitsfunktion an das erhaltene Histogramm durchgeführt wird. Abschließend werden die erlangten Erkenntnisse zusammenfassend präsentiert und diese Arbeit kann im Gesamtkontext der technischen Analyse eingeordnet werden.

## Danksagung

Meine tiefste Dankbarkeit gilt Herrn Professor Maier-Paape für die andauernde Unterstützung durch anregende Diskussionen, wissenschaftliche Hinweise und konstruktive Kritik. Seine Vorlesung zu mechanischen Handelssystemen an der RWTH Aachen war ausschlaggebend für die Entstehung dieser Arbeit. Ebenso dankbar bin ich der Vereinigung technischer Analysten Deutschlands e.V. für die Auslobung dieses VTAD Awards. Die Auszeichnung ehrt mich zutiefst.

# 1 Grundlagen zur Retracementanalyse

Als Basis für die späteren Analysen machen grundlegende Definitionen und Vereinbarungen den Anfang.

## 1.1 Der Markttechnische Trend

Bereits Charles H. Dow befasste sich mit der *Trend*-Idee, welche bis heute ein zentraler Bestandteil in der technischen Analyse ist. Die genaue Charakterisierung eines Trends ist jedoch nicht einheitlich festgelegt. Für diese Arbeit wird eine markttechnische Trenddefinition zu Grunde gelegt:

### (1.1) Definition (Markttechnischer Trend)

Ein Markt befindet sich in einem *Aufwärtstrend*, genau dann wenn

1. (mindestens) die letzten beiden relevanten *Tiefs* (P1 und P3) monoton steigen und
2. (mindestens) die letzten beiden relevanten *Hochs* (P2) strikt monoton steigen.

Analog befindet sich ein Markt in einem *Abwärtstrend*, genau dann wenn

1. (mindestens) die letzten beiden relevanten *Hochs* (P1 und P3) monoton fallen und
2. (mindestens) die letzten beiden relevanten *Tiefs* (P2) strikt monoton fallen.

Wenn keiner der beiden Fälle zutrifft, ist der Markt *trendlos*. In einem Aufwärtstrend

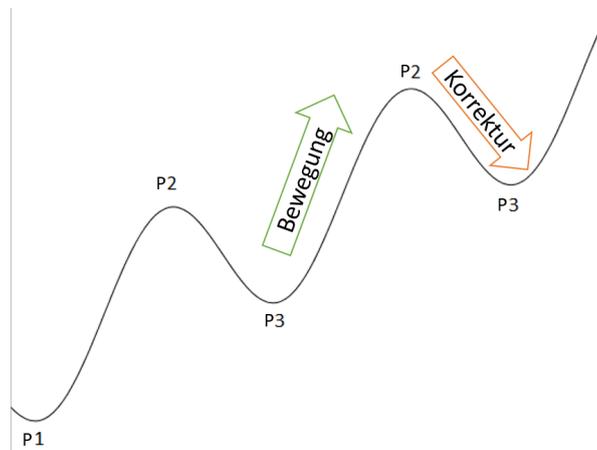


Abbildung 1: Markttechnischer Aufwärtstrend (1-2-3) mit Bewegung und Korrektur

ist die *Bewegung* die Phase zwischen einem Tief und dem darauffolgenden Hoch. Dagegen ist die *Korrektur* (engl. *retracement*) die Phase zwischen Hoch und dem darauffolgenden Tief. Für einen Abwärtstrend sind Bewegung und Korrektur genau umgekehrt definiert. ◇

Wie in der Definition bereits geschehen, wird eine Nummerierung der Hochs und Tiefs im Trend nach dem 1-2-3 Prinzip (vgl. Voigt 2008,[9]) eingeführt.

Versucht man die Trenddefinition (1.1) in der Praxis auf einen Markt anzuwenden, wird man mit zwei Problemen konfrontiert:

1. Die Relevanz eines potentiellen Extrempunktes muss bewertet werden.
2. Betrachtet man unterschiedliche Zeitebenen simultan, können widersprüchliche Trendsignale auftreten.

Während das zweite Problem schlicht durch Festlegung auf eine feste Zeitebene zur Trendbeurteilung gelöst werden kann, ist das Problem im ersten Fall tiefgründiger. Die Bewertung der Relevanz ist im Kern eine subjektive Beurteilung der Daten. Während z.B. ein Beobachter sich nur auf äußerst wenige signifikante Hochs und Tiefs konzentriert, können für einen anderen Beobachter die untergeordneten Trendänderungen wichtig sein. Eine automatische Trenderkennung muss diesem Umstand also Rechnung tragen. Weiterhin folgt aus der unterschiedlichen Klassifikation von Extrempunkten die Existenz von unterschiedlichen Klassen von Trends. Diese Idee ist indes nicht neu. Die Idee der Klassifikation von Trends in *primäre, sekundäre und tertiäre* Trends geht auf Dow zurück (vgl. [8], Kap. „Dow Theory“). Dieser Aspekt wird bei der Analyse berücksichtigt werden.

### 1.2 MinMax-Prozess

Aufbauend auf der Trenddefinition (1.1) wird eine automatische Erkennung der relevanten Hoch- und Tiefpunkte benötigt. Explizit besteht der Wunsch nach einem Indikator, der eine Liste mit alternierenden Minima und Maxima erstellt. Einen solcher Indikator wird *MinMax-Prozess* genannt. Wie bereits erwähnt, hängt ein Finden von relevanten Extrempunkten natürlich von subjektiven Relevanzkriterien ab. Einem solchen Indikator muss daher in irgendeiner Weise die subjektive Sicht auf die Relevanz von Extrempunkten „übergeben“ werden.

Eine mögliche Herangehensweise wurde von Maier-Paape (2011,[7]) ausgeführt. Dort wird ein MinMax-Prozess auf Basis eines beliebigen SAR-Prozesses definiert, indem bei einer Aufwärtsbewegung des Marktes nach relevanten Hochpunkten und bei einer Abwärtsbewegung nach relevanten Tiefpunkten gesucht wird. Die Bewegungsrichtung erhält man dabei aus dem zugrunde liegenden SAR-Prozess, sodass dieser quasi den Takt vorgibt. Dies bedeutet gleichzeitig, dass durch Vorgabe eines geeigneten SAR-Prozesses subjektive Bewertungskriterien in den MinMax-Prozess einfließen können. Dabei ist man bei der Wahl des SAR-Prozesses völlig frei, da für jeden beliebigen SAR-Prozess ein solcher MinMax-Prozess existiert ([7], Satz 2.13). Auf diese Weise ist zum einen der Relevanzproblematik Genüge getan und zum anderen arbeitet der eigentliche Algorithmus zur Extrempunktfindung dann nach rein objektiven Gesichtspunkten. Dieser benötigt daher keine weiteren Parameter.

Für die Untersuchungen wird im Folgenden auf diesen MinMax-Prozess mit einem integrierten MACD Richtungsprozess (vgl. [7], Kapitel 2.1) als Basisindikator

zurückgegriffen. Die Nützlichkeit dieses MinMax-Prozesses wird durch folgendes Beispiel ersichtlich:

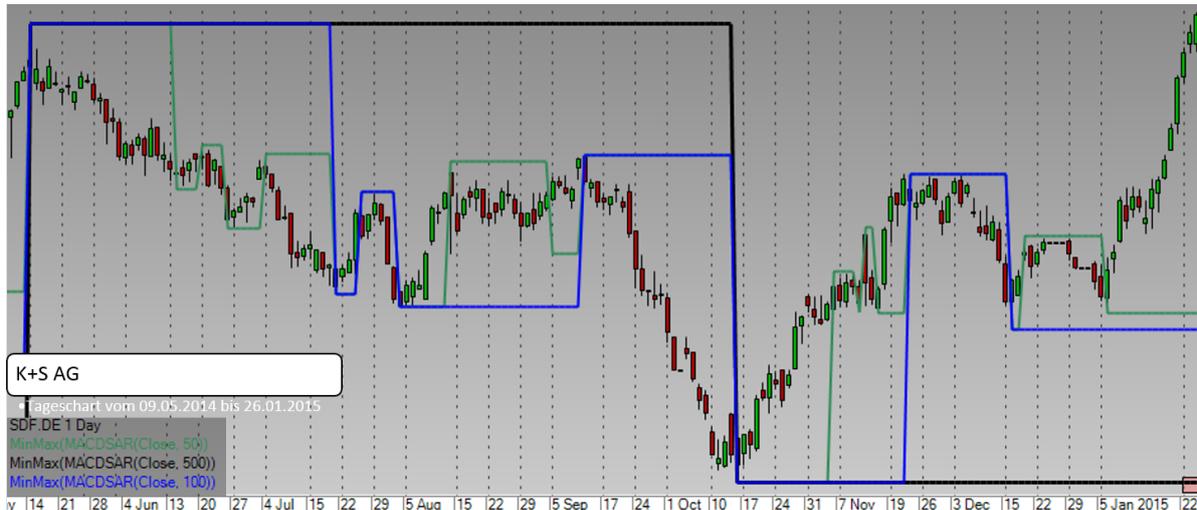


Abbildung 2: Tageschart der K+S Aktie mit MinMax-Indikator auf Basis des integralen MACD SAR-Prozesses mit verschiedenen Skalierungen (Grün: 0.5, Blau: 1, Schwarz: 5). Die Linien weisen jeweils den zur Periode letzten notierten Extrempunkt aus. Die Skalierung dient dabei als Kontrollschraube für die Sensitivität des MinMax-Prozesses.

## 1.3 Retracement-Level

Für die empirische Untersuchung der *Retracement-Level* in einem beliebigen Trend ist eine genaue Definition dieser Level essentiell.

### (1.2) Definition (Retracement)

Es sei ein Markt gegeben, der sich momentan um den Punkt 2 in einem Trend befindet. Ein Retracement-Level mit prozentualem Wert  $p \geq 0$  ist ein waagerechtes Level, das mit Abstand

$$\Delta = |P2 - P3| \cdot p \quad \diamond$$

entgegen der Bewegung, das heißt in Richtung der Korrektur, vom Punkt 2 eingezeichnet wird. Hierbei bezeichnen  $P2$  und  $P3$  den Preis des jeweiligen Extrempunktes eines markttechnischen Trends (vgl. (1.1)).

Für den technischen Analysten sind solche Retracement-Level sowohl generell in Form von Unterstützungs- und Widerstandslinien interessant als auch speziell für eine Prognose der anstehenden Korrektur. Man kann jedem Punkt 3 selbst ein eindeutiges Retracement  $p_3$  zuordnen, mit

$$p_3 = \frac{P2 - P3_{\text{neu}}}{P2 - P3} \quad (1)$$

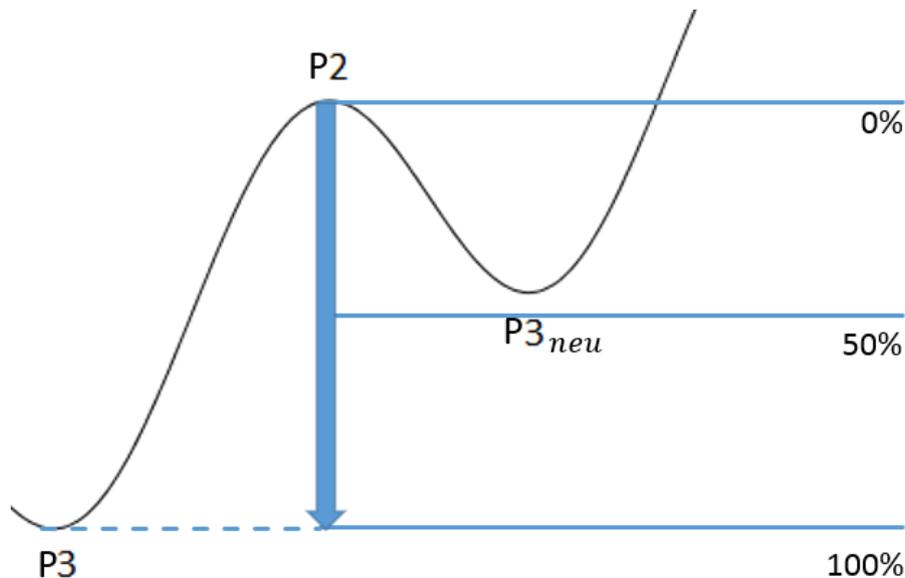


Abbildung 3: Retracement-Level im Trend

wobei  $P3_{neu}$  den neuen Extrempunkt der Korrektur meint. Genau diese Werte werden die Datenbasis bilden.

Es ist direkt ersichtlich, dass genau dann ein Trendbruch vorliegt wenn  $p_3 > 100\%$ . Es gelte die Annahme, dass ein Trend eher weiterläuft, als dass er bricht. Dann wird das 100%-Retracement grundsätzlich als Unterstützungslinie angesehen (vgl. Murphy,[8] Kap. „Support and Resistance“). Weiterhin gibt es bestimmte Niveaus, an denen das Ende der Korrektur, das heißt die Umkehr in die nächste Bewegung, erwarten wird. Allgemeine Beachtung finden die bereits auf Dow zurückgehenden Level 33%, 50% sowie 67%. Murphy nimmt an, dass eine Korrektur am häufigsten ca. 50% der vorherigen Bewegung beträgt. Weiterhin soll im Normalfall eine Korrektur minimal ca. 33% und maximale ca. 67% der vorherigen Bewegung entsprechen (vgl. Murphy,[8], Kap. „Percentage Retracements“).

Alternativ zu der 1/3-Einteilung können auch, motiviert durch die Elliott-Wellen-Theorie (R.N. Elliott, 1920, vgl. [5]), *Fibonacci-Quotienten* angesetzt werden. Speziell werden die ersten beiden Fibonacci-Quotienten  $F_1 \approx 0.618032$  und  $F_2 \approx 0.381966$  als Level für die minimale bzw. die maximale Korrektur genommen.

## 1.4 Fibonacci-Quotienten

Als Fibonacci-Zahlen werden die Folgenglieder der Fibonacci-Folge  $1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, \dots$  bezeichnet [6]. Dabei ist die  $n$ -te Fibonacci-Zahl  $f_n$  die Summe der beiden vorherigen Fibonacci-Zahlen  $f_{n-1}$  und  $f_{n-2}$ :

$$f_n = f_{n-1} + f_{n-2} \quad \text{für } n > 2 \quad (2)$$

und  $f_2 = f_1 = 1$ . Bereits Johannes Kepler stellte fest, dass sich der Quotient zweier aufeinanderfolgender Fibonacci-Zahlen  $f_{n+1}/f_n$  für große  $n$  dem Goldenen Schnitt  $\Phi$  annähert:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f_{n+1}}{f_n} = \Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \approx 1.618\dots$$

Der Goldene Schnitt und die Fibonacci-Zahlen selbst treten in den verschiedensten Facetten in der Natur (dort insbesondere in der Pflanzenwelt) auf (vgl. [13]). Mit der Elliott-Wellen-Theorie haben die Fibonacci-Zahlen längst den Sprung zuvor technischen Analyse gemeistert. So treten insbesondere, wie zur genannt, die aus den Fibonacci-Zahlen abgeleitete Fibonacci-Quotienten bei der Arbeit mit Retracement-Level auf. Dabei ist der  $k$ -te Fibonacci-Quotient  $F_k$  der Grenzwert des Quotienten aus einer Fibonacci-Zahl mit deren  $k$ -ten Nachfolger, das heißt:

$$F_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f_n}{f_{n+k}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \underbrace{\frac{f_n}{f_{n+1}}}_{\rightarrow \Phi^{-1}} \underbrace{\frac{f_{n+1}}{f_{n+2}}}_{\rightarrow \Phi^{-1}} \dots \underbrace{\frac{f_{n+k-1}}{f_{n+k}}}_{\rightarrow \Phi^{-1}} = \Phi^{-k} = \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^{-k} \quad (3)$$

Damit können die bereits erwähnten ersten Quotienten berechnet werden.

$$\begin{aligned} F_0 &= \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^0 = 1 \\ F_1 &= \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^{-1} \approx 0.618034\dots \\ F_2 &= \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^{-2} \approx 0.381966\dots \end{aligned}$$

## 2 Retracement-Messung

In diesem Kapitel geht es darum, mit Hilfe der aufgeführten Grundlagen aus dem ersten Kapitel ein Verfahren zu entwickeln, um systematisch die Lage der Retracements in einem Trend zu erfassen. Die gesammelten Daten werden anschließend statistisch aufbereitet und analysiert.

### 2.1 MinMax-Prozess zur Retracementenerfassung

Damit die Retracements analysiert werden können, müssen diese erst einmal systematisch erhoben werden. Es wird also ein Algorithmus benötigt, dem ein Markt mit einer bestimmten Zeitskala übergeben wird und der daraufhin eine Liste mit Retracementwerten liefert. Wie in (1) aufgeführt, interessiert hierbei das Verhältnis von Korrektur zur vorangegangenen Bewegung. Dies setzt natürlich die Existenz eines Trends voraus. Zusammengefasst lautet das Vorgehen also:

1. Prüfe, ob ein markttechnischer Trend besteht.
2. Berechne die Größe der Korrektur und der Bewegung.
3. Notiere den Quotienten aus Korrektur und Bewegung.

Nun basiert zum einen die Trenddefinition (1.1) einzig auf Vergleichen von Hochs und Tiefs. Zum anderen werden für die Berechnung der Korrektur- und Bewegungsgröße ebenfalls nur die Werte der Hochs und Tiefs benötigt. Folglich benötigt der Algorithmus zur Erhebung der Retracements als Eingabe nur eine Liste mit Werten der relevanten Hoch- und Tiefpunkte. Erfreulicherweise ist der vorgestellte MinMax-Prozess auf Basis eines beliebigen SAR-Prozesses genau dazu in der Lage. Dieser liefert nämlich gerade eine Liste mit alternierenden Minima und Maxima.

Mit diesem Vorgehen soll nun eine Datenbasis für die statistischen Analysen geschaffen werden. Dazu wird eine Zeitebene festgelegt und eine Auswahl der zu untersuchenden Märkte getroffen. Auf diese werden dann der MinMax-Prozess nach Maier-Paape auf Basis des integrierten MACD SAR-Prozesses ([7], Kapitel 2.1) angewendet und die Retracements sowie die Wellenlänge ausgelesen (die Wellenlängen werden für die Zuordnung der Skalierungsgrößen zu den drei Trendklassen benötigt). Die Konfiguration in der Übersicht:

#### (2.1) Aufbau (Retracement-Messung)

Datenpool:

- Alle Aktien des aktuellen
  - Dow30, Nasdaq100 sowie Dax30.

Zeitebene:

- Tageschart

## 2 Retracement-Messung

- Zeitraum: Maximal 4. Januar 1974 bis 30. Januar 2015

Indikator:

- MinMax-Prozess
  - SAR-Prozess: Integrierter MACD Richtungsprozess mit Skalierung 0.5, 1 sowie 4.

Durchführung:

- Berechne das Retracement wie in (1) und speichere die Werte in einer Datei. Unterscheide dabei nicht nach Trendrichtung. ◇

Es sei zum Indikator angemerkt, dass der Skalierungswert des Richtungsprozesses unmittelbar die Feinheit des MinMax-Prozesses beeinflusst (vgl. Abbildung 2). Niedrige Skalierungen führen zum einen zu mehr Daten, zum anderen aber auch zu einer Verkürzung der Wellenlänge (mittlerer Abstandes zwischen zwei Maxima bzw. Minima). Damit lässt sich mittelbar der Schwerpunkt der Untersuchung auf eine bestimmte Trendklasse (primär, sekundär oder tertiär nach Dow) festlegen. Die Auswahl der Skalierungen erfolgte daher gerade so, dass alle drei Trendklassen erfasst werden konnten.

Nach der Durchführung der Retracementenerhebung in dieser Konfiguration ergeben sich folgende Datenmengen:

1. Primärer Trend (Skalierung 4) insgesamt 4.915 Werte.
  - Dax30: 647 Werte
  - Dow30: 1.579 Werte
  - Nasdaq100: 2.689 Werte
2. Sekundärer Trend (Skalierung 1) insgesamt 17.931 Werte.
  - Dax30: 2.305 Werte
  - Dow30: 5.690 Werte
  - Nasdaq100: 10.389 Werte
3. Tertiärer Trend (Skalierung 0,5) insgesamt 35.684 Werte.
  - Dax30: 4.489 Werte
  - Dow30: 11.150 Werte
  - Nasdaq100: 20.045 Werte

Anmerkung: Cisco, Microsoft und Intel sind je in Dow30 und Nasdaq100 enthalten, wurden aber nur einmal gezählt.

Bevor die erhaltenen Retracementdaten analysiert werden können, müssen diese noch statistisch aufbereitet werden.

## 2.2 Aufbereitung

Zur Verifikation der bereits erfolgten Einteilung in drei Trendklassen wird mit der Auswertung der gesammelten Wellenlängendaten begonnen:

1. Skalierung 4 (Primärer Trend): Mittelwert 117 Tage, Median 107 Tage
2. Skalierung 1 (Sekundärer Trend): Mittelwert 33 Tage, Median 30 Tage
3. Skalierung 0,5 (Tertiärer Trend): Mittelwert 17 Tage, Median 15 Tage

Aus den gesammelten Retracementdaten werden anschließend drei Histogramme gefüllt: je eines pro Skalierungsgröße. Das Histogramm von allen 17.931 Retracementwerten für den sekundären Trend ergibt folgende Verteilung (Für die anderen Beiden vgl. Anhang Abb. 9, 13):

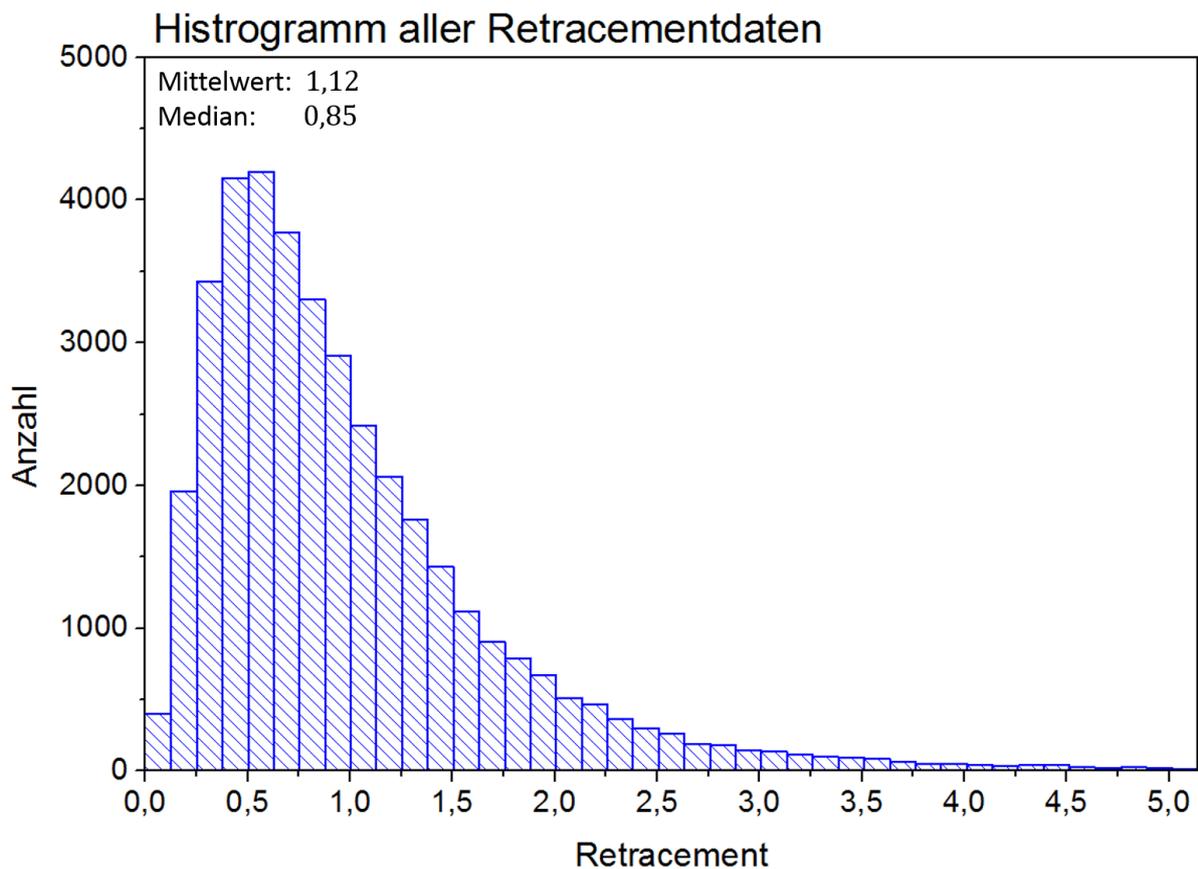


Abbildung 4: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 1 im Bereich von 0 bis 5 mit insgesamt 42 Bins und einer Binsgröße von ca. 0,12.

## 3 Retracement-Statistik

Bei der Analyse und Beurteilung der Daten wird wiederholt von (statistischer) Signifikanz gesprochen. Damit ist Folgendes gemeint:

### (3.1) Definition

Eine Größe weiche von einem vorgegebenen Modell ab. Dann wird diese Größe als statistisch signifikant bezeichnet, wenn die Wahrscheinlichkeit, dass die Abweichung durch Zufall zustande kam, kleiner als eine gewisse Toleranzschwelle ist.  $\diamond$

Als Toleranzschwelle sei hier das doppelte Rauschen gewählt. Damit eine Größe also als statistisch signifikant gilt, muss sie mindestens doppelt so stark vom Modell abweichen wie der Großteil der anderen.

Da eine detaillierte Ausführung der durchzuführenden Analysen auf alle drei Messreihen den Rahmen dieses Artikels sprengen würde und das Vorgehen identisch ist, wird sich im Folgenden auf den Fall des sekundären Trends beschränkt (Skalierung 1), jedoch mit Ausnahmen: Für die Bewertung und Einordnung der Ergebnisse und zur Benennung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der drei Trendklassen wird auch auf die Daten der beiden anderen Messreihen zurückgegriffen. Diese sind im Anhang A nachzuschlagen.

### 3.1 Analyse, erste Erkenntnisse

Mit Hilfe der Retracementverteilung, die das Histogramm (Abb. 4) liefert, können die ersten empirisch gewonnenen Erkenntnisse festgehalten werden. Als weitere Quelle wird zudem der kumulierte Wahrscheinlichkeitsverlauf (Abb. 5) betrachtet. Ähnliche Ergebnisse unter der Annahme der Trendfortsetzung lieferte eine von Bulkowski durchgeführte Untersuchung (vgl. [1]).

Es soll nun eine Auswahl von daraus ableitbaren empirischen Aussagen getroffen werden. Dazu gilt es anzumerken: Beim Bezug auf Daten des primären und tertiären Trends wird bei quasi identischen Ergebnissen ( $\pm 1\%$ ) folgende Abkürzung benutzt:  $pti =$  „Beide Aussagen sind für primäre und tertiäre Trends identisch“. Ansonsten ist mit  $P$  der primäre und mit  $T$  der tertiäre Trend gemeint.

1. **Halbierung:** Der Bereich mit der höchsten Wahrscheinlichkeit zur Kursumkehr liegt bei dem 50% Retracement. Die Wahrscheinlichkeit, dass bis zum 50% Level die Kursumkehr erfolgt, beträgt ca. 23% ( $pti$ ).
2. **Dreiteilung:** Die Wahrscheinlichkeit, dass bis zum 33,33% Level noch keine Kursumkehr erfolgte, beträgt ca. 91,3%. Die Wahrscheinlichkeit, dass bis zum 67% Level bereits eine Kursumkehr erfolgte, beträgt ca. 36,6% ( $pti$ ).
3. **Fibonacci:** Die Wahrscheinlichkeit, dass bis zum  $F_2 \approx 38,2\%$  Level noch keine Kursumkehr erfolgte, beträgt ca. 86,6% ( $P$ : 81%, ansonsten  $pti$ ). Die Wahrscheinlichkeit, dass bis zum  $F_1 \approx 61,8\%$  Level bereits eine Kursumkehr erfolgte, beträgt ca. 33,0% ( $pti$ ).

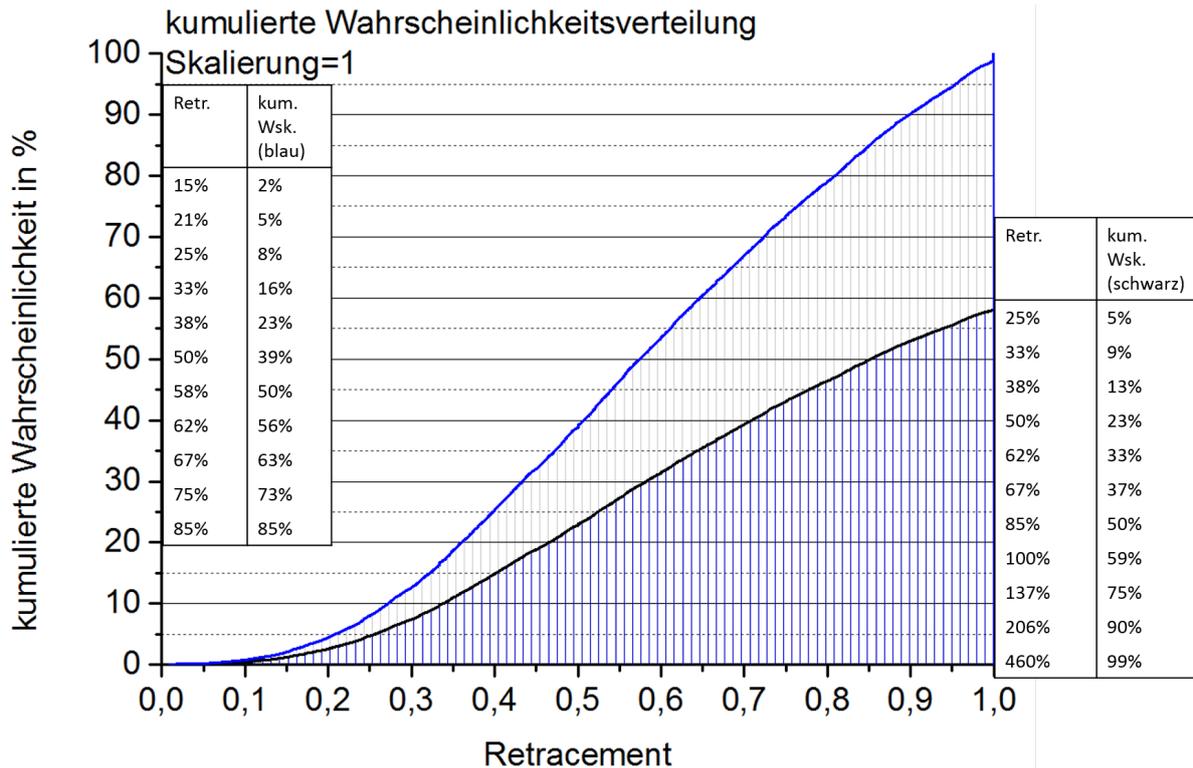


Abbildung 5: Kumulierter Wahrscheinlichkeitsverlauf des Retracements zwischen 0 und 1 für Skalierung 1 (schwarze Kurve). Die blaue Kurve ist die bedingte kumulierte Wsk. mit der Bedingung, dass das Retracement maximal 100% beträgt, der Trend also nicht bricht.

4. **Trendbruch:** Die Wahrscheinlichkeit, dass ein aktiver Trend **nicht** gebrochen wird (100% Level), liegt bei ca. 58,7% (pti).
5. **Kursumkehr:** Im Mittel erfolgt die Kursumkehr bei 112% (P:115%) der vorherigen Bewegung, im Median bei 85% (pti).  
Mit ca. 5% Wahrscheinlichkeit beträgt das Retracement maximal 25% (P:28%, ansonsten pti).  
In ca. der Hälfte aller Fälle beträgt das Retracement maximal 85% (pti).  
Mit ca. 75% Wahrscheinlichkeit beträgt das Retracement maximal 137% (pti).  
Mit ca. 90% Wahrscheinlichkeit beträgt es maximal 206% und mit 99% Wahrscheinlichkeit beträgt das Retracement maximal 460%.
6. Die Wahrscheinlichkeit, dass beim Überschreiten des 67% Levels ein Trendbruch auftritt, das heißt das endgültige Retracement beträgt mehr als 100%, beträgt ca. 65,1% (pti). Bereits ab dem Überschreiten des 43,3% Levels wird es wahrscheinlicher, dass der Trend bricht, als dass er sich fortsetzt (P: 46,5%, pti).

7. Unter der Annahme, dass der Trend fortgesetzt wird (maximales Retracement ist kleiner als 100%), beträgt die Wahrscheinlichkeit ca. 83,9%, dass das Retracement mindestens 33% beträgt (P:86,1%, pti). Unter der gleichen Annahme beträgt das Retracement mit ca. 62,6% Wahrscheinlichkeit maximal 67% der Bewegung (pti).

Wieder unter der Annahme der Trendfortsetzung ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 92,0% (P:93,6%) bzw. 98,0% das Retracement minimal 25% bzw. 15% und mit einer Wahrscheinlichkeit von 73,3% (P:74,8%) bzw. 84,8% maximal 75% bzw. 85% der vorherigen Bewegung (pti).

Die erste Beobachtung ist, dass die gemachten Aussagen von der Trendklasse **unabhängig** sind. Mit anderen Worten, die zugrunde liegende Verteilung ist im Wesentlichen **skalierungsinvariant**.

Nun soll ein Beispiel geben werden, wie mit solch empirischen Wahrscheinlichkeiten allgemein akzeptierte Aussagen in der technischen Analyse überprüft werden können. Dazu wird ein Vergleich der letzten Aussagen mit denen von Murphy angestrebt (vgl. Murphy,[8], Kap. „Percentage Retracements“).

- Murphy unterscheidet bei seinen Aussagen explizit nicht nach Trendklassen. Obige Beobachtung stützt dieses Vorgehen.
- Im Bereich des 50% Retracements ist, wie von Murphy behauptet, in der Tat die Wahrscheinlichkeit einer Kursumkehr am größten (vgl. 1 oben).
- Das 33% bzw. 38% Level als minimales Retracement passt in 91% respektive 87% der untersuchten Fälle. Murphys Aussage über das übliche minimale Retracement kann also ebenfalls bestätigt werden. Die Aussage der üblichen maximalen Retracements kann jedoch nicht untermauert werden, da für das 67% dies nur in 36,6% und für 62% dies sogar nur in 33% der Fälle der Fall war (vgl. 2,3 oben). Selbst wenn man die Bedingung hinzu nimmt, dass der Trend nicht gebrochen wurde (das heißt man betrachtet nur Retracements  $\leq 1$ ), ist das Ergebnis nicht überzeugend (vgl. 7 oben).
- Wenn der Kurs in der Korrektur das 67% Retracement durchbricht, ist es in der Tat - wie von Murphy behauptet - wahrscheinlicher, dass der Trend bricht (vgl. 6 oben).

Obwohl also vier von fünf Murphys Aussagen empirisch untermauert werden konnten, bedeutet das im Umkehrschluss nicht, dass diese Retracement-Level auch signifikant im statistischen Sinne sind. Der Punkt 7 legt sogar nahe, dass die Level für minimale und maximale Retracements abhängig von der subjektiven Betrachtungsweise gelegt werden sollten („Wie viel wahrscheinlicher soll ein Trendbruch als eine Fortführung sein, damit es für mich optimal ist?“). Das heißt, es sticht kein Level heraus, welches im besonderen Maße geeignet ist. Vielmehr sollte man sich überlegen, ob man anhand von Abb. 5 in einem konkreten Fall nicht etwas bessere, das heißt an die eigenen Anforderungen angepasste, Level findet.

Um die Signifikanzfrage klären zu können, wird das Histogramm als nächstes detaillierter untersucht.

### 3.2 Analyse, Verteilungsfunktion

Es soll noch mehr über die Verteilung der Retracements erfahren und dabei auch die Signifikanz der in der technischen Analyse gebräuchlichen Level überprüft werden. Als ersten Schritt soll eine passende Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Histogramm gefunden werden. Ausgehend von der groben Form der gemessenen Verteilung bieten sich die Gammaverteilung [14], die Beta-Verteilung [10] sowie die logarithmische Normalverteilung [16] an. Während alle drei Verteilungsfits einen guten  $R^2$  Wert aufweisen, scheiden die Gamma- und Beta-Verteilung aufgrund starker Systematik in den Residuen aus (pti). Übrig bleibt die logarithmische Normalverteilung, obgleich auch hier eine Systematik in den Residuen nicht gänzlich auszuschließen ist (vgl. Abbildung 6, mit steigender Skalierung abnehmend). Die resultierenden Wahr-

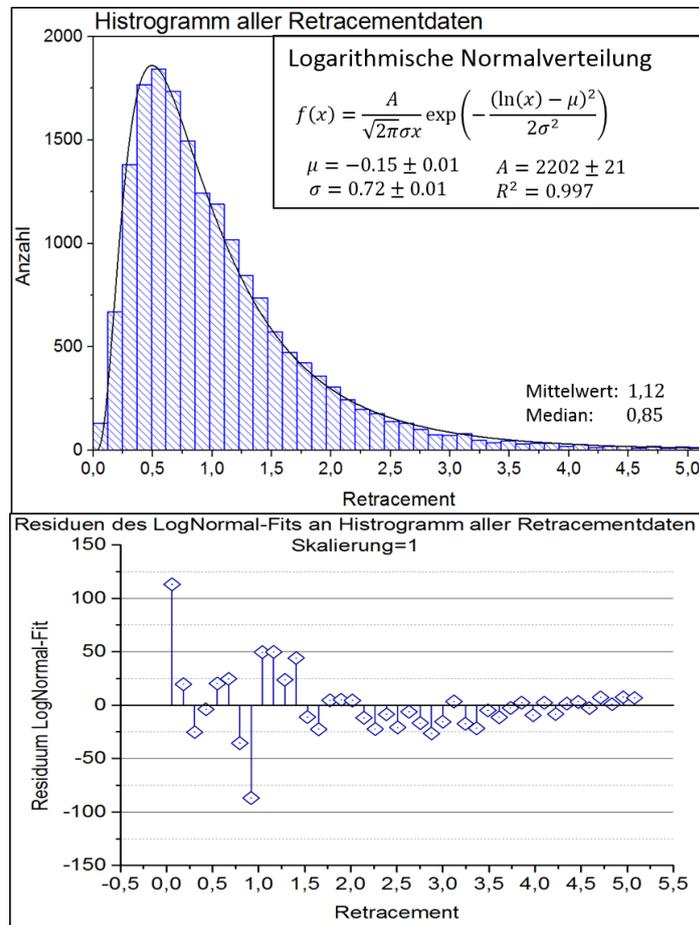


Abbildung 6: Retracementverteilung und Fit der logarithmischen Normalverteilung mit Ausweis der Residuen für Skalierung 1.

scheinlichkeitsdichten für die drei Trendklassen sind sehr ähnlich (vgl. Anhang Abb. 9, 13). Dies bestärkt das bereits beobachtete Phänomen der Skalierungsinvarianz des Marktes.

Die logarithmische Normalverteilung tritt auch in der Finanzmathematik auf, auch dort im Bereich der Aktienkurse: konkret im *Black-Scholes-Modell*, welches zur Bewertung von Optionen benutzt wird [11]. Dieses geht davon aus, dass Aktienkurse einer geometrischen Brownschen Bewegung folgen. Damit sind die relativen Änderungen der Aktienkurse jedoch logarithmisch normalverteilt [15].

In den Residuen (Abb. 6) fällt eine starke Abweichung der logarithmischen Verteilungsfunktion beim Retracement von 0% und 100% auf. Diese Beobachtung wird als Anlass genommen, um die Signifikanz von gebräuchlichen Retracement-Level empirisch zu überprüfen.

### 3.3 Analyse, Signifikante Level

In der Binauflösung von Abb. 6 fallen nur die beiden genannten Abweichungen unmittelbar auf. Selbst diese stechen aber nicht weit genug hervor, um unter Berücksichtigung der Binauflösung als statistisch signifikant (Def. 3.1) zu gelten. Dies führt zur Schlussfolgerung:

#### (3.2) Beobachtung

Es gibt keine statistisch signifikanten Retracement-Level bei einer Auflösung von über  $0,1 = 10\%$ . ◇

Diese Beobachtung trifft auch auf die beiden anderen Trendklassen zu. In einer feineren Auflösung könnte sich dies jedoch ändern. Daher wird ein feiner aufgelöstes Histogramm herangezogen (vgl. Abbildung 7). Es fällt unmittelbar auf, dass der Wert um 1,0 signifikant häufiger auftritt als jeder andere in dessen Umgebung. Diese Beobachtung trifft auch für den tertiären Trend zu. Dort ist zusätzlich das 50% Level ab einer Auflösung von unter 1% statistisch signifikant. Für den primären Trend sind jedoch keine Auffälligkeiten zu beobachten. Folglich lässt sich festhalten:

#### (3.3) Beobachtung

Ab einer Auflösung von unter  $0,01 = 1\%$  sind für den primären Trend noch keine Retracement-Level signifikant. Für den sekundären Trend hingegen ist das 100% Level und für den tertiären Trend das 50% sowie das 100% Level statistisch signifikant (vgl. Anhang Abb. 11). ◇

Für den sekundären Trend ist für die anderen von Murphy genannten Level bei dieser Auflösung noch keine eindeutige Aussage möglich. Daher wird die Auflösung erneut auf unter  $0,001 = 0,1\%$  (vgl. Abbildung 8) erhöht. Wir erkennen nun klar drei signifikante Ausreißer. Diese Beobachtung trifft auch wieder für den tertiären, aber nicht für den primären Trend zu. Während beim tertiären Trend eine Reihe von signifikanten Ausreißern zu erkennen sind (vgl. Anhang Abb. 12), stellt sich beim primären Trend einzig das 100% Level zum ersten Mal als signifikant heraus.

### 3 Retracement-Statistik

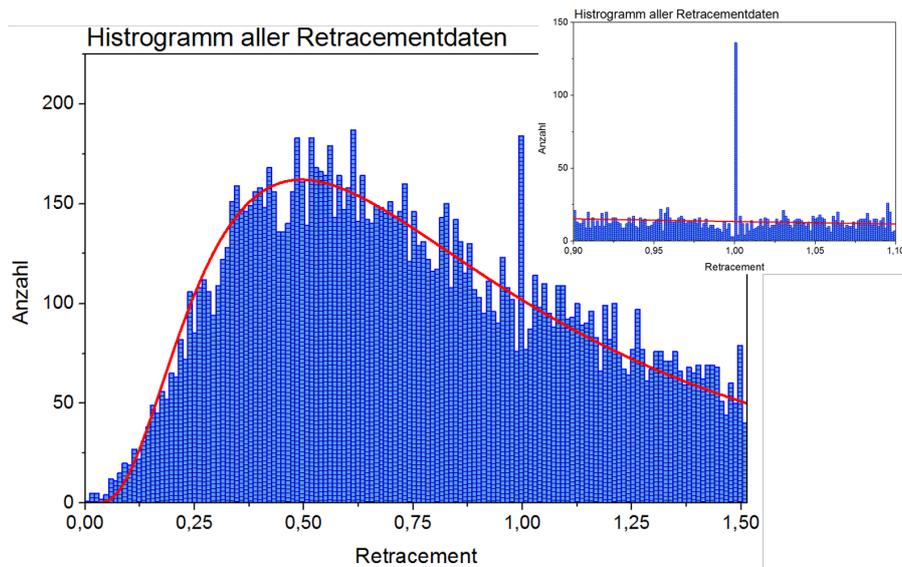


Abbildung 7: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 1 im Bereich von 0 bis 1,5 mit insgesamt 142 Bins und einer Bingröße von ca. 0,01. Eingebildet ist zudem eine sehr feine Auflösung in der Umgebung von 1.

#### (3.4) Beobachtung

Ab einer Auflösung von unter  $0,001 = 0,1\%$  ist für den primären Trend das 100% Level erstmals signifikant (Anhang Abb.16). Die Level 33,3%, 50,0% sowie 66,7% sind weiterhin für den sekundären sowie tertiären Trend statistisch signifikant.  $\diamond$

Die Bedeutung der Beobachtungen (3.2-3.4) für die technische Analyse soll im Folgenden erläutert werden.

Während die Fibonacci-Retracements selbst bei einer Auflösung von  $0,1\%$  trendklassenübergreifend **keine** Signifikanz aufweisen, sind die anderen betrachteten Retracements für mindestens eine Kombination aus gewählter Auflösung und Trendklasse signifikant. Damit gibt es **keine** empirische Grundlage, die Fibonacci-Retracements im Vergleich zu anderen Retracement-Level auszeichnet. Die Signifikanz der anderen betrachteten Retracement-Level hängt stark von der Kombination aus Auflösung und Trendklasse ab. Je feiner die Auflösung und je untergeordneter der Trend, desto deutlicher sind die Level 100%, 50%, 66,7% sowie 33,3% in absteigender Ausprägung sichtbar. Diese Eigenart des Marktes ist also nicht skalierungsinvariant, sondern das genaue Gegenteil. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtungen ist, dass es sich bei den gebräuchlichen Retracement-Level um eine selbsterfüllende Prophezeiung handelt (vgl. [8], „The Self-Fulfilling Prophecy“; [17]). Während die Idee der Dreiteilung der Korrektur und die 50% sowie 100% Retracements bereits auf Dow zurück und wurden später auch von Murphy aufgegriffen. Damit sind sie vielen Marktteilnehmern bekannt, welche sich entsprechend verhalten. Dies reicht jedoch nicht,

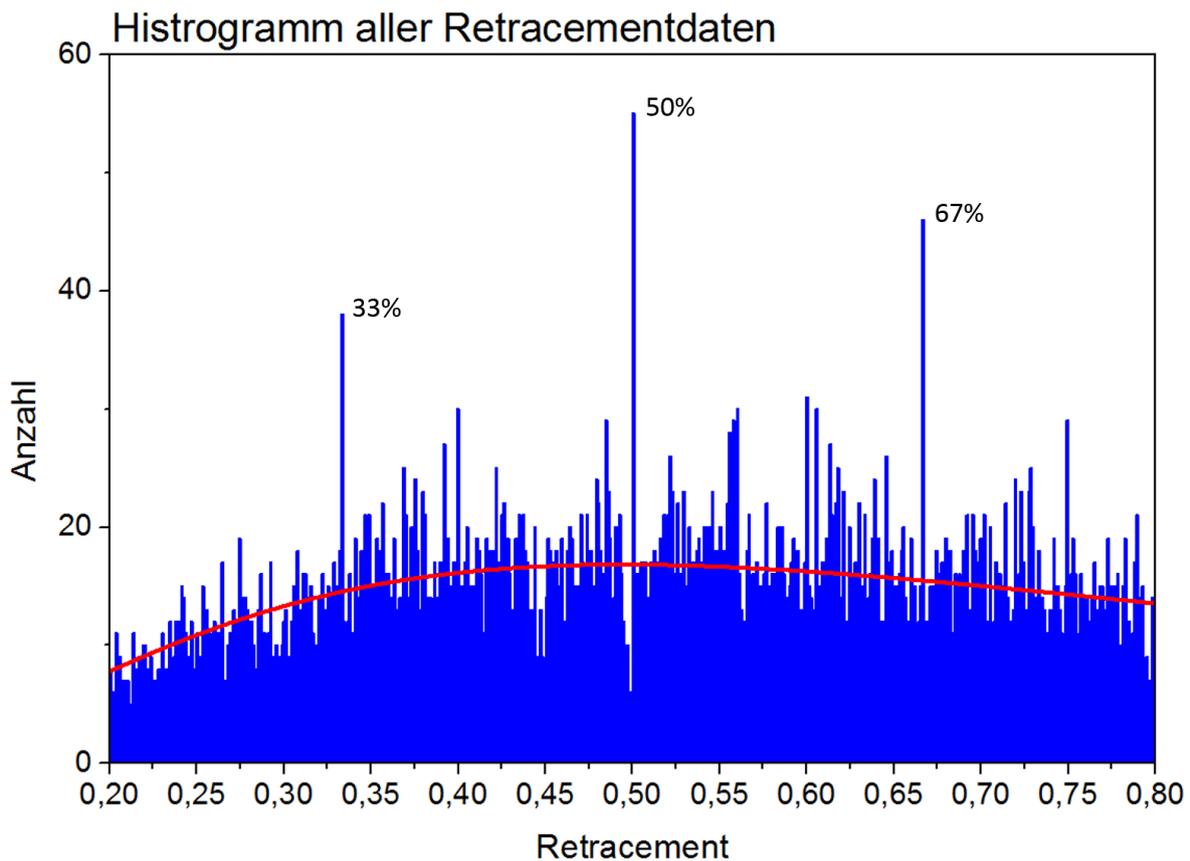


Abbildung 8: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 1 im Bereich von 0,2 bis 0,8 mit insgesamt 542 Bins und einer Binsgröße von ca. 0,001.

um die Verteilung der Retracements gravierend zu beeinflussen, sondern beschränkt sich auf eine Umgebung des jeweiligen Levels sowie auf eine zeitliche Umgebung (sekundäre und tertiäre Trends). Diese Kurzfristigkeit ist ebenfalls ein Indiz für eine selbsterfüllende Prophezeiung. Würde es sich um eine fundamentale Eigenschaft des Marktes handeln, wäre auch im primären Trend ein Effekt zu erwarten. Einzig die Auswirkungen der 100% Retracementprognose sind für alle Trendklassen - jedoch mit stark absteigender Signifikanz - beobachtbar, für kurzfristige Trends aber selbst in einer Umgebung von  $\pm 10\%$  um 100% erkennbar. Eine mögliche Erklärung dafür wären die Handelsaktivitäten großer Institute bzw. allgemein Marktteilnehmer, die mit ihrer Positionsgröße den Markt erkennbar beim Öffnen/Schließen derselben beeinflussen:

Unterstellt man diesen Marktteilnehmern grundsätzlich einen Profitgedanken, ist es für diese ratsam, ihre Handelsaktivitäten nicht unmittelbar zu offenbaren. Bei einfachem Verkaufen/Kaufen würden Sie unweigerlich den Markt zu ihren Ungunsten beeinflussen. Ein Kursabfall bei einer großen aktiven Position wäre also fatal. Mit dem Profitgedanken im Hinterkopf macht es für diese Marktteilnehmer daher Sinn, ihren Einfluss gewinnbringend geltend zu machen und bei drohendem Trendbruch

(100% Retracement) den Trend künstlich zu verlängern. Dadurch entgehen sie der Gefahr, dem Ausstieg „hinterherzulaufen“ und eröffnen sich die Möglichkeit, nach einer Marktberuhigung ihre Position marktschonend zu veräußern.

### 3.4 Ergebniszusammenfassung

Zum Abschluss dieses Kapitels werden noch einmal alle Kernaussagen zusammengefasst, die aus der empirischen Analyse der Retracements gewonnen wurden:

- Die grundlegende Retracementverteilung ist skalierungsinvariant:
- Retracements sind für alle Trendklassen logarithmisch normalverteilt. Es besteht eine Parallele zum Black-Scholes-Modell und der dort postulierten geometrischen Brownschen Bewegung der Aktienrenditen.
- Kursumkehr für alle Trendklassen ist im Bereich von 50% der Bewegung am wahrscheinlichsten (Abb. 5).
- Trendkorrektur ist wahrscheinlicher als Trendbruch (unabhängig von der Trendklasse).
- Keinen empirischen Grund für die Einschränkung auf wenige ausgezeichnete Retracement-Level gefunden (3.2). Insbesondere gilt:
  - 100% Retracement als Unterstützungslinie empirisch nicht bestätigt, da für keine Trendklasse eine klare statistische Signifikanz vorliegt (Beob. 3.2).
  - Signifikanz der Fibonacci-Retracements für alle Trendklassen empirisch widerlegt.

Jedoch: 100% Level sind in einer kleinen Umgebung signifikant (Die Größe dieser Umgebung ist abhängig von der Trendklasse und gegenläufig zur Trenddauer). Gleiches gilt abgeschwächt für die 33%, 50% und 67% Level bei sekundären und tertiären Trends.

Auf der einen Seite sind also Aussagen zur statistischen Verteilung im Wesentlichen trendklassenunabhängig. Auf der anderen Seite sind Aussagen, die sich gerade auf die Abweichung von dieser Verteilung beziehen, stark trendklassenabhängig. Dabei gilt: je länger der Trend, desto weniger statistische Ausreißer.

Bei der Wahl einer Retracementprognose (z.B. bei der Prognose von minimalem und maximalem Retracement) sollten daher den Anforderungen entsprechend und unter Zuhilfenahme des kumulierten Wahrscheinlichkeitsverlaufes (Abb. 5) die optimalen Level ermittelt werden. Liegt das gewählte Level in einer Umgebung von 100%, ist die dann bestehende Signifikanz des 100% Retracements in die endgültige Entscheidung einzubeziehen. Gleiches gilt für das 33%, das 50% sowie das 67% Retracement bei sekundären sowie tertiären Trends.

## 4 Schlussbetrachtung

Die empirischen Untersuchungen in diesem Artikel haben den Mythos der Fibonacci-Retracements als menschlich (gemacht) entlarvt. Zudem hat sich gezeigt, dass die Wahl der Retracementprognosen mit Hilfe von empirischen Auswertungen optimiert werden kann. Obwohl die von Murphy angesetzten Empfehlungen überwiegend eine gute Wahl darstellen, ist mit den erstellten (kumulierten) Wahrscheinlichkeitsverläufen ein Mehrwert geschaffen worden. Zu einem besseren Marktverständnis hat ebenso der empirische Nachweis der Skalierungsinvarianz der Retracementverteilung geführt. Die dabei entdeckte logarithmische Normalverteilung wirft zudem neue Fragen auf, die es in Zukunft für ein besseres Marktverständnis zu beantworten gilt und die ohne eine empirische Analyse nicht gestellt worden wären. Allen voran ist hier die Frage nach der gefundenen Parallele zum Black-Scholes-Modell zu nennen.

Unabhängig von den konkreten Ergebnissen hat diese Arbeit die Nützlichkeit der empirischen Untersuchungen und der wissenschaftlichen Vorgehensweise für die technische Analyse dargelegt.

## Literatur

- [1] Thomas Bulkowski. *Fibonacci Retrace for Stop Placement Summary*. URL: <http://thepatternsite.com/fib.html>.
- [2] Thomas N. Bulkowski. *Trading Basics: Evolution of a Trader*. Wiley, 2012. ISBN: 978-1118464212.
- [3] M. G. Duerschner. *Was haben Ananas-Fruechte und Kurszeitreihen gemeinsam ?* URL: <http://www.vtad.de/node/3636>.
- [4] R. Fischer und J. Fischer. *Candlesticks, Fibonacci, and Chart Pattern Trading Tools*. Wiley, 2003. ISBN: 978-0471448617.
- [5] A. J. Frost und R. R. Prechter. *Elliott Wave Principle: Key to Market Behavior*. New Classics Library, 1978. ISBN: 978-0932750754.
- [6] On-Line Encyclopedia of Integer Sequences (OEIS). *Folge A000045*. URL: <http://oeis.org/A000045>.
- [7] S. Maier-Paape. *Automatic One Two Three*. 1. Aug. 2013. URL: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14697688.2013.814922#.VMYtki51dw>.
- [8] John J. Murphy. *Technical Analysis of the Financial Markets*. New York Institute of Finance, 1999. ISBN: 0-7352-0066-1.
- [9] Michael Voigt. *Das grosse Buch der Markttechnik*. FinanzBuch Verlag, 2008. ISBN: 978-3-89879-125-0.
- [10] Wikipedia. *Betaverteilung*. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Betaverteilung>.
- [11] Wikipedia. *Black-Scholes-Modell*. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Black-Scholes-Modell>.
- [12] Wikipedia. *Fibonacci Retracement*. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci\\_retracement](http://en.wikipedia.org/wiki/Fibonacci_retracement).
- [13] Wikipedia. *Fibonacci-Folgen in der Natur*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Fibonacci-Folge#Fibonacci-Folgen\\_in\\_der\\_Natur](http://de.wikipedia.org/wiki/Fibonacci-Folge#Fibonacci-Folgen_in_der_Natur).
- [14] Wikipedia. *Gammaverteilung*. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Gammaverteilung>.
- [15] Wikipedia. *Geometrische brownsche Bewegung*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Geometrische\\_brownsche\\_Bewegung](http://de.wikipedia.org/wiki/Geometrische_brownsche_Bewegung).
- [16] Wikipedia. *Logarithmische Normalverteilung*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Logarithmische\\_Normalverteilung](http://de.wikipedia.org/wiki/Logarithmische_Normalverteilung).
- [17] Wikipedia. *Selbsterfuellende Prophezeiung*. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Selbsterf%C3%83%C2%BCllende\\_Prophezeiung](http://de.wikipedia.org/wiki/Selbsterf%C3%83%C2%BCllende_Prophezeiung).

## A Statistik für tertiären und primären Trend

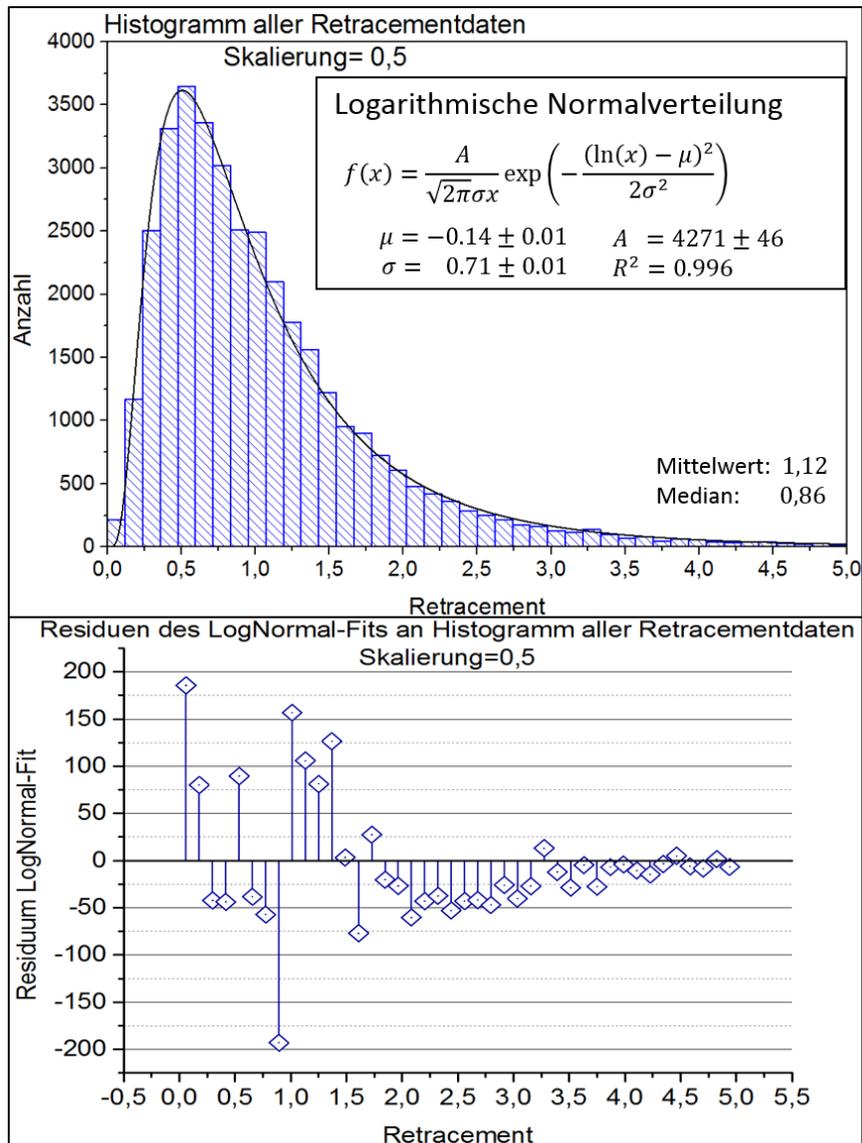


Abbildung 9: Retracementverteilung und Fit der logarithmischen Normalverteilung mit Ausweis der Residuen für Skalierung 0,5.

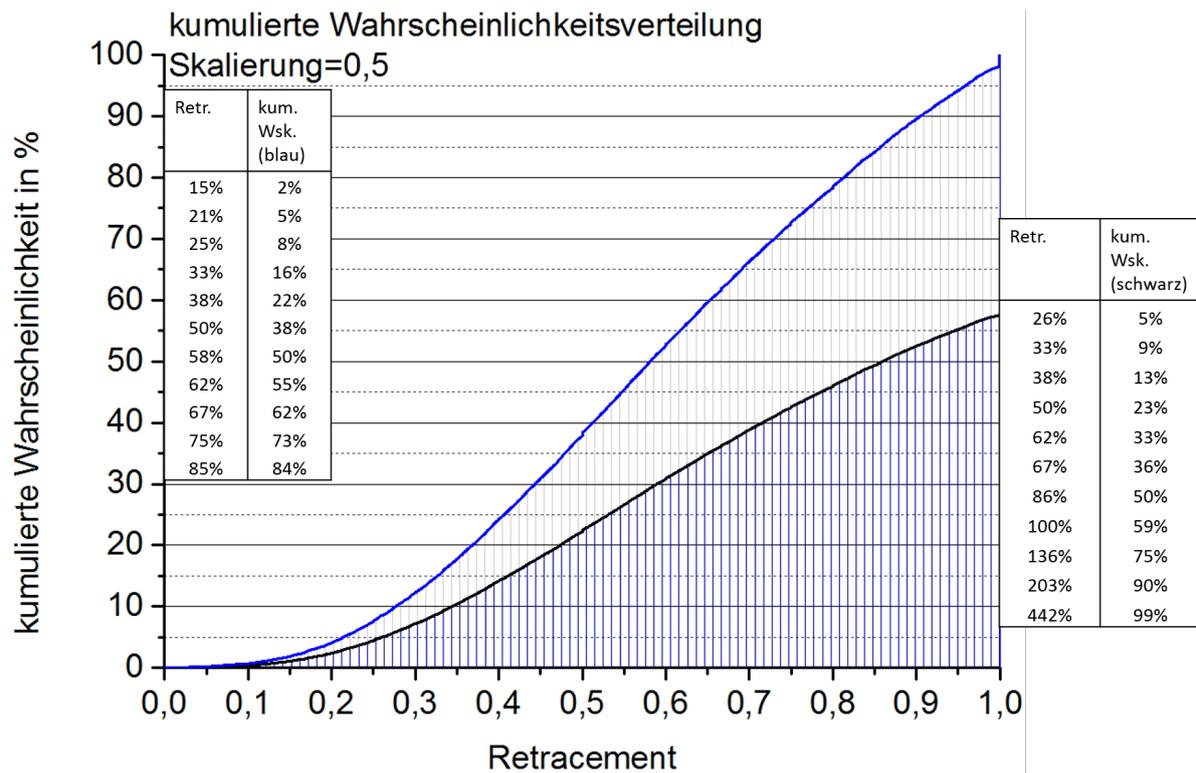


Abbildung 10: Kumulierter Wahrscheinlichkeitsverlauf des Retracements zwischen 0 und 1 für Skalierung 0,5 (schwarze Linie). Die blaue Kurve ist die bedingte kumulierte Wsk. mit der Bedingung, dass das Retracement maximal 100% beträgt, der Trend also nicht bricht.

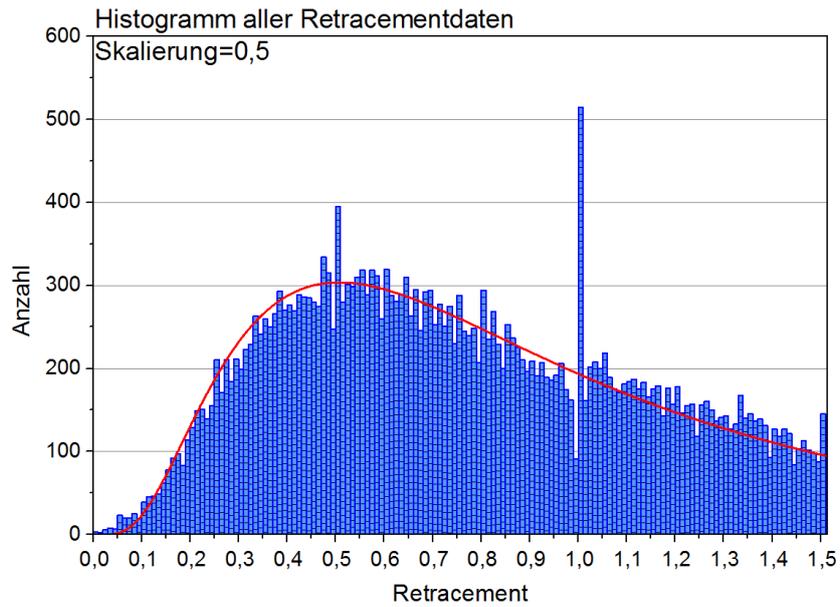


Abbildung 11: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 0,5 im Bereich von 0 bis ca. 1,5 mit insgesamt 152 Bins und einer Binsgröße von 0,01.

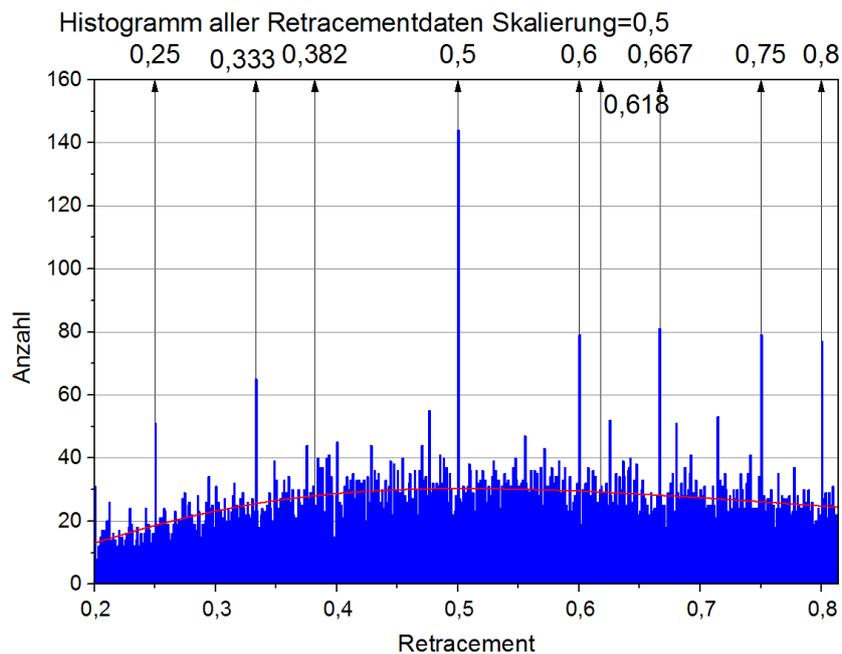


Abbildung 12: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 0,5 im Bereich von 0,2 bis 0,8 mit insgesamt 615 Bins und einer Binsgröße von 0,001.

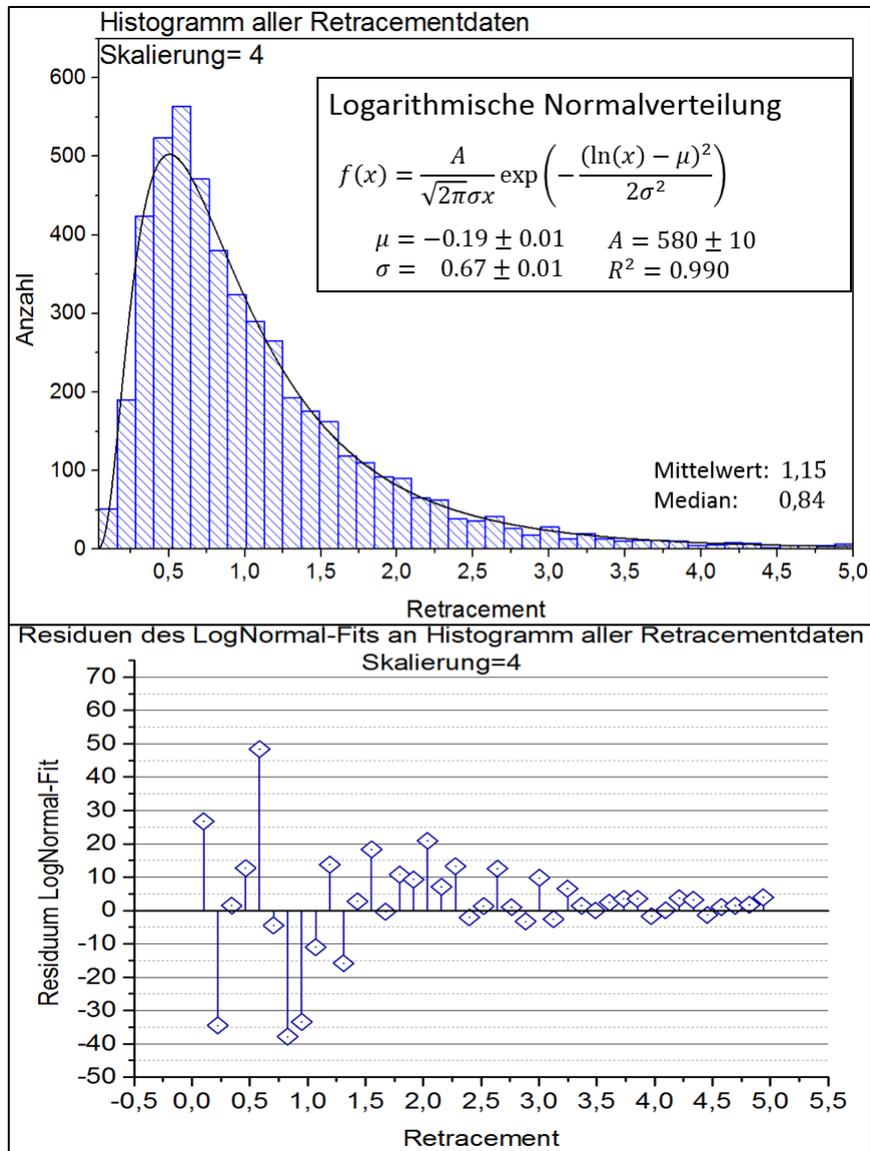


Abbildung 13: Retracementverteilung und Fit der logarithmischen Normalverteilung mit Ausweis der Residuen für Skalierung 4.

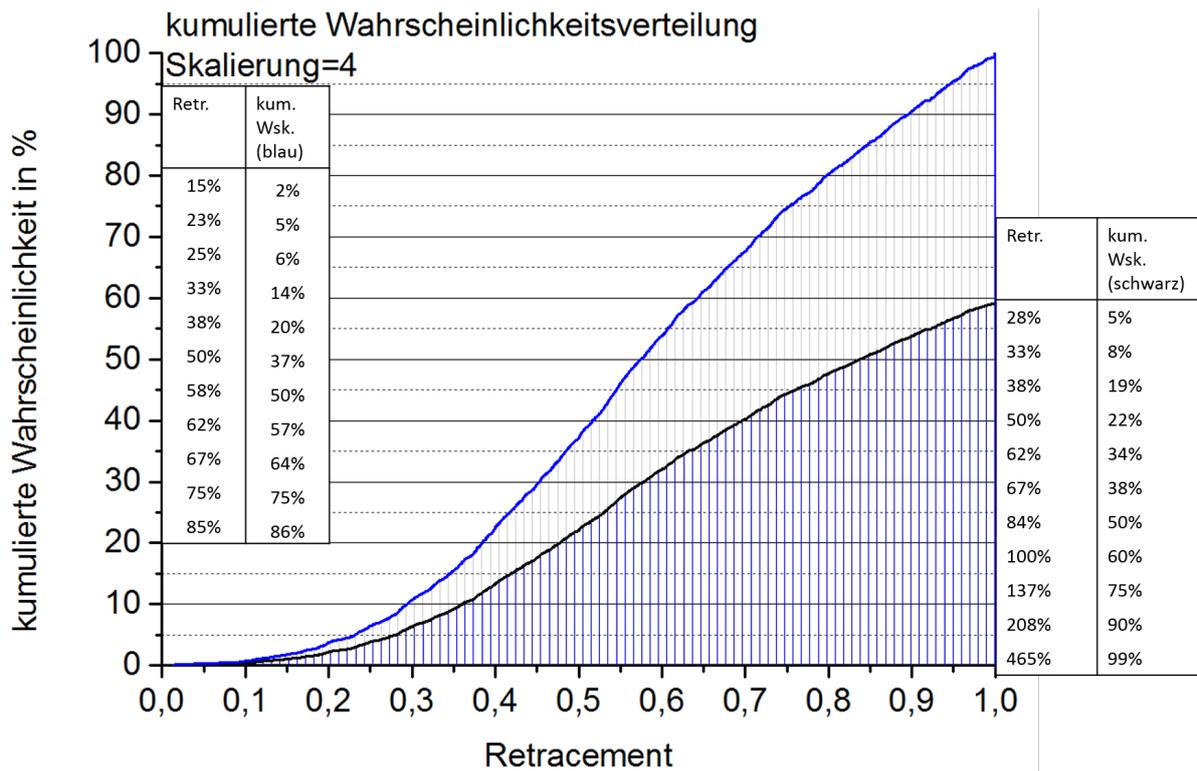


Abbildung 14: Kumulierter Wahrscheinlichkeitsverlauf des Retracements zwischen 0 und 1 für Skalierung 4 (schwarze Linie). Die blaue Kurve ist die bedingte kumulierte Wsk. mit der Bedingung, dass das Retracement maximal 100% beträgt, der Trend also nicht bricht.

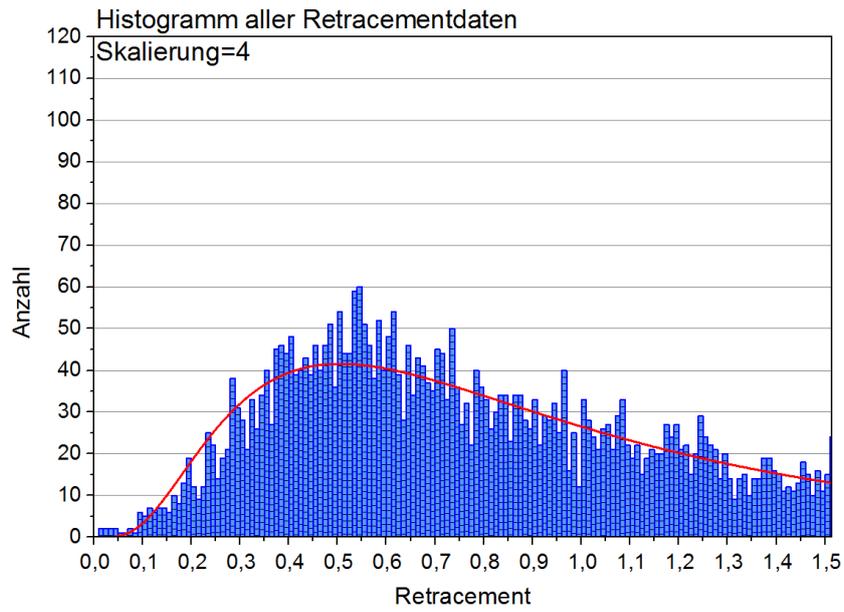


Abbildung 15: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 4 im Bereich von 0 bis ca. 1,5 mit insgesamt 152 Bins und einer Binsgröße von 0,01.

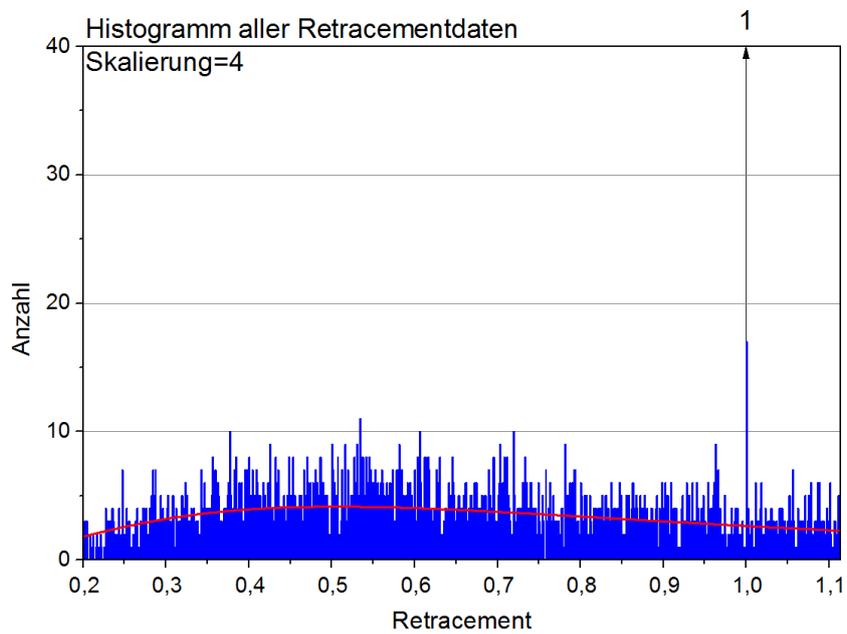


Abbildung 16: Histogramm der Retracementdaten für Skalierung 4 im Bereich von 0,2 bis 0,8 mit insgesamt 615 Bins und einer Binsgröße von 0,001.