



VOLUMEN DIVERGENZ INDIKATOR

ZUR MATHEMATISCHEN BERECHNUNG VON DIVERGENZEN ZWISCHEN
AKTIENKURSEN UND DEM ON BALANCE VOLUME

VON CHRISTOPHER KRAUSE

**I****Inhaltsverzeichnis**

I	Inhaltsverzeichnis	2
1	Einführung	3
2	Grundlagen der Volumenanalyse	4
2.1	Volumen	4
2.2	On Balance Volume	5
2.3	Divergenzen.....	6
3	Entwicklung eines Algorithmus`	9
3.1	Skalierung.....	9
3.2	Kombinatorik.....	11
3.3	Trendlinien	12
4	Volumen Divergenz Indikator	15
4.1	Berechnung.....	15
4.2	Anwendung.....	16
4.3	Bewertung.....	19
5	Schlussbetrachtung	22
II	Anhang	23
III	Quellenverzeichnis	29



1 Einführung

Volumen sind nach den Kursdaten eines der wichtigsten Analyseobjekte der Technische Analyse. Sie geben als gehandelte Umsätze Auskunft über die Intensität und Kraft einer Kursbewegung und sollten daher in keiner qualifizierten und umfassenden technischen Analyse des Marktgeschehens fehlen.¹

Der vermutlich bekannteste und somit wohl meistgenutzte Volumen-Indikator ist der On Balance Volume von Joseph E. Granville aus dem Jahr 1963.² Mit Hilfe dieses relativ einfach zu berechnenden Indikators ist es möglich die Kursentwicklung mit der Entwicklung der Volumen über bestimmte Zeiträume zu vergleichen. In diesem Zusammenhang spielen Divergenzen zwischen den Kursen und dem Indikator eine entscheidende Rolle. Divergenzen sind Situationen in denen sich zwei für gewöhnlich stark korrelierte Datenreihen, in diesem Fall die Aktienkurse und die Werte des On Balance Volume, über einen begrenzten Zeitraum deutlich unterschiedlich entwickeln bzw. auseinanderdriften. In der Standardliteratur werden diese Divergenzen üblicherweise mit Hilfe von Trendlinien im Zuge eines manuellen Abgleichs beider Chartverläufe visualisiert.

Das Ziel dieser Ausarbeitung ist die Vorstellung eines neuen Indikators, des Volumen Divergenz Indikators, der in der Lage ist Divergenzen zwischen der Chartentwicklung der zugrundeliegenden Aktie und dem On Balance Volume zu quantifizieren, sodass sich Divergenzen direkt am Indikator ablesen lassen. Ein weiterer Vorteil eines solchen Indikators ist die Möglichkeit diesen in Handelssysteme zu integrieren, was bei einer manuellen Vorgehensweise nicht möglich ist.

Die Idee des Indikators basiert auf dem etablierten Verfahren zur Bestimmung von Divergenzen, das im nächsten Kapitel nach den Grundlagen des On Balance Volume dargelegt wird.

¹ Vgl. MURPHY (1999), S. 162.

² Vgl. JOSEPH E. GRANVILLE, *Granville's New Key to Stock Markets Profits*, 1963.



2 Grundlagen der Volumenanalyse

2.1 Volumen

Die Volumen, in einigen deutschsprachigen Fachbüchern auch als Umsätze bezeichnet,³ sind die kumulierten Stückzahlen, die in einer Chartperiode von einer Aktie gehandelt werden.⁴

Zu dieser weitestgehend anerkannten Definition gibt es eine alternative Begriffsauslegung, bei der sich die Volumen aus dem Produkt von Stückumsätze und den entsprechenden Kursen berechnen.⁵ Diese hat sich in der einschlägigen Fachliteratur allerdings nicht durchgesetzt, sodass die Volumen im folgenden als die preisunabhängigen Stückumsätze der jeweiligen Periode zu verstehen sind.

Damit eröffnet die Analyse der Volumen, neben der reinen Betrachtung der Kurse, eine weitere Perspektive auf die Kursbewegungen. Die Volumen quantifizieren das Ausmaß der Aktivitäten von Marktteilnehmern und dienen so als Kennzahl für die Stärke einer Kursbewegung.⁶ Im Allgemeinen gilt die Annahme, dass die Volumenentwicklung die Bewegung der Kurse vorwegnimmt.⁷ Dies bedeutet, dass sich Trendwechsel durch die Abnahme von Volumen ankündigen. Damit sind Volumen andererseits wiederum in der Lage die Stabilität eines Trends zu signalisieren. Hieraus lässt sich die große Bedeutung der Volumen in der Technischen Analyse ableiten.

Es gilt die Faustregel: Die Volumen sollten in Richtung des bestehenden Trends zunehmen. Somit sollten in Aufwärtstrends die Volumensäulen bei steigenden Kursen größer sein als bei fallenden Kursen. In einem Abwärtstrend verhält es sich gegensätzlich, fallende Kurse sollten mit größeren Umsätzen einhergehen als bei steigenden Kursen. Sollten die Volumen jedoch bei dem Trend entgegengerichteten Kursbewegungen ansteigen, so kann dies als frühes Warnsignal für die Schwäche des vorherrschenden Trends gewertet werden.⁸

Die absoluten Volumen werden üblicherweise am unteren Rand des Charts als Säulen visualisiert. Um die Interpretation zu erleichtern wurden über die Jahre eine Vielzahl von

³ Vgl. MURPHY, *Visuelle Aktienanalyse*, 1997.

⁴ Im folgenden werden "Umsätze" als Synonym für "Volumen" verwendet.

⁵ Vgl. PAESLER (2007), S. 167.

⁶ Vgl. MURPHY (1999), S. 162.

⁷ Vgl. MURPHY (2011), S. 172.

⁸ Vgl. MURPHY (1997), S. 76.



Indikatoren zur Auswertung der Volumen entwickelt. Einer der grundlegendsten und meistgenutzten dieser Volumen-Indikatoren ist der On Balance Volume.

2.2 On Balance Volume

Der On Balance Volume Indikator ist einer der bekanntesten Volumen-Indikator der Technischen Analyse. Entwickelt 1963 von Joseph E. Granville ist der On Balance Volume (OBV) heute Teil sämtlicher Werke, welche sich umfassend mit der modernen Technischen Analyse beschäftigen.

Das Prinzip zur Berechnung des OBV ist sehr simpel: Liegt der Kurs einer Periode über dem Kurs der Vorperiode, so wird der Wert des OBV um die Umsätze der entsprechenden Periode erhöht. Fällt ein Kurs im Vergleich zum vorherigen Kurs, dann werden die Periodenumsätze vom bis dahin kumulierten OBV subtrahiert. Es gilt folglich:

$$OBV_t = OBV_{t-1} + \text{sgn}(c_t - c_{t-1}) * v_t$$

Beim OBV handelt es sich somit um einen kumulativen Gesamtwert der Periodenumsätze.⁹ Dieses einfache Berechnungsschema ermöglicht es die Kursbewegung mit der Entwicklung der Volumen zu vergleichen. Ob das OBV fällt oder steigt hängt allein von den Kursen ab, wie stark sich dieses jedoch verändert hängt von der Höhe der jeweiligen Volumen ab. Im Allgemeinen sollen sich die Volumen, als Zeichen eines intakten Trends, in Richtung der Kursbewegung entwickeln.¹⁰ Der Verlauf des OBV sollte daher mit dem Chartverlauf der Aktie weitestgehend übereinstimmen.

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Linde-Aktie zusammen mit dem daraus resultierenden OBV. Im Zuge der Aufwärtsbewegung Anfang 2012 lässt sich in beiden Charts zunächst ein ähnlicher Trend innerhalb des Trendkanals erkennen. So zeichnet sich in der ersten Hälfte des März in beiden Chartverläufen jeweils ein neues Hoch ab, was auf einen stabilen Trend hindeutet. Anfang April jedoch bildet der OBV im Gegensatz zum Aktienkurs kein neues Hoch (Kreise). Dieser unterschiedliche Verlauf beider Linien ist ein klassisches Beispiel für eine Divergenz. Diese kann als frühes Warnsignal einer bevorstehenden Trendwende interpretiert werden und spielen in der Volumenanalyse die entscheidende Rolle.

⁹ Vgl. MURPHY (1997), S. 79.

¹⁰ Vgl. EBENDA S. 76.



Abbildung 1: Aktie der Linde AG (blau) mit dem On Balance Volume Indikator (rot).

Dies gilt in besonderem Maße für den OBV, da dessen absoluter Wert keine relevante Aussagekraft besitzt. Auf die Frage warum dies so ist, wird in Abschnitt 3.1 zur Skalierung genauer eingegangen. Zunächst jedoch sollen die Divergenzen umfassender betrachtet werden.

2.3 Divergenzen

Das Wort "Divergenz" leitet sich vom lateinischen "divergere" ab, was sich mit "auseinander streben" übersetzen lässt. Allgemein ausgedrückt beschreibt es eine Abweichung bzw. ein Auseinanderdriften.¹¹ In der Technischen Analyse ist speziell die abweichende Entwicklung von zwei Chartverläufen gemeint, üblicherweise die zwischen der Kursentwicklung und einem Indikatorverlauf. Im folgenden liegt der Fokus, wie sich aus dem Titel vermuten lässt, ausschließlich auf Divergenzen zwischen dem Aktienkursverlauf und dem OBV.

Die Abbildung 1 ist ein anschauliches Beispiel für eine Divergenz. Der OBV bildet Anfang April kein neues Hoch aus, was damit zu erklären ist, dass höhere Umsätze mit fallenden und

¹¹ Vgl. MURPHY (1997), S. 79.

niedrigen Umsätze mit steigenden Kursen einhergehen. Was eine Abschwächung des Trends signalisiert und somit ein Vorbote der späteren Trendwende sein kann.¹²

Deutlich sichtbar werden Divergenzen vor allem an lokalen Extremwerten, also an Hochs und Tiefs, wenn man diese im Vergleich zu vorherigen Extremwerten sieht. Am Beispiel der Abbildung 1 bedeutet dies: Die Aktie übertrifft Anfang April das bisherige Hoch vom März. Gemäß Dow's Trenddefinition liegt nachwievor ein Trend vor. Dem OBV gelingt es dagegen nicht ein neues Hoch zu bilden, was das Ende des Aufwärtstrends im OBV bedeutet. Visualisiert werden Divergenzen in der Regel durch Trendlinien, welche die Extrempunkte der Bewegungen tangieren.

Generell unterscheidet man zwischen vier Arten von Divergenzen, die sich aus Kombination der unterschiedlichen Richtung (bullish oder bearish) und den betrachteten Extremwerten (Hochs oder Tiefs) bilden lassen und in Abbildung 2 veranschaulicht sind:

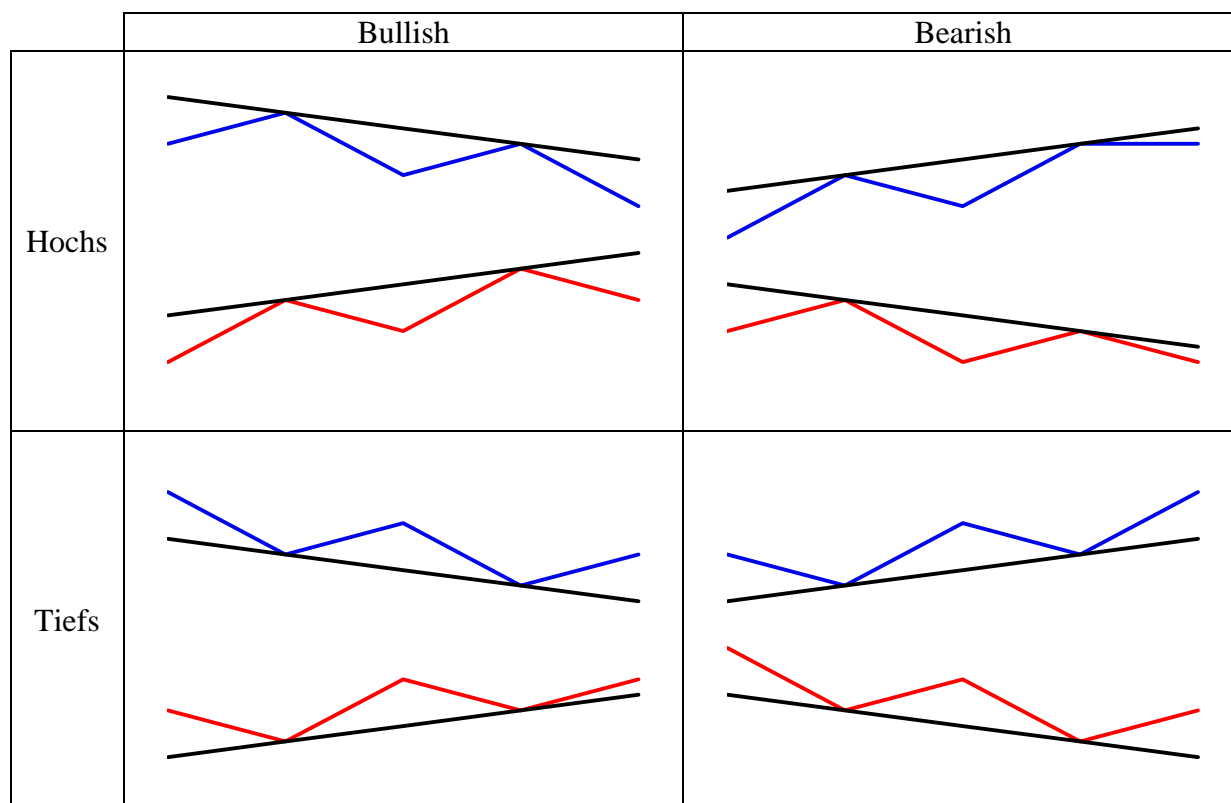


Abbildung 2: Schematische Darstellung der verschiedenen Divergenzarten. Die blauen Linien verdeutlichen jeweils die Kursbewegung, die roten Linien den Verlauf des OBV. Bei den schwarz eingezeichneten Linien handelt es sich um die entsprechenden Trendlinien.

Je stärker die Steigungen der beiden Trendlinien differieren, desto bedeutsamer ist eine Divergenz. In Abbildung 2 ist jeweils eine Trendlinie steigend und die andere fallend, was eine deutliche Divergenz signalisiert, aber keine zwingende Bedingung ist. Im Allgemeinen ist die Steigung der Trendlinie im OBV bei bullischen Divergenzen höher als die der

¹² Vgl. MURPHY (1999), S. 160f.



Trendlinie im Kursverlauf. Die damit verbundenen höheren Hochs bzw. Tiefs bilden sich aus, weil steigende Kurse von höheren Umsätzen begleitet werden als dies bei fallenden Kursen der Fall ist. Daraus lässt sich vermuten, dass der Großteil der Marktteilnehmer bullish gestimmt ist. Bei bearishen Divergenzen verhält es sich entsprechend gegensätzlich. Höhere Umsätze bei fallenden Kursen führen dazu, dass der OBV tendenziell stärker fällt als die zugrundeliegenden Kurse, der gegebenenfalls sogar noch weiter steigen kann. Verlaufen die Kurven von Kursen und OBV hingegen nahezu synchron, so spricht dies für eine intakte und stabile Trendsituation.

Noch einmal festgehalten, die entscheidende Erkenntnis für das spätere Herleiten des Indikators ist die Tatsache, dass die Steigung der OBV-Trendlinie bei bullischen Divergenzen einen höheren Wert hat als die Steigung der Kurs-Trendlinie. Bei bearishen Divergenzen liegt die Steigung der OBV-Trendlinie unter der Steigung der Kurs-Trendlinie.

Die Identifikation von Divergenzen geschieht in der Regel durch den visuellen Abgleich zwischen Kurs- und Indikatorverlauf durch den Analysten. Wie beim Zeichnen von Trendlinien lässt sich auch hier ein gewisser Interpretationsspielraum nicht vollständig vermeiden. Ein objektiver Algorithmus zum Zeichnen von Trendlinien und damit auch zur Identifikation und Bewertung von Divergenzen hat sich bisher nicht etabliert.¹³ Dieser ist jedoch die Grundlage für die Implementierung von Divergenzen in technischen Handelssysteme und Marketscanner. Die folgenden Kapitel zeigen einen Lösungsweg um diese Lücke zu schließen.

Abschließend sollte an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es sich bei Divergenzen lediglich um Warnsignale handelt, die nicht zwangsläufig zu einer Trendumkehr führen und somit keine primären Handelssignale sind.

¹³ Vgl. VOIGT (2013), S.102.



3 Entwicklung eines Algorithmus`

3.1 Skalierung

Ein erstes Problem bei der Entwicklung eines geeigneten Algorithmus` zur Bestimmung von Divergenzen ist die Skalierung des OBV, auf die bisher noch nicht genauer eingegangen worden ist. Der OBV beginnt ab den ersten beiden Kursen damit die Umsätze zu kumulieren. Der Zeitpunkt wann dieser mit der Berechnung beginnt hängt von der Anzahl der zur Verfügung stehenden Kursen ab und kann folglich zu sehr unterschiedlichen absoluten Werten führen. So kann der OBV für die selbe Aktie zum selben Zeitpunkt in einem Fall deutlich im positiven Wertebereich liegen, in einem anderen Fall um die Nulllinie oszillieren oder im dritten Fall deutlich im negativen Bereich liegen. Alles aufgrund einer unterschiedlichen Länge der betrachteten Kursdatenreihe. Dies ist auch der Grund warum der absolute Wert des OBV, wie bereits erwähnt, kaum einen Aussagewert besitzt.

Die zweite Schwierigkeit liegt im ausgedehnten Wertebereich des OBV. So liegen die täglichen Umsätze je nach Aktie häufig bei mehreren hunderttausend Stück. Demzufolge kann auch der OBV ohne weiteres Werte von mehreren Millionen Einheiten annehmen, positiv wie negativ. Um diese Werte allerdings mit gewöhnlichen Aktienkursen zu vergleichen, ist es erforderlich beide Datenreihen aneinander anzupassen. In Abbildung 1 (Seite 6) lässt sich der Sachverhalt gut veranschaulichen. Während sich die Aktie in einem Bereich von 115€ - 140€ bewegt, verläuft der OBV innerhalb einer Range von 20 Mio - 28 Mio Stück. In der Praxis verfährt man so, dass man die Skalierung des OBV in der Analysesoftware manuell an die Kursentwicklung anpasst um sie miteinander vergleichen zu können.

In einem ersten Schritt ist es also erforderlich die Werte des OBV mathematisch an das Kursniveau anzupassen und zwar indem die Werte des OBV mit den Kursen in ein Verhältnis gesetzt werden.¹⁴ Aufgrund der Tatsache das der OBV positive, negative und Werte im Nullbereich annehmen kann, ist es sinnvoll diese Verhältnis aus der Schwankungsbreite des OBV und der Kursschwankungsbreite über einen gewissen Zeitraum zu bilden.

¹⁴ Prinzipiell könnte man auch die Kurse anpassen, da diese allerdings die grundlegenden Daten sind, empfiehlt es sich die Indikatorwerte anzupassen.

Bestimmt wird der Skalierungszeitraum S , dieser gibt an über welche Zeitspanne beide Datenreihen angeglichen werden sollen. Für diesen Zeitraum lassen sich die absoluten Hoch- und Tiefpunkte für die Kurse und den OBV bestimmen. Schließlich soll gelten, dass der angepasste Wert des Hochs im OBV mit dem Höchstkurs und der Tiefpunkt des OBV mit dem Tiefstkurs des Skalierungszeitraums übereinstimmt. Gemäß dieser Bedingung lässt sich die folgende lineare Skalierungsfunktion $sf_S(OBV_t)$ bestimmen:¹⁵

$$sf_S(OBV_t) = \frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}} * OBV_t + c_S^{High} - \frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}} * OBV_S^{High}$$

Mit Hilfe dieser Funktion ist es möglich für sämtliche Werte des OBV im Skalierungszeitraum einen angepassten Wert zu bestimmen, der innerhalb der Kursspanne liegt.

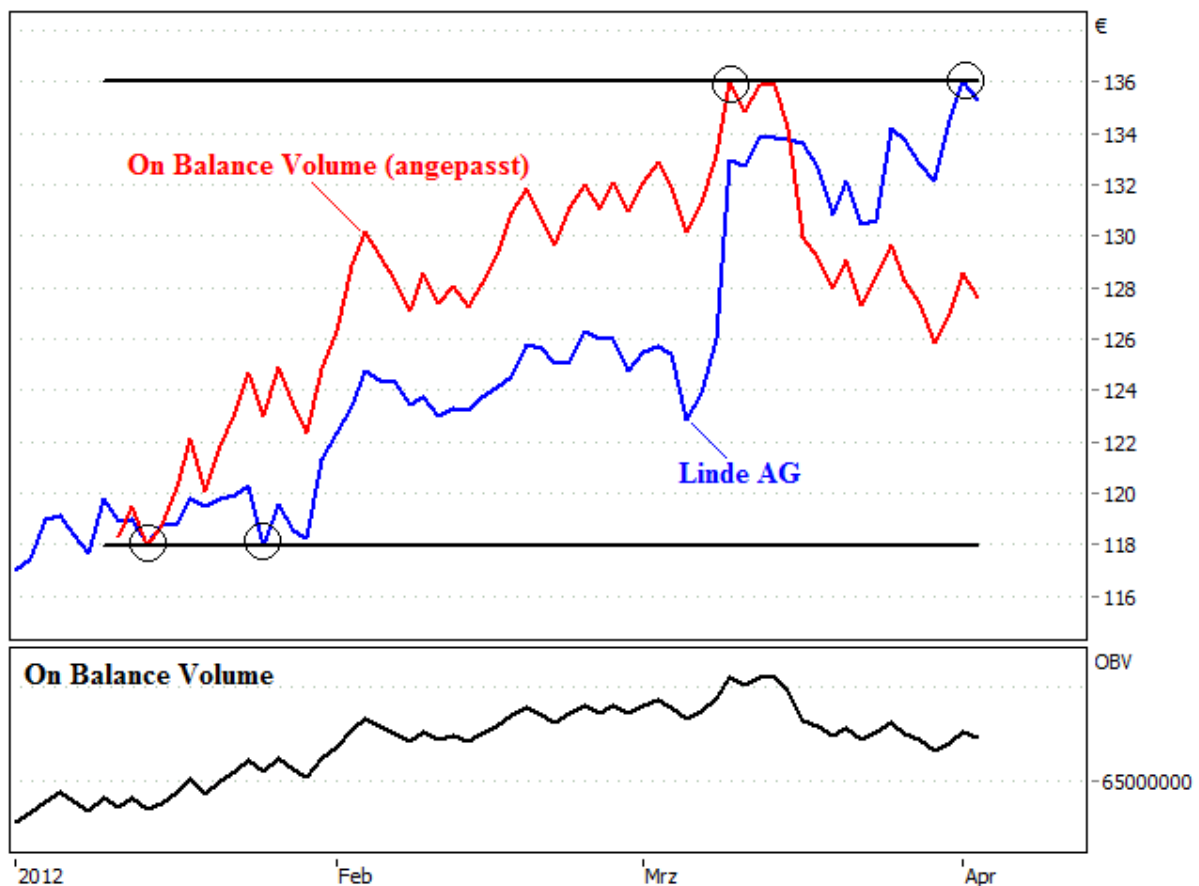


Abbildung 3: Aktie der Linde AG (blau) mit dem ursprünglichen On Balance Volume im Subchart und der mit der Skalierungsfunktion berechnete angepasste On Balance Volume (rot) per 03.04.2012.

Abbildung 3 zeigt die Linde-Aktie aus der ersten Abbildung mit einem OBV-Verlauf, welcher durch die Skalierungsfunktion an die Kursbewegung angepasst wurde. Analysezeitpunkt ist der 03.04.2012, der Tag nach dem Allzeithoch, was jedoch, wie bereits beschrieben, mit einer

¹⁵ Die Umfassende Herleitung der Funktion ist, wie einige andere mathematischen Zusammenhänge, im Anhang zu finden (Seite 24).



bearischen Divergenz einhergeht. Der Skalierungszeitraum S beträgt in diesem Beispiel 60 Tage (10.01.12-03.04.12), dies bedeutet, dass der Höchst- und Tiefstkurs der letzten 60 Tage zur Anpassung der OBV-Skalierung herangezogen werden. Visualisiert werden diese durch die beiden waagerechten Linien im Chartfenster. Der angepasste OBV, der fortan als \overline{OBV} mit $\overline{OBV}_t = sf(OBV_t)$ deklariert ist, wird nun so bestimmt, dass dessen 60-Tage-Hoch mit dem 60-Tage-Hoch der Kursbewegung und dessen 60-Tage-Tief mit dem 60-Tage-Tief der Kursbewegung übereinstimmt (siehe Kreise).

Im Beispiel liegen beide Tiefs, zeitlich leicht versetzt, relativ am Anfang des Skalierungszeitraums. Die jeweiligen Hochs bilden sich hingegen zu deutlich unterschiedlichen Zeitpunkten. Das Hoch des \overline{OBV} bildet sich im März aus, während sich das Kurshoch am 02.04.2011 abzeichnet, sodass sich die Divergenz auch hier gut erkennen lässt. Das gezeigte Beispiel dient nur der Veranschaulichung, in der Praxis macht es keinen Sinn den \overline{OBV} so in den Chart zu zeichnen. Dieser dient lediglich als Grundlage für die weiteren Berechnungen, da es durch die neue Skalierung möglich ist den \overline{OBV} mit den Kursen und die entsprechenden Trendlinien miteinander zu vergleichen. In die folgenden Berechnungen fließt daher ausschließlich der \overline{OBV} ein.

3.2 Kombinatorik

Da sich die Entwicklung von Aktienkursen nicht durch mathematische Funktionen beschreiben lässt, ist es nicht möglich durch Kurvendiskussionen Trendlinien zu bestimmen. Der Schlüssel liegt vielmehr in den möglichen Kurskombinationen aus denen sich die Trendlinien bestimmen lassen. Ohne dem nächsten Abschnitt vorgreifen zu wollen, werden Trendlinien als Geraden durch mindestens zwei Punkte gezeichnet. Der Parameter P definiert den Analysezeitraum und gibt an wie viele Kurse zu berücksichtigen sind. In diesem Zeitraum gibt es eine endliche Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten (A) aus zwei Punkten, die sich berechnen lässt:¹⁶

$$A = \frac{P!}{2 * (P - 2)!}$$

Für einen Analysezeitraum $P = 14$ ergeben sich folglich $A = 91$ mögliche Kurskombinationen. Um aus dieser Anzahl schließlich die optimale Kombination zu finden, ist es erforderlich diese eindeutig zu definieren. Dies geschieht über den Index n mit $n \in \{x \mid x \in \mathbb{N}_{<A+1}^*\}$.

¹⁶ Da sich eine Kombination aus zwei differenten Kursen zusammensetzt, handelt es sich im mathematischen Sinne um eine Kombination ohne Wiederholung von P Dingen zur Klasse 2.



Eine Kombination k_n besteht aus den beiden Komponenten p_n und q_n . Im genannten Beispiel gibt es 91 mögliche Kombinationen (k_1, \dots, k_{91}) . Für die erste Kombination gilt immer $k_1 = (p_1, q_1) = (1, 2)$, für die letzte gilt $k_{91} = (13, 14)$. Mit Hilfe dieser Zahlen ist es möglich die erforderlichen Kurskombinationen zu erfassen.

Ähnlich wie bei gleitenden Durchschnitten werden auch die Trendlinien am Ende der Kursdatenreihe c_t gezeichnet. Im Beispiel mit $P = 14$ also über die letzten 14 Kursen, wobei der Kurs c_T der aktuellste bzw. letzten Kurs ist. T ist somit der Index des letzten Kurses und der Ausgangspunkt am Ende der Zeitreihe.

Die Kombination $k_1 = (1, 2)$ ist immer die Kombination der beiden letzten zur Verfügung stehenden Kurse. Es gilt $c(p_1) = c_{T+1-p_1}$ und $c(q_1) = c_{T+1-q_1}$.¹⁷ Angenommen die zu analysierende Kursdatenreihe enthält 200 Kurse ($T = 200$), dann ist $c(1) = c_{200}$ und $c(2) = c_{199}$. Für jede Kombination lassen sich die Komponenten und damit auch die Kurse mathematisch bestimmen.

Dieser kurze etwas theoretische aber notwendige Exkurs bildet die Basis, die zur automatischen Bestimmung von Trendlinien und damit auch von Divergenzen erforderlich ist. Die genaueren Zusammenhänge zwischen A , P , n , k , p und q , sowie das Bildungsgesetz der Kombination werden im Anhang genauer erläutert.

3.3 Trendlinien

Wie bei der etablierten manuellen Herangehensweise soll sich der Indikator zur Berechnung von Divergenzen ebenfalls an den jeweiligen Trendlinien orientieren. Mit der Skalierungsfunktion ist es in einem ersten Schritt möglich den OBV und die Kurse automatisch auf einen gemeinsamen Wertebereich anzugleichen. Die grundlegenden Erläuterungen zur Kombinatorik zuvor waren nötig um Trendlinien automatisch bestimmen können, da diese sich nur über den Index n der Kombination identifizieren lassen.

Das Zeichnen von Trendlinien erweist sich in Praxis häufig als eine subjektive Angelegenheit, da es für einzelne Chartformationen häufig mehrere Möglichkeiten gibt Trendlinien einzuzeichnen.¹⁸ Diese Subjektivität gilt es nun durch eindeutige mathematische Regeln und Bedingungen zu eliminieren.

Die Trendlinien werden in der Regel oberhalb der Kursbewegung durch die markanten lokalen Hochs und unterhalb der Kursbewegung durch die markanten lokalen Tiefs gezeichnet, sodass sie diese tangieren. Da Divergenzen am deutlichsten an diesen lokalen

¹⁷ Für den Zeitindex t gilt dementsprechend: $t(x) = T + 1 - x$.

¹⁸ Vgl. SCHWAGER (2000), S. 30ff.



Extrempunkten sichtbar werden, ist es sinnvoll die Trendlinien entsprechend dieser Vorgehensweise zu bestimmen.

Im Abschnitt zuvor wurde bereits beschrieben, dass es für einen Zeitraum P eine berechenbare Anzahl an Kurskombinationen gibt. Aus jeder Kurskombination k_n , bestehend aus den Komponenten p_n und q_n , lässt sich eine Linie $l_n(t)$ bestimmen, die durch beide jeweiligen Kurse verläuft, für diese gilt:

$$l_n(t) = \frac{c(q_n) - c(p_n)}{p_n - q_n} * t + c(q_n) - \frac{c(q_n) - c(p_n)}{p_n - q_n} * (T + 1 - q_n)$$

Wobei $m_n = \frac{c(q_n) - c(p_n)}{p_n - q_n}$ die Steigung und $b_n = c(q_n) - \frac{c(q_n) - c(p_n)}{p_n - q_n} * (T + 1 - q_n)$ der Y-Achsenabschnitt zur jeweiligen Kombinationsgeraden ist. Die Linie wird durch die beiden Kurse gezeichnet, die durch die Kombination definiert sind. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich dabei um Höchst-, Tiefst-, Eröffnungs- oder Schlusskurse handelt.

Aus dieser Vielzahl an Möglichkeiten gilt es nun jeweils zwei Trendlinien zu bestimmen, eine oberhalb und eine unterhalb des Datenreihenverlaufs.

Hieraus lässt sich auch direkt die erste Bedingung ableiten, die beide Trendlinien erfüllen müssen: Die Trendlinie berührt im Zeitraum P mindestens zwei Kurse ohne von der Kursbewegung gekreuzt zu werden (Bedingung 1).

Damit fallen eine Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten weg. Allerdings ist mit dieser Bedingung noch keine Eindeutigkeit garantiert. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Kursverlauf der Allianz-Aktie. Von 91 zur Verfügung stehenden Kurskombinationen bei $P = 14$ erfüllen sechs die erste Bedingung für die obere Trendlinie. Eine der Linien ist rot hervorgehoben, da diese die Kursbewegung am besten repräsentiert und somit auch bei einer manuellen Vorgehensweise am ehesten gewählt worden wäre.

Erforderlich ist folglich eine zweite Bedingung, die zu einem eindeutigen Ergebnis führt: Die Trendlinie ist die Linie, die unter Berücksichtigung der ersten Bedingung, den geringsten Betrag der kumulierten Abweichung zu den Kursen aufweist (Bedingung 2).¹⁹

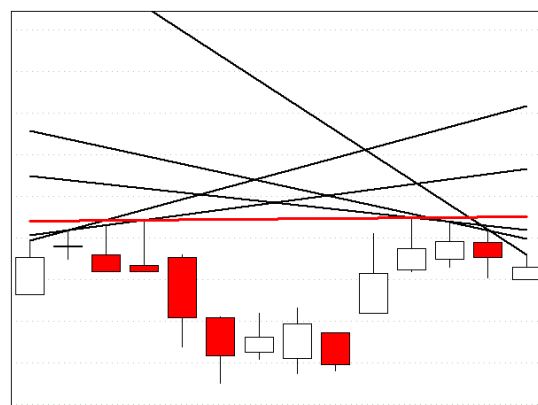


Abbildung 4: Kursverlauf der Allianz mit allen sechs Trendlinien, die die erste Bedingung erfüllen.

¹⁹ Sollten zwei Kombinationen die gleiche kumulierte Abweichung aufweisen, so wird die Variante mit dem niedrigeren Index gewählt. So wird die Trendlinie prinzipiell durch die aktuelleren Kurse gezeichnet.



Gesucht ist somit der Index n der Kombination auf die beide Bedingungen zutreffen. Für die obere Trendlinie ($otl(t)$), die oberhalb der Kurse verläuft, gilt somit:

$$\min_n \sum_{t=T-P}^T |l_n(t) - c_t| \text{ mit } l_n(t) \geq c_t$$

Für die untere Trendlinie ($utl(t)$) gilt entsprechend:

$$\min_n \sum_{t=T-P}^T |l_n(t) - c_t| \text{ mit } l_n(t) \leq c_t$$

Der Index n ist die Grundlage für die weiteren Berechnungen, da über diesen der Verlauf der Trendlinie bestimmt werden kann. Im Zuge der bisherigen Ausführungen, gerade was die Vielzahl möglicher Trendlinien bei größeren Analysezeiträumen betrifft, sollte absehbar geworden sein, dass mit dieser Bestimmung der Trendlinien ein großer Rechenaufwand verbunden ist. Mit heutigen Computern ist es jedoch kein Problem die vorgestellten Rechenschritte in Sekunden durchzuführen und so die Trendlinien zu bestimmen.

Die hier dargelegten Ausführungen beziehen sich immer auf die Kurse (c_t). Um Divergenzen zum OBV zu erkennen, ist es erforderlich die beiden Trendlinien ebenfalls für den \widetilde{OBV} zu bestimmen. Die Kurse gilt es einfach durch dessen Werte zu ersetzen, die Vorgehensweise ist entsprechend. Damit ist man in der Lage über einen bestimmten Zeitraum P die vier relevanten Trendlinien zu bestimmen. Eine obere und eine untere jeweils für die Kurse und den \widetilde{OBV} , aus denen schließlich der Volumen Divergenz Indikator berechnet wird.

In die späteren Berechnungen des Volumen Divergenz Indikators fließen jedoch nicht die komplette Trendlinienfunktionen ein, sondern lediglich deren Steigungen. In Abhängigkeit vom Analysezeitraum, der über den Parameter P definiert ist, lassen sich aus den vier Trendlinienfunktionen die vier entsprechenden Steigungen extrahieren:

m_c^{otlp} ist die Steigung der oberen Kurs-Trendlinie

m_c^{utlp} ist die Steigung der unteren Kurs-Trendlinie

$m_{\widetilde{OBV}}^{otlp}$ ist die Steigung der oberen \widetilde{OBV} -Trendlinie

$m_{\widetilde{OBV}}^{utlp}$ ist die Steigung der untere \widetilde{OBV} -Trendlinie

Angenommen die bisherigen Berechnungen haben ergeben, dass die obere Kurs-Trendlinie der Kombination $n=5$ entspricht. Dann berechnet sich $m_c^{otlp} = \frac{c(q_5) - c(p_5)}{p_5 - q_5}$. Der Anhang enthält ein umfassendes Zahlenbeispiel an dem sich die Zusammenhänge nachvollziehen lassen.

Mit den bisher dargelegten Berechnungen und Bedingungen ist es also möglich Trendlinien und deren Steigungen mathematisch und objektiv zu bestimmen.



4 Volumen Divergenz Indikator

4.1 Berechnung

Die Basis zur Berechnung von Divergenzen sind die zuvor definierten Steigungen der Trendlinien, da diese den Verlauf der Trendlinie maßgeblich bestimmen. Auch hier gilt, dass die absoluten Werte, durch die die Trendlinien gezogen werden, kaum Aussagekraft besitzen.

Die Steigungswerte oszillieren in einem Bereich um die Nulllinie. Steigende Trendlinien haben eine positive Steigung, nahezu waagerechte Trendlinien eine Steigung um den Nullwert und fallende Trendlinien haben eine negative Steigung.

Wie bereits erläutert, gibt es zwei Arten von Divergenzen, bullische und bearische. Aus der schematischen Veranschaulichung von Divergenzen in Abbildung 2 (Seite 7) lässt sich, wie bereits festgehalten, ein eindeutiger Zusammenhang der Steigungen erkennen, unabhängig davon, ob die Trendlinien unter- oder oberhalb des Chart- bzw. Indikatorverlaufs gezeichnet werden: Eine bullische Divergenz ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steigung der OBV-Trendlinie die Steigung der Trendlinie im Chartverlauf übertrifft. Im Idealfall ist die Steigung der Trendlinie im OBV positiv während die Steigung der Trendlinie im Chart negativ ist. Entsprechend gilt für die bearische Divergenz das die Steigung der OBV-Trendlinie deutlich unter der Steigung der Trendlinie im Chart liegt.

Quantifizieren lässt sich eine Divergenz (d) in einem ersten Schritt durch den folgenden mathematischen Zusammenhang:

$$d = m_{\overline{OBV}} - m_c$$

Somit werden bullische Divergenzen durch einen positiven Wert und bearische Divergenzen durch einen negativen Wert angezeigt. Je größer der Betrag dabei ausfällt, desto bedeutender ist auch die Divergenz. Ein Wert um Null symbolisiert ähnliche Steigungen beider Trendlinien, was bedeutet, dass für den gewählten Analysezeitraum keine Divergenz vorliegt. Damit oszilliert der Volumen Divergenz Indikator in einem positiven wie negativen Bereich um die Nulllinie. Der Volumen Divergenz Indikator (VDI) setzt sich aus der durchschnittlichen Differenz der Steigungen von oberen und unteren Trendlinien zusammen:

$$VDI = \frac{m_{\overline{OBV}}^{otlp} + m_{\overline{OBV}}^{utlp} - m_c^{otlp} - m_c^{utlp}}{2 * c_T} * 100$$



Um einen Relation zum Kurs der untersuchten Aktie herzustellen, damit man die Werte des Volumen Divergenz Indikators` bei Aktien mit unterschiedlichen Kursniveaus vergleichen kann, wird die Differenz der Steigungen durch den letzten Kurs des Analysezeitraums dividiert.

Der VDI berücksichtigt sowohl obere wie untere Trendlinien und bildet aus diesen eine mittlere Divergenz. Durch diese Durchschnittsberechnung wird eine gewisse Glättung erreicht und sicher gestellt, dass sowohl Divergenzen in oberen wie unteren Trendlinien berücksichtigt werden. Prinzipiell ist es möglich die Divergenz nur aus oberen oder unteren Trendlinien zu berechnen. In wieweit dies sinnvoll ist hängt maßgeblich vom Analyseansatz ab, in dem der Indikator verwendet wird. Die folgenden Anwendungsbeispiele zeigen den grundlegenden Indikator mit der Berücksichtigung beider Trendlinienarten.

4.2 Anwendung

In die Berechnung des VDI fließen zwei Zeitparameter ein. Der Skalierungszeitraum (S) legt fest über welchen Zeitraum der OBV an die Kurse angeglichen wird. Der Analysezeitraum (P) definiert den Zeithorizont über den die Trendlinien gezogen und somit Divergenzen berechnet werden. Die Praxis hat gezeigt, dass es sich empfiehlt für beide Parameter den selben Zeitraum zu wählen. So lässt sich eine Verzerrung durch unterschiedlich lange Betrachtungszeiträume ausschließen.

Zuvor wurde bereits die Linde-Aktie als Beispiel für eine Divergenz gezeigt, daher empfiehlt es sich diese als erstes Anwendungsbeispiel heranzuziehen. Abbildung 5 zeigt den bereits gezeigten Verlauf der Aktie zusammen mit dem OBV und dem VDI berechnet über einen Zeitraum von 20 Tagen ($P=S=20$).²⁰

Verdeutlicht wird die bearische Divergenz noch einmal durch die divergierenden Trendlinien. In den ersten beiden Monaten des Jahres 2012 verlaufen die Kurse der Aktie und die Werte des OBV nahezu synchron. Divergenzen sind somit nicht auszumachen. Der VDI bewegt sich nachvollziehbarerweise in einer engen Spanne um den Nullwert. Erst Mitte März bricht der Indikator deutlich nach unten aus und zeigt so die negative Divergenz an.

In diesem Beispiel weisen sowohl obere wie untere Trendlinien eine negative Divergenz auf, was dazu führt, dass der VDI deutlich ausschlägt, da sich die Divergenz der oberen Trendlinien und die Divergenz der unteren Trendlinien summiert. An dieser Stelle bietet sich ein konkretes Rechenbeispiel zum VDI an.

²⁰ In allen Berechnungen entspricht der Analyse- dem Skalierungszeitraum.



Stichtag für die Berechnung des 20-Tage-VDI ist der 02.04.2012, markiert durch die senkrechte Hilfslinie. Für die eingezeichneten Trendlinien ergeben sich die folgenden Steigungen:

$$m_c^{otl_{20}} = 0,1571 \qquad m_c^{utl_{20}} = 0,5500$$

$$m_{OBV}^{otl_{20}} = -0,6448 \qquad m_{OBV}^{utl_{20}} = -0,2898$$

Bei einem Schlusskurs von 136,15 € (c_T) am 02.04.2012 ergibt sich der folgende VDI:

$$VDI = \frac{-0,6448 - 0,2898 - 0,1571 - 0,5500}{2 * 136,15} * 100 = -0,6029$$

Gemessen an den üblichen Werte zeigt der VDI durch seinen hohen negativen Wert die stark bearishe Divergenz an.



Abbildung 5: Die Linde-Aktie (blau) mit dem OBV (rot) und dem VDI über einen Berechnungszeitraum von 20 Tagen im Subchart.

Im Beispiel der Abbildung 5 wurde der Grenzwert für Divergenzen (g) auf 0,25 festgelegt. Alle Werte über 0,25 und unter -0,25 signalisieren eine Divergenz. Die Spanne zwischen beiden Werten ist der Toleranzbereich. Alle Werte, die innerhalb dieser Spanne liegen, werden nicht als Divergenz gewertet. Diese Grenzwerte sind jedoch nicht allgemeingültig und sollten je nach Aktie, Volatilität und Analysezeitraum anhand vergangener Werte bestimmt

werden. Festhalten lässt sich, je kürzer der Analysezeitraum, desto höhere Werte kann der VDI üblicherweise annehmen. Begründen lässt sich dies durch die Tatsache, dass sich kurzfristig stärkere Kurssteigerungen und damit auch Steigungsunterschiede realisieren lassen als über längere Zeiträume.

Die Trendlinien bestimmen sich jeweils nur aus zwei einzelnen Tageswerten, bei denen es sich in der Regel um lokale Extremwerte handelt. Dies führt dazu, dass der Wert des VDI kurzfristig stark schwanken kann. Abbildung 6 zeigt daher ein Beispiel für einen geglätteten VDI. Vom März bis August 2010 zeichnet die Adidas-Aktie drei deutliche Divergenzen, die jeweils durch Trendlinien hervorgehoben werden. Der VDI berechnet sich über einen Zeitraum von 10 Tagen und wird wiederum über 5 Tage geglättet. Der Toleranzbereich wurde auf einen Bereich $-0,5$ bis $+0,5$ definiert ($g=0,5$).

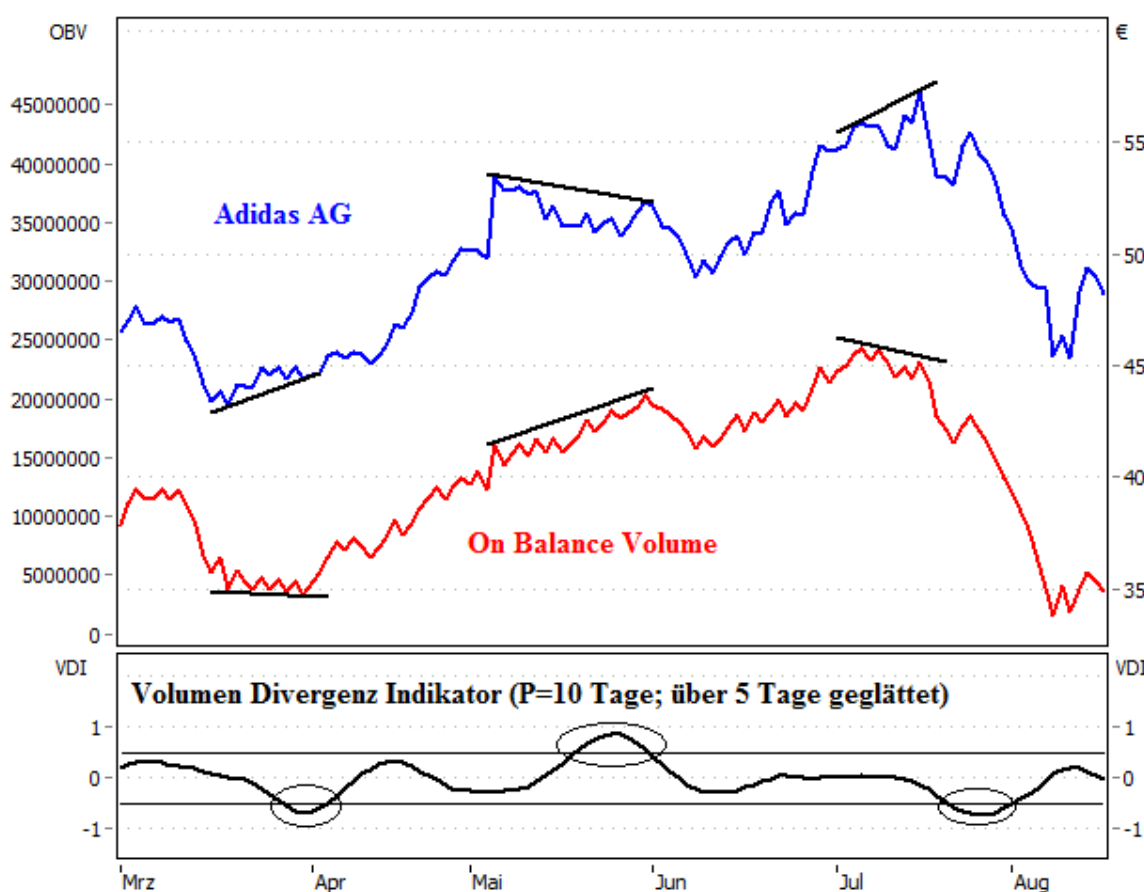


Abbildung 6: Die Adidas-Aktie mit drei Divergenzen zum OBV, die im VDI über 10 Tage, der über 5 Tage geglättet ist, angezeigt werden, siehe Ellipsen.

In der zweiten Märzhälfte zeichnet sich ein bearische Divergenz ab, die durch ein Unterschreiten des unteren Grenzwertes im VDI angezeigt wird.

Diese Divergenz ist ein gutes Beispiel dafür, dass man die Aussagekraft von Divergenzen mit Vorsicht genießen sollte. Obwohl es sich um eine bearische Divergenz handelt, die üblicherweise auf eine bearische Stimmung hindeutet, startet in diesem Fall ein Bullenmarkt.



Dieser wird nach einer Korrektur im Mai, die mit einer bullischen Divergenz einhergeht, fortgesetzt, ehe es nach einer bearischen Divergenz zu einem Kurseinbruch kommt. Dieses Beispiel zeigt wie mehrere Divergenzen durch den neuen Indikator korrekt angezeigt wurden. In diesem Fall wurde der Wert des Indikators über fünf Tage geglättet. Die Glättung führt zwangsläufig dazu, dass die Divergenz verzögert sichtbar wird. Eine zweite Möglichkeit der Glättung besteht darin, die Kurswerte und die Werte des OBV zu glätten und die Divergenzen in den geglätteten Werten zu suchen. Ob eine der Möglichkeiten zur Glättung genutzt wird, kann je nach gewähltem Zeithorizont und Analyseansatz beliebig bestimmt werden. Es zeigt sich jedoch, dass vor allem kurzfristige Zeiträume, wie 10, 20 oder 30 Zeiteinheiten, sinnvolle Zeitspannen sind. Schließlich sind Divergenzen an sich eher kurzfristige Phänomene.

4.3 Bewertung

Die Beispiele zeigen, dass der VDI in der Lage ist über einen gewählten Zeitraum Divergenzen erkennen zu können und über den vorgestellten Algorithmus die Möglichkeit schafft Divergenzen objektiv zu berechnen, sodass Divergenzen, durch den VDI quantifiziert, in Marketscannern und Handelssystemen Berücksichtigung finden können.

Eine Schwäche, die für eine Vielzahl an Indikatoren ebenfalls zutrifft, ist der starre Betrachtungszeitraum. Der Indikator kann nur Divergenzen, die sich in etwa über den gewählten Zeitraum erstrecken, identifizieren. Um eine Kursdatenreihe umfassend auf Divergenzen zu überprüfen, müssten daher mehrere Volumen Divergenz Indikatoren über unterschiedliche Zeiträume geschaltet werden.

Eine weitere Schwäche im Vergleich zu einer manuellen Divergenzanalyse ist die Tatsache, dass auch in Situationen Divergenzen gesucht und angezeigt werden, in denen dies wenig sinnvoll ist. Ein Beispiel sind sogenannte "Korrekturdivergenzen". Im Zuge einer Divergenz entwickeln sich die Kurse und der OBV zwangsläufig auseinander. Da sich beide Werte nach einer gewissen Zeit üblicherweise wieder synchron und sogar zueinander hin bewegen, kann es wiederum zu Divergenzen kommen, die allerdings nur durch eine vorhergehende Divergenz verursacht worden sind.

Abbildung 7 zeigt nochmals die Linde-Aktie im März und April 2012. Situation 1, in der linken Hälfte, zeigt eine negative Divergenz Anfang April an. Diese Divergenz führt aufgrund des differenten Verlaufs zwischen Aktie und OBV zu einer zweiten (positiven) Divergenz im Laufe des Aprils (siehe Situation 2), die vom VDI angezeigt wird, aus technischer Sicht aber kaum Bedeutung hat, da sie eine Reaktion auf die vorherige Divergenz ist. Sie entsteht dadurch, dass sich beide Verläufe im Laufe des Aprils wieder angleichen

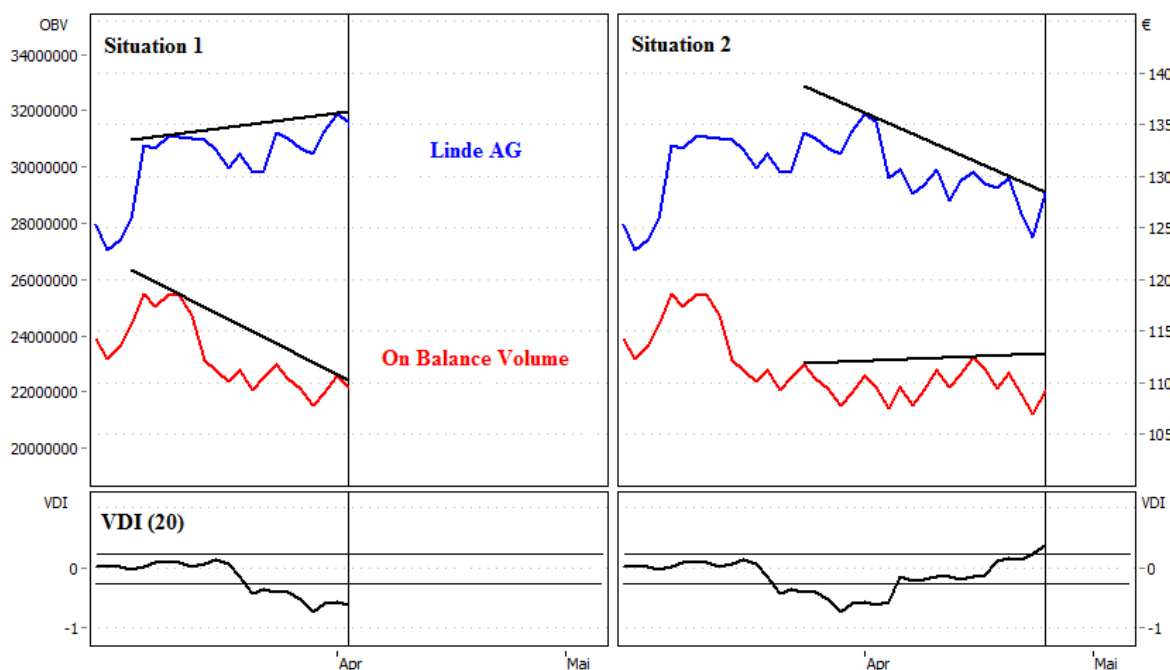


Abbildung 7: Die Linde-Aktie mit einer bearishen Divergenz per 03.04.12 (Situation 1) und bullishen Divergenz per 23.04.12 (Situation 2).

Dieses Beispiel zeigt, dass man dem VDI nicht blind folgen sollte und die angezeigten Divergenzen auf die jeweilige Aussagekraft prüfen sollte. Das eigentliche Problem ist, dass ein unpassender Abschnitt des Charts analysiert wird. Dies gilt auch für den Fall, wenn einzelne Trendlinien über ein einzelnes Hoch oder Tief kippen und sich deren Steigung von einem Bar auf den anderen massiv ändert. In diesem Fall ist mit einem kurzfristigen Ausschlag im VDI zu rechnen, vorausgesetzt dieses "Kippen" findet nicht im Aktien- und \overline{OBV} -Verlauf gleichzeitig statt.²¹ Abbildung 8 zeigt dies beispielhaft anhand einer oberen Trendlinie. Über den gewählten Zeitraum von 20 Tagen liegt in dieser Situation kein Trend

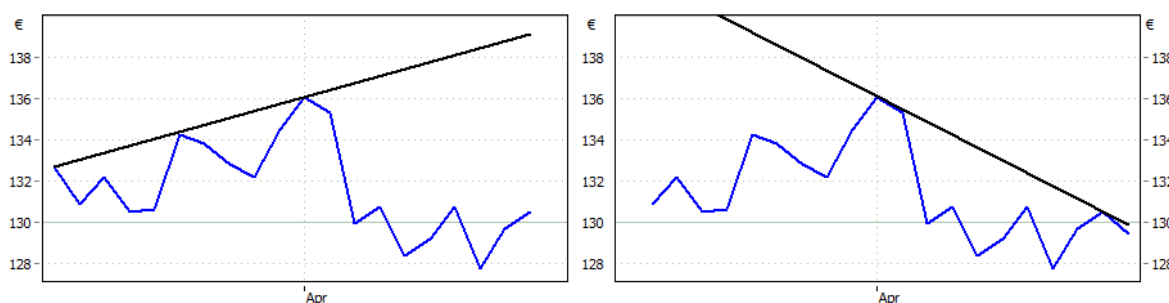


Abbildung 8: Beispiel einer oberen Trendlinie über 20 Tage, die von einem auf den anderen Tag kippt.

vor, ein Technischer Analyst würde dies erkennen und keine Trendlinie einzeichnen oder eine Divergenz suchen. Generell ist es sinnvoll vor allem in Märkten nach Divergenzen zu suchen, die sich in eine Richtung entwickeln, sich also in einem Trend befinden. Hier haben

²¹ Durch die zuvor bereits genannten Möglichkeiten der Glättung lässt sich das Ausmaß kurzfristiger Ausschläge minimieren.



Divergenzen die höchste Aussagekraft. Es ist daher sinnvoll die jeweilige Trendsituation in die Beurteilung mit einfließen zu lassen, da der VDI dazu, für sich betrachtet, nicht in der Lage ist und so auch nicht bewerten kann, ob es sich um eine technisch relevante Divergenz handelt oder beispielsweise um eine Korrekturdivergenz.

Auch dieser Gesichtspunkt zeigt, dass noch Entwicklungs- und Optimierungspotenzial besteht. Die Aussagekraft des VDI kann beispielsweise erhöht werden indem man diesen mit Trendindikatoren kombiniert und Divergenzen nur in bestehenden Trends sucht.



5 Schlussbetrachtung

Die Anwendungsbeispiele haben gezeigt, dass der Volumen Divergenz Indikator in der Lage ist Divergenzen anzuzeigen. Es empfiehlt sich jedoch die Divergenzen auf ihre Relevanz zu prüfen. Die vorhandenen Schwachpunkte wurden im vorherigen Abschnitt bereits dargelegt und sollten im Fokus möglicher Optimierung stehen.

Im Allgemeinen sollte der Indikator nicht als in Stein gemeißelt gesehen werden, sondern als ein grundlegendes Berechnungskonzept, welches für den konkreten Anwendungsfall angepasst werden kann. So könnten beispielsweise innere Trendlinien, die nicht ober- oder unterhalb sondern innerhalb der Chartbewegung verlaufen, für die Berechnungen herangezogen werden.

Angewendet wurde das Konzept auf Divergenzen zwischen Aktienkursen und dem On Balance Volume, da dieser wohl der bekannteste Volumen-Indikator ist. Inzwischen gibt es einige neuere Volumen-Indikatoren, die den vorhandenen Kritikpunkten am On Balance Volume Rechnung tragen.²² Prinzipiell lässt sich das vorgestellte Konzept auf andere Indikatoren übertragen, auch auf andere Felder der Technischen Analyse, da sich Divergenzanalysen nicht auf die Volumenanalyse beschränken.

Diese Ausarbeitung hat aufgezeigt wie sich zwei verschiedene Datenreihen wertmäßig an einander anpassen lassen, wie sich konventionelle Trendlinien mathematisch bestimmen lassen und wie sich daraus trendlinienbezogene Divergenzen zwischen zwei Datenreihen berechnen lassen.

Unabhängig von Divergenzen lassen sich die mit dem beschriebenen Algorithmus bestimmten Trendlinien als eigenständiges Analysetool auch für andere Analysen, Indikatoren oder Handelssysteme nutzen.

Abschließend lässt sich noch einmal festhalten, dass es sich bei Divergenzen nicht um konkrete Handelssignale sondern lediglich um Warnsignale, die der Unterstützung anderer Handelsansätze dienen können und daher nicht überwertet werden sollen.

²² Vgl. MURPHY (2011), S. 174f.



II Anhang

A Symbolverzeichnis und Abkürzungsverzeichnis

OBV	On Balance Volume
\widetilde{OBV}	Angepasster OBV
VDI	Volumen Divergenz Indikator
t	Zeitindex
T	Zeitindex des letzten berücksichtigten Datensatzes
c_t	Aktienkurs zum Zeitindex t
v_t	Volumen zum Zeitindex t
c_T	Letzter berücksichtigter Aktienkurs
S	Skalierungszeitraum
$sf(x)$	Skalierungsfunktion
P	Analysezeitraum
A	Anzahl Kombinationsmöglichkeiten
n	Kombinationsindex
k_n	Kombination
p_n	Kombinationskomponente 1
q_n	Kombinationskomponente 2
i	Hilfsindex
U_i	Hilfsmenge
m	Steigung
b	Y-Achsen-Abschnitt
$l_n(x)$	Linienfunktion
$otl(x)$	obere Trendlinie
$utl(x)$	untere Trendlinie
c_S^{Low}	Kurstief im Skalierungszeitraum
c_S^{High}	Kurshoch im Skalierungszeitraum
OBV_S^{Low}	OBV-Hoch im Skalierungszeitraum
OBV_S^{High}	OBV-Hoch im Skalierungszeitraum
d	Divergenz
g	Grenzwert der Divergenzen



B Bestimmung der Skalierungsfunktion

zu 3.1 Skalierung

Da die Hoch- und Tiefpunkte vom Aktienkurs und dem OBV übereinstimmen sollen, gelten die folgenden beiden Funktionsgleichungen:

$$sf_S(OBV_S^{Low}) = m * OBV_S^{Low} + b = c_S^{Low}$$

$$sf_S(OBV_S^{High}) = m * OBV_S^{High} + b = c_S^{High}$$

Die Gleichungen lassen sich wie folgt nach m und b auflösen:

$$b = c_S^{Low} - m * OBV_S^{Low}$$

$$b = c_S^{High} - m * OBV_S^{High}$$

$$c_S^{High} - m * OBV_S^{High} = c_S^{Low} - m * OBV_S^{Low}$$

$$m * OBV_S^{Low} - m * OBV_S^{High} = c_S^{Low} - c_S^{High}$$

$$m = \frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}}$$

Durch Einsetzen von m in einer der oberen Gleichungen lässt sich auch b bestimmen:

$$\frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}} * OBV_S^{High} + b = c_S^{High}$$

$$b = c_S^{High} - \frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}} * OBV_S^{High}$$

Aus den Komponenten m und b bildet sich schließlich die Skalierungsfunktion $sf_S(OBV_t)$:

$$sf_S(OBV_t) = \frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}} * OBV_t + c_S^{High} - \frac{c_S^{Low} - c_S^{High}}{OBV_S^{Low} - OBV_S^{High}} * OBV_S^{High}$$



C Bildung der Kombinationen

zu 3.2 Kombinatorik

Aufgrund der verlangten Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit ist es erforderlich hier kurz das Bildungsgesetz der Kombinationsmöglichkeiten darzulegen. Ausgehend vom Zeitparameter P lässt sich die Anzahl der möglichen Kombinationen (A) berechnen. Die Kombination k_n , aus den Komponenten p_n und q_n , kann über eine Hilfsmenge U_i wie folgt bestimmt werden:

$$U_i = \begin{cases} P & \text{für } i = 1 \\ U_{i-1} + P - i & \text{für } 1 < i < P - 1 \end{cases} \quad \text{mit } i \in \{x | x \in \mathbb{N}_{<P-1}^*\}$$

$$p_n = \begin{cases} 1 & \text{für } n = 1 \\ p_{n-1} & \text{für } n \notin \{U_i\} \\ p_{n-1} + 1 & \text{für } n \in \{U_i\} \end{cases} \quad \text{mit } n \in \{x | x \in \mathbb{N}_{<A+1}^*\}$$

$$q_n = \begin{cases} 2 & \text{für } n = 1 \\ q_{n-1} + 1 & \text{für } n \notin \{U_i\} \\ p_n + 1 & \text{für } n \in \{U_i\} \end{cases} \quad \text{mit } n \in \{x | x \in \mathbb{N}_{<A+1}^*\}$$

Für einen Zeitraum $P = 5$ ergeben sich $A = 10$ Kombinationsmöglichkeiten. Damit ergibt sich $U_i = \{5, 8, 10\}$ und die folgenden Kombinationen:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p_n	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4
q_n	2	3	4	5	3	4	5	4	5	5

Tabelle 1: Alle Kombinationsmöglichkeiten für einen Zeitraum von 5 Zeiteinheiten.



D Rechenbeispiel zur Bestimmung von Trendlinien

zu 3.3 Trendlinien

Gegeben ist die Kursdatenreihe der Lufthansa AG in der Kalenderwoche 45, diese enthält die folgenden fünf Datensätze:

Lufthansa AG VNA	Datum	05.11.2012	06.11.2012	07.11.2012	08.11.2012	09.11.2012
Zeitindex	t	1	2	3	4	5
Schlusskurs	c_t	12,19	12,55	12,34	12,20	12,29
Volumen	v_t	3313830	5038526	5509902	3729997	3644743
On Balance Volume	OBV_t	0	5038526	-471376	-4201373	-556630

Tabelle 1: Die grundlegenden Kurs- und Volumendaten mit dem daraus resultierenden On Balance Volume über fünf Zeiteinheiten.

Daraus ergibt sich die Skalierungsfunktion:

$$sf_5(OBV_t) = \frac{12,19 - 12,55}{-4201373 - 5038526} * OBV_t + 12,55 - \frac{12,19 - 12,55}{-4201373 - 5038526} * 5038526$$

$$\widehat{OBV}_t = sf_5(OBV_t) = 3,896E - 08 * OBV_t + 12,35$$

Damit lässt sich der angepasste On Balance Volume berechnen:

Zeitindex	t	1	2	3	4	5
OBV (angepasst)	\widehat{OBV}_t	12,35	12,55	12,34	12,19	12,33

Tabelle 2: Berechnung des angepassten On Balance Volume.

Für eine Datenreihe und einen Analysezeitraum von fünf Datensätzen ergeben sich zehn mögliche Kombinationen:

$$A = \frac{5!}{2 * (5 - 2)!} = 10$$

n	p_n	q_n	t(p)	t(q)	c(p)	c(q)	$I_n(t)$
1	1	2	5	4	12,29	12,20	$I_1(t)=0,09*t+11,84$
2	1	3	5	3	12,29	12,34	$I_2(t)=-0,025*t+12,415$
3	1	4	5	2	12,29	12,55	$I_3(t)=-0,0867*t+12,7233$
4	1	5	5	1	12,29	12,19	$I_4(t)=0,025*t+12,165$
5	2	3	4	3	12,20	12,34	$I_5(t)=-0,14*t+12,76$
6	2	4	4	2	12,20	12,55	$I_6(t)=-0,175*t+12,9$
7	2	5	4	1	12,20	12,19	$I_7(t)=0,0033*t+12,1867$
8	3	4	3	2	12,34	12,55	$I_8(t)=-0,21*t+12,97$
9	3	5	3	1	12,34	12,19	$I_9(t)=0,075*t+12,115$
10	4	5	2	1	12,55	12,19	$I_{10}(t)=0,36*t+11,83$

Tabelle 3: Übersicht der zehn Kombinationsmöglichkeiten und Linienfunktionen zu den zugrundeliegenden Kursen.



Die Linien zu jeder Kombination lassen sich mit mathematischen Grundkenntnissen zu Geradengleichungen wie folgt bestimmen (siehe auch Seite 13):

$$l_1(t) = \frac{12,20 - 12,29}{1 - 2} * t + 12,20 - \frac{12,20 - 12,29}{1 - 2} * (5 + 1 - 2)$$

$$l_1(t) = 0,09 * t + 11,84$$

Damit lassen sich für alle Zeitindizes die Werte der entsprechenden Linien und Kombinationen berechnen:

n \ t	1	2	3	4	5
1	11,93	12,02	12,11	12,20	12,29
2	12,39	12,37	12,34	12,32	12,29
3	12,64	12,55	12,46	12,38	12,29
4	12,19	12,22	12,24	12,27	12,29
5	12,62	12,48	12,34	12,20	12,06
6	12,73	12,55	12,38	12,20	12,03
7	12,19	12,19	12,20	12,20	12,20
8	12,76	12,55	12,34	12,13	11,92
9	12,19	12,27	12,34	12,42	12,49
10	12,19	12,55	12,91	13,27	13,63

Tabelle 4: Werte aller möglichen Linien. Die grauhinterlegten Werte tangieren jeweils den Kurs.

Subtrahiert man die Kurse von den Linienwerten so erhält man die folgenden Abweichungen:

n \ t	1	2	3	4	5	Betrag kumulierte Abweichung	Bemerkung
1	-0,26	-0,53	-0,23	0,00	0,00	1,02	mögliche untere Trendlinie
2	0,20	-0,19	0,00	0,12	0,00		
3	0,45	0,00	0,12	0,18	0,00	0,75	obere Trendlinie
4	0,00	-0,34	-0,10	0,06	0,00		
5	0,43	-0,07	0,00	0,00	-0,23		
6	0,54	0,00	0,04	0,00	-0,27		
7	0,00	-0,36	-0,14	0,00	-0,09	0,59	untere Trendlinie
8	0,57	0,00	0,00	-0,07	-0,37		
9	0,00	-0,29	0,00	0,22	0,20		
10	0,00	0,00	0,57	1,07	1,34	2,98	mögliche obere Trendlinie

Tabelle 5: Differenz von Linien und Kursen.

Tabelle 5 enthält vier Linien bei denen kein Vorzeichenwechsel stattfindet ($n=1,3,7,10$), diese werden also nicht von den Kursen gekreuzt und kommen somit als Trendlinien in Frage (Bedingung 1). Entscheidend ist nun der Betrag der kumulierten Abweichung, diese muss minimal sein (Bedingung 2). Daraus folgt, dass die obere Trendlinie der Kurskombination $n=3$ entspricht und bei einer Steigung von $-0,09$ durch die Kurse $c_2 = 12,55$ und $c_5 = 12,29$

verläuft. Die untere Trendlinie verläuft durch die Punkte $c_1 = 12,19$ und $c_4 = 12,20$ mit einer Steigung von $0,07$ und ist die Kombination $n=7$.

Abbildung 9 veranschaulicht die Zusammenhänge noch einmal grafisch:

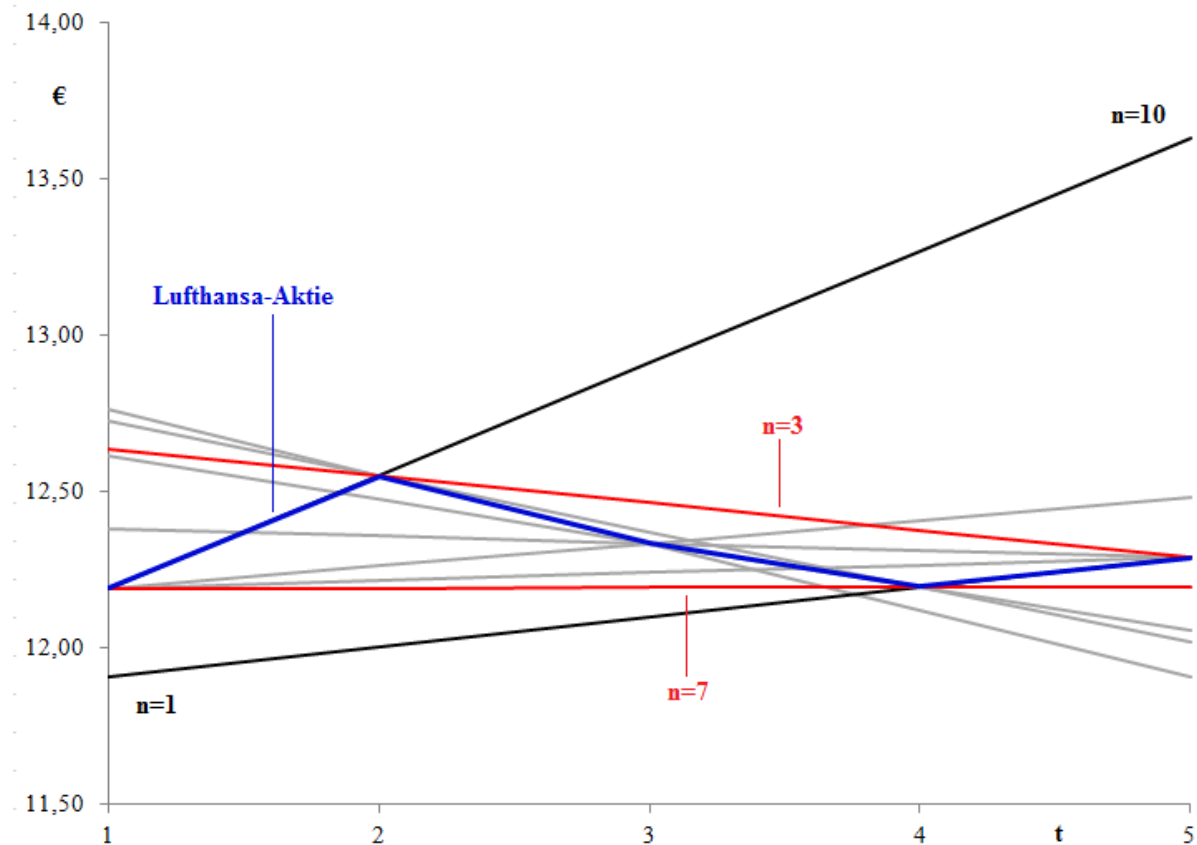


Abbildung 9: Kursverlauf der Lufthansa-Aktie über den betrachteten Zeitraum (blau) mit den zehn möglichen Trendlinien.

Die Abbildung zeigt den blauen Verlauf der Aktie und die zehn möglichen Linien. Besonders hervorgehoben sind die roten Trendlinien ober- und unterhalb der Kurse ($n=3$, $n=7$). Schwarz hervorgehoben sind außerdem die Kombinationen $n=1$ und $n=10$, die, wie schön zu sehen, jeweils die erste Bedingung für Trendlinien erfüllen. Alle anderen Linien erfüllen keine der verlangten Bedingungen und verlaufen grau im Hintergrund.

Die hier berechneten Trendlinien beziehen sich jeweils auf die Aktienkurse. Die Vorgehensweise lässt sich allerdings ohne weiteres auf die angepassten Werte des OBV übertragen.



III

Quellenverzeichnis

MURPHY (1997)

John J. Murphy, *Visuelle Aktienanalyse: mit Charts Börsentrends frühzeitig erkennen*
Frankfurt/Main 1997.

MURPHY (1999)

John J. Murphy, *Technical analysis of the financial markets*
New York 1999.

MURPHY (2011)

John J. Murphy, *Technische Analyse der Finanzmärkte*
9. Auflage, München 2011.

PAESLER (2007)

Oliver Paesler, *Technische Indikatoren*
München 2007.

SCHWAGER (2000)

Jack D. Schwager, *Schwager on Futures. Technische Analyse*
3. Auflage, München 2000.

VOIGT (2013)

Michael Voigt, *Das große Buch der Markttechnik*
9. Auflage, München 2013.