

Der Irreversibilitäts-Indikator IREV

Dr. Patrick Winter (mail@patrick-winter.de)*

Zusammenfassung

(Ir)reversibilität ist eine Eigenschaft von Zeitreihen, die trotz ihres engen Zusammenhangs mit Trends bislang noch durch keinen technischen Indikator erfasst wird. In dieser Arbeit wird daher, ausgehend von einer Betrachtung des Irreversibilitätsbegriffs im Trading, mit dem IREV der erste derartige Indikator konstruiert. Dieser berechnet die orientierte und normierte Divergenz zwischen den Wahrscheinlichkeitsverteilungen des vorwärts und des rückwärts gelesenen Kurses mit Hilfe sog. ordinaler Permutationen (z.B. (1,2,3) bzw. (3,2,1) für einen steigenden bzw. fallenden Kurs). Der IREV wird qualitativ anhand eines instruktiven Kursverlaufs diskutiert und quantitativ anhand der DAX-Mitglieder im Jahr 2018 getestet. Dabei liefert er präzise Signale und erzielt deutlich höhere durchschnittliche kumulierte Renditen als der MACD.

** Dr. Patrick Winter ist Entrepreneur. Er hält zwei B.Sc.-Grade und einen Doktor-Grad in Information Systems (Wirtschaftsinformatik) und Wirtschaftswissenschaften der Universitäten Osnabrück und Marburg, alle mit Auszeichnung, sowie einen Ingenieurtitel der Ingenieurkammer Niedersachsen. Er interessiert sich v.a. für methodische Forschung und wendet diese regelmäßig auf das Trading an. Für solche Arbeiten gewann er vier Mal in Folge den VTAD-Award (2013–2019). Selbst handelt er jedoch nicht.*

1. Einführung

Technische Indikatoren dienen bekanntlich dazu, Aspekte eines gegebenen, historischen Kursverlaufs zu erfassen, anhand derer die zukünftige Kursentwicklung eingeschätzt werden kann. I.d.R. deckt ein Indikator dabei hauptsächlich einen Aspekt ab, und in Abhängigkeit davon, welcher Aspekt das jeweils ist, lassen sich Indikatoren in verschiedene Kategorien einteilen. Eine übliche, bereits recht detaillierte solche Einteilung ist in Tabelle 1 dargestellt.

Input	Kategorie	Verwandte Konzepte der Zeitreihenanalyse	Erfasster Aspekt	Beispiele
Nur Kurs	Trend	Erwartungswert, (Nicht-)Stationarität	Veränderung des Mittelwertes	Moving Average (MA), Average Directional Index (ADX)
	Volatilität	Standardabweichung, Heteroskedastizität	Streuung um den Mittelwert	Bollinger Bands (BB), Average True Range (ATR)
	Momentum	Auto-Regressivität	Einfluss vorheriger Werte	Relative Strength Index (RSI), Stochastic Oscillator
Zusätzliche Daten	Volumen	Reliabilität	Substanz hinter Änderungen (Anleger)	Ease Of Movement (EMV), On-Balance Volume (OBV)
	Markt	Reliabilität	Substanz hinter Änderungen (Unternehmen)	Advance-Dcline-Line (ADL), McClellan Oscillator

Tabelle 1: Kategorien technischer Indikatoren (frei nach [1, 2]).

Natürlich ist die technische Analyse von Kursverläufen mittels Indikatoren eng verwandt mit der wissenschaftlichen Analyse von Zeitreihen, denn jeder Kursverlauf ist ja eine solche. Entsprechend finden sich die Aspekte, die die verschiedenen Indikatorkategorien abbilden, auch als Konzepte letzterer Domäne wieder, wenn auch unter anderem Namen (Spalte 3). Jedoch existieren darin umgekehrt noch andere wichtige solcher Konzepte, die bislang nicht durch entsprechende Indikatoren abgedeckt sind – z.B. deshalb, weil sie ursprünglich in einem ganz anderen Bereich als der Finanzanalyse entwickelt worden sind. Nur derartige Konzepte werden es aber sein, die die technische Analyse heute noch mit zusätzlichen, neuartigen Informationen über Kursverläufe versorgen können.

Ein solches Konzept ist die **Reversibilität** einer Zeitreihe, die v.a. in der Physik eine tragende Rolle spielt. Anschaulich dargestellt beschreibt sie *Zustandsänderungen des (durch die Zeitreihe abgebildeten) Analyseobjekts, die jederzeit wieder umgekehrt ablaufen könnten, ohne dass das Analyseobjekt (oder seine Umwelt) eine bleibende Veränderung erfährt* (frei nach [3], S. 255). Andere Zustandsveränderungen heißen entsprechend irreversibel.

Man erkennt daran schon intuitiv den Nutzen, den die Betrachtung dieser Irreversibilität von Kursverläufen der technischen Analyse bringen kann: Ist nicht ein Trend gerade als (bis auf Weiteres) irreversible Zustandsänderung des Basistitelwerts definiert? Irreversibilitäts-Indikatoren sollten also, wenn auch ggf. indirekt, Informationen über Trends liefern können. Da sie dabei Kursdynamiken (d.h. „hin und zurück“) statt Mittelwertveränderungen betrachten (und entsprechend nicht zur o.g. Kategorie der Trendindikatoren gehören), stellen ihre Werte eigenständige, bislang ungenutzte Informationen im o.g. Sinne dar.

In dieser Arbeit wird, basierend auf aktueller Forschung zu Zeitreihen, ein erstes Mitglied der Kategorie von Irreversibilitäts-Indikatoren entworfen und vorgestellt, der IREV. Aufgrund dessen spezieller Berechnungsmethodik liefert er nicht nur Informationen über den aktuellen Trend, sondern auch über das aktuelle Momentum.

2. Konstruktion des IREV

2.1. Definition von Irreversibilität in der technischen Analyse

Um einen Indikator der Irreversibilität eines Kursverlaufs konstruieren zu können, bedarf es zunächst einer formalen Definition dieses Konzepts.

Als Ausgangspunkt dafür kann die entgegengesetzte Definition von Reversibilität aus der Zeitreihenanalyse dienen. Dort heißt ein stochastischer Prozess X reversibel, wenn er zu allen Zeitpunkten t und für jede Länge n die Wertfolge $\{x_{t+1}, \dots, x_{t+n}\}$ mit der gleichen Wahrscheinlichkeit erzeugt wie die Wertfolge $\{x_{t-1}, \dots, x_{t-n}\}$; ist X stationär, ist letztere Wahrscheinlichkeit identisch mit der der umgekehrten Wertfolge $\{x_{t+n}, \dots, x_{t+1}\}$ ([4]).

Für die technische Analyse ist diese strenge Definition jedoch nicht zu gebrauchen; dies hat fünf Gründe, und entsprechend sind auch fünf Anpassungen notwendig:

1. Reversibilität ist in o.g. Definition ein qualitatives Konzept; d.h., X ist entweder reversibel oder nicht (d.h. irreversibel). Wir sind jedoch am *Grad* der Irreversibilität interessiert, benötigen also ein quantitatives Konzept.
2. Die o.g. Definition bezieht sich auf X als Ganzes; wir wollen jedoch nicht (nur) wissen, ob bzw. wie sehr ein Kursverlauf von Anfang bis Ende irreversibel ist – denn das würde uns nur ein einziges Datum liefern –, sondern uns auf bestimmte Fenster beziehen und sehen, wie sich die Irreversibilität im Fortgang ggf. ändert.
3. Entsprechend setzen wir auch nicht voraus, dass die o.g. Eigenschaft für Wertfolgen jeder beliebigen Länge n gelten muss, sondern legen uns auf eine bestimmte Periode fest.
4. Ebenso – und das ist die bedeutendste Abänderung – fordern wir weder, dass o.g. Eigenschaft zu allen Zeitpunkten gleichermaßen gelten muss, noch Stationarität. Wir möchten aber zu jedem Zeitpunkt t die Wahrscheinlichkeit der Wertfolge $\{x_{t+1}, \dots, x_{t+n}\}$ mit der ihrer Umkehrung $\{x_{t+n}, \dots, x_{t+1}\}$ vergleichen.
5. Jedoch ist uns das nicht möglich, weil wir X nicht kennen und daher an t nichts über die weitere Entwicklung aussagen können. Daher schauen wir nicht in die Zukunft, sondern in die Vergangenheit und vergleichen $\{x_{t-n+1}, \dots, x_t\}$ mit $\{x_t, \dots, x_{t-n+1}\}$ (diese Abschnitte erhält man, wenn man in den o.g. Abschnitten $t - n$ anstelle von t einsetzt).

Zusammenfassend definieren wir Irreversibilität im Trading also wie folgt:

Definition: Ein Kursverlauf X ist zu einem Zeitpunkt t bezogen auf ein Fenster der Länge n (Periode) umso irreversibler, je größer die Divergenz zwischen den (in die Zukunft projizierten) Wahrscheinlichkeitsverteilungen $\mathcal{P}^{\rightarrow}(x_{t-n+1}, \dots, x_t)$ und $\mathcal{P}^{\leftarrow}(x_t, \dots, x_{t-n+1})$ ist.

Abbildung 1 veranschaulicht diese Definition. Für eine gewählte Periode von $n = 6$ ist hier zum Zeitpunkt $t = 8$ die Kursentwicklung $\{99, 98, 101, 100, 101, 103\}$ seit dem Beginn der Periode, d.h. $t' = 8 - 6 + 1 = 3$, (rot) mit der fiktiven umgekehrten Entwicklung, also $\{103, 101, 100, 101, 98, 99\}$ (blau) zu vergleichen. Die Divergenz der entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen im Zeitpunkt t liefert die gesuchte Irreversibilität (die genauen Wahrscheinlichkeiten selbst sind, nebenbei bemerkt, für uns irrelevant).

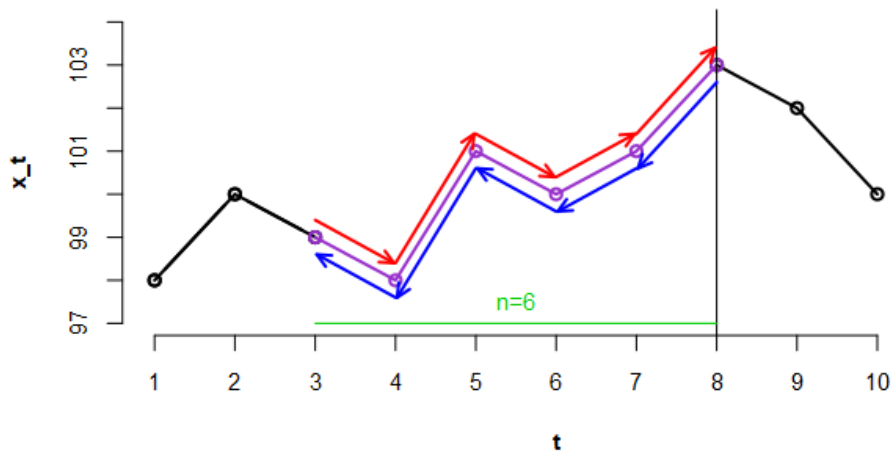


Abbildung 1: Veranschaulichung zu unserer Definition von Irreversibilität.

2.2. Diskretisierung des Kursverlaufs

Nun haben wir zwar eine Definition von Irreversibilität erarbeitet, diese lässt sich jedoch noch nicht operationalisieren, da wir weder die vorwärtsgerichtete Wahrscheinlichkeitsverteilung $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ noch ihr rückwärtsgerichtetes Pendant \mathcal{P}^{\leftarrow} kennen. Diese Verteilungen müssen zuerst anhand der vorliegenden Datenpunkte geschätzt werden.

Bei Kursdaten handelt es sich um (quasi-)stetige Daten, da ja nicht wenige einzelne Werte vorkommen, sondern quasi unendlich viele Zwischenwerte. Die Schätzung solcher Verteilungen ist aber sehr schwierig; sie erfordert Konzepte wie z.B. Kerndichten (siehe z.B. [5]), deren Aufwand den erzielten Nutzen weit überwiegen würde. Man wählt daher üblicherweise einen anderen Weg und diskretisiert die vorliegenden Datenpunkte vor ihrer Analyse; d.h., man ordnet jeden Datenpunkt einer von i.d.R. nur wenigen Gruppen dazu. Für eine solche Diskretisierung steht eine Reihe von Verfahren zur Verfügung; neben den üblichen Cluster-Algorithmen wurden in der Forschung zu Reversibilität bislang v.a. auf Graphen basierende Ansätze verwendet (z.B. [6]).

Wir wählen jedoch ein anderes Verfahren, das erst im Jahr 2018 in diese Forschung eingeführt worden ist ([7, 8]), also deren aktuellen Stand repräsentiert: **ordinale Permutationen** ([9]). Eine ordinale Permutation der Dimension d ist eine „Anordnung“, also ein Vektor der Zahlen 1 bis d , der die Rangfolge (eben die Ordinalität) einer Zahlenfolge der Länge d beschreibt, wobei 1 die kleinste und d die größte der Zahlen repräsentiert. Für den einfachsten Fall von $d = 2$ ($d = 1$ wäre sinnlos) und eine ebenso lange Zahlenfolge x_1, x_2 gibt es logischerweise nur zwei solche Permutationen, nämlich (1,2) falls $x_1 < x_2$ und (2,1) falls $x_1 > x_2$ („Unentschieden“ wie bei $x_1 = x_2$ können zufällig aufgelöst werden). Für $d = 3$ gibt es derer schon sechs (diese sind in Abbildung 2 grafisch dargestellt), allgemein sind es $d! = d \cdot (d - 1) \cdot \dots \cdot 1$. Generell würde man d gerne eher groß wählen, um möglichst viel Information abbilden zu können; wie wir noch sehen werden, steht dem aber eine Begrenzung durch ein immer höheres notwendiges n entgegen.

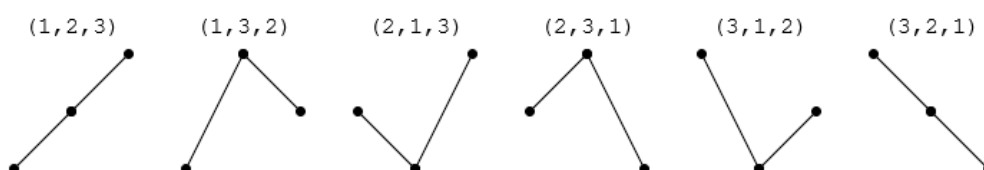


Abbildung 2: Die sechs ordinalen Permutationen der Dimension $d = 3$.

Das Verfahren ordinaler Permutationen bietet eine Reihe von Vorteilen, die Zanin et al. herausstellen ([8], S. 2): So muss nur ein einzelner Parameter zusätzlich gewählt werden, wobei die Wahl durch unseren Anwendungsbezug zudem, wie gesagt, stark eingeschränkt ist. Weiterhin kann es lokal angewandt werden, erlaubt also die Betrachtung von temporären Fluktuationen, und hängt nicht von der Skalierung ab. Schließlich konvergiert es „schneller“ (d.h. mit kürzeren Zeitreihen) als z.B. graphentheoretische Verfahren zum interessierenden Ergebnis. In der technischen Analyse gibt es daneben noch einen fünften Vorteil, der hier explizit genannt werden soll: Eine Folge von Permutationen, wie wir sie gleich auswerten werden, erinnert stark an **Formationsanalyse**. So ließe sich z.B. die bekannte „Schulter-Kopf-Schulter“-Formation abbilden als – noch dazu reversible! – Permutationsfolge (1,2,3)-(2,1,3)-(3,1,2)-(3,2,1) (vgl. dazu Abbildung 2). Dieser Zusammenhang wäre sicherlich einer weiteren Betrachtung wert, er liegt jedoch außerhalb des Fokus der vorliegenden Arbeit.

Die Diskretisierung des Kursverlaufs bzw. des zum Zeitpunkt t betrachteten Fensters funktioniert mit dieser Methodik nun sehr einfach. Dazu wird das Fenster in überlappende Abschnitte der Länge d zerlegt – dies sind immer genau

$$m = n - (d - 1) \quad (1)$$

viele –, welche dann durch die entsprechende Permutation ersetzt werden. Betrachten wir zur Veranschaulichung dessen wieder die rote Vorwärtsbewegung {99, 98, 101, 100, 101, 103} aus Abbildung 1 und wählen $d = 2$. Offenbar ist 99 größer als 98, daher beginnt die diskretisierte Serie mit der Permutation (2,1). Danach muss 98 mit 101 verglichen werden, was zur Permutation (1,2) führt, usw. Am Ende ergibt sich die 6-(2-1)=5-gliedrige Permutationsfolge (2,1)-(1,2)-(2,1)-(1,2)-(1,2). Um deren Analog für den Fall der blauen Rückwärtsbewegung zu erhalten, muss man sie lediglich rückwärts lesen.

Beachtenswert ist, dass durch die Anwendung ordinaler Permutationen die Niveaus des Kursverlaufs verschwinden (z.B. wird {98,101} ebenso auf (1,2) abgebildet wie {101,103}); damit kommen wir einer stationären Zeitreihe einen großen Schritt näher.

2.3. Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen

Nach der Diskretisierung ist es im Prinzip einfach, die Wahrscheinlichkeitsverteilungen $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ und \mathcal{P}^{\leftarrow} zu schätzen. Diese beziehen sich jetzt natürlich nicht mehr auf den Kursverlauf selbst, sondern auf die daraus abgeleitete Permutationsfolge. Damit handelt es sich um Multinomialverteilungen der Dimension d , denn es gibt ja d Permutationen als mögliches Ergebnis, und es sind nur noch die jeweiligen Einzelwahrscheinlichkeiten zu bestimmen.

Es liegt nahe, diese anhand der entsprechenden relativen Häufigkeiten k/m zu schätzen. Im obigen Beispiel kommt etwa die Permutation (1,2) in der insgesamt $m = 5$ Permutationen umfassenden Vorwärtsbewegung $k = 3$ Mal vor, sodass $3/5 = 60\%$ wie eine gute Schätzung ihrer Wahrscheinlichkeit aussieht. Nehmen wir aber an, dass (z.B. in einem anderen Fenster) eine reine Abwärtsbewegung vorliegt, also die Permutationsfolge (2,1)-(2,1)-(2,1)-(2,1)-(2,1). (1,2) würde darin mit 0% Wahrscheinlichkeit bewertet werden. Kann man nur aus der Tatsache, dass sie faktisch nicht vorgekommen ist, jedoch wirklich schließen, dass sie auch potenziell *unmöglich* war? Sicherlich nicht, und daher benötigen wir einen besseren Schätzer.

Für $d = 2$ (Binomialverteilung) konnte gezeigt werden, dass $(k + 2)/(m + 4)$ ein solcher besserer Schätzer ist, wenn das streng genommen auch nur für Intervalle gilt ([10]). Diese Idee kann man etwas heuristisch auf die Fälle für $d > 2$ ausdehnen; dadurch ergibt sich

$$\mathcal{P}^{\{\rightarrow, \leftarrow\}}(y) = \frac{k_y^{\{\rightarrow, \leftarrow\}} + 2}{m + 2 \cdot d!} \quad (2)$$

für jede Permutation y , wobei k_y^{\rightarrow} bzw. k_y^{\leftarrow} wieder deren absolute Häufigkeit unter den m Permutationen der betrachteten Vorwärts- bzw. Rückwärtsfolge zählt. Bzgl. des obigen Beispiels ergibt sich $\mathcal{P}^{\rightarrow}((1,2))$ nun zu $(3 + 2)/(5 + 4) = 5/9$, $\mathcal{P}^{\rightarrow}((2,1))$ entsprechend zu $1 - 5/9 = 4/9$; für \mathcal{P}^{\leftarrow} ist es umgekehrt, was aber nur für den Fall von $d = 2$ gilt.

An dieser Stelle muss noch etwas zur Wahl von n und d gesagt werden: Da anhand von $n - (d - 1)$ Datenpunkten $d! - 1$ Wahrscheinlichkeiten geschätzt werden müssen (die letzte ergibt sich dann durch die Summierung auf 1), bedingt eine hohe Wahl von d auch ein noch viel höheres n ; als Faustregel kann die Forderung $n \geq (d + 1)!$ gelten ([8]). Dies erklärt, warum praktisch nur $d = 2$ ($n \geq 6$), $d = 3$ ($n \geq 24$) und $d = 4$ ($n \geq 120$) sinnvoll sind.

2.4. Berechnung der Divergenz

Nachdem wir die Wahrscheinlichkeitsverteilungen $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ und \mathcal{P}^{\leftarrow} nun geschätzt haben, können wir daran gehen, deren Unterschied zu messen. Als Messgröße für derartige Unterschiede wird üblicherweise die Kullback-Leibler-Divergenz KLD verwendet, die für zwei beliebige diskrete Verteilungen \mathcal{P}^1 und \mathcal{P}^2 definiert ist als

$$\text{KLD}(\mathcal{P}^1, \mathcal{P}^2) = \sum_y \mathcal{P}^1(y) \cdot \log_2 \left(\frac{\mathcal{P}^1(y)}{\mathcal{P}^2(y)} \right). \quad (3)$$

Sie sagt, leger gesprochen, aus, wie viel neue Information \mathcal{P}^2 enthält, wenn man \mathcal{P}^1 schon kennt. Jedoch weist sie zwei entscheidende Nachteile auf: Zum einen ist sie nicht kommutativ, d.h. $\text{KLD}(\mathcal{P}^1, \mathcal{P}^2) \neq \text{KLD}(\mathcal{P}^2, \mathcal{P}^1)$, und es gibt für unseren Anwendungsfall keinen Grund, warum man gerade auf $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ oder \mathcal{P}^{\leftarrow} einen Fokus legen sollte. Zum anderen hat sie auch kein klar definiertes Maximum, was ihre Interpretation für uns erschwert. Beide Nachteile werden durch die **Jensen-Shannon-Divergenz** JSD behoben, die auf der KLD basiert. Ihre Berechnungsformel lautet

$$\text{JSD}(\mathcal{P}^1, \mathcal{P}^2) = 1/2 \cdot \text{KLD}(\mathcal{P}^1, \mathcal{M}) + 1/2 \cdot \text{KLD}(\mathcal{P}^2, \mathcal{M}), \quad (4)$$

wobei $\mathcal{M} = 1/2 \cdot \mathcal{P}^1 + 1/2 \cdot \mathcal{P}^2$ die Mischverteilung aus \mathcal{P}^1 und \mathcal{P}^2 darstellt.

Diese Formeln wirken komplizierter als sie es sind; eine Anwendung auf das durchgängige Beispiel aus Abbildung 1 wird dies zeigen. Dafür wird ein Schema (Tabelle 2) vorgestellt, das auch allgemeingültig zur Berechnung der JSD verwendet werden kann. In dessen Zeilen sind zunächst alle (auch in den konkreten Permutationsfolgen nicht vorkommende!) Permutationen für das gewählte d einzutragen. Dann wird es Spalte für Spalte berechnet. Der Durchschnitt der Summen der beiden letzten Spalten ist schließlich die gesuchte JSD.

y	k_y^{\rightarrow}	$\mathcal{P}^{\rightarrow}(y)$	k_y^{\leftarrow}	$\mathcal{P}^{\leftarrow}(y)$	$\mathcal{M}(y)$	$\mathcal{P}^{\rightarrow}(y) \cdot \log_2 \left(\frac{\mathcal{P}^{\rightarrow}(y)}{\mathcal{M}(y)} \right)$	$\mathcal{P}^{\leftarrow}(y) \cdot \log_2 \left(\frac{\mathcal{P}^{\leftarrow}(y)}{\mathcal{M}(y)} \right)$
(1,2)	3	5/9	2	4/9	1/2	0.08445	-0.07552
(2,1)	2	4/9	3	5/9	1/2	-0.07552	0.08445
Σ	$5 = m$	1	5	1	1	0.008924	0.008924

Tabelle 2: Schema zur Berechnung der JSD (angewandt auf das Beispiel aus Abbildung 1).

2.5. Normalisierung zum IREV

Hier ist die JSD also gegeben durch $JSD = 1/2 \cdot 0.008924 + 1/2 \cdot 0.008924 = 0.008924$,¹ und zwar in der Einheit Bits. Im Prinzip könnte man diesen Wert nun direkt als Output des IREV definieren; er besäße sogar eine recht eingängige Interpretation ähnlich zu der der KLD (welche jedoch im praktischen Trading ohne klare Bedeutung ist). Jedoch weist er noch einen Schönheitsfehler auf: Es ist unklar, wie groß er ist, da eine entsprechende Bezugsgröße fehlt. Zwar liegt die JSD immer zwischen 0 und 1, sodass man o.g. Wert zunächst eher als klein einschätzen würde. Jedoch ist nicht intuitiv klar, dass diese beiden theoretischen Grenzen im Anwendungsbezug auch tatsächlich angenommen werden können; so ist ja z.B. zu bedenken, dass $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ und \mathcal{P}^{\leftarrow} nicht unabhängig voneinander sind. Es müssen abschließend also noch die tatsächlichen Extremwerte gefunden und der erhaltene Wert um diese normalisiert werden.

Die JSD nimmt ihr Minimum von 0 an, wenn \mathcal{P}^1 und \mathcal{P}^2 identisch sind. Fraglich ist entsprechend, ob es einen Kursverlauf gibt, für den $\mathcal{P}^{\rightarrow} = \mathcal{P}^{\leftarrow}$ gilt. Dies ist z.B. bei einem stagnierenden Kurs der Fall,² sodass 0 tatsächlich als untere Grenze angesehen werden kann. Das tatsächliche Maximum wird umgekehrt erreicht werden, wenn ein rein steigender (oder fallender) Kurs vorliegt, da $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ und \mathcal{P}^{\leftarrow} dann möglichst „verschieden“ sind. Jedoch kann man mit etwas Aufwand zeigen (siehe Anhang A), dass es nicht bei 1 liegt, sondern nur bei

$$JSD^{\max} = \frac{m+2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2 \left(\frac{2 \cdot m+4}{m+4} \right) + \frac{2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2 \left(\frac{4}{m+4} \right) < 1. \quad (5)$$

Für die o.g. „üblichen“ Wertepaare des IREV errechnen sich z.B. folgende Maxima: $JSD^{\max} = 0.2358$ für $d = 2$ und $n = 6$, $JSD^{\max} = 0.4655$ für $d = 3$ und $n = 24$ sowie $JSD^{\max} = 0.6442$ für $d = 4$ und $n = 120$. Diese Ergebnisse bedeuten, dass die erhaltene Divergenz von $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ und \mathcal{P}^{\leftarrow} zwar nicht verschoben, wohl aber gestreckt werden sollte.

Die so normierte JSD ist ein brauchbares Maß für die Irreversibilität einer Bewegung. Allerdings wollen wir im IREV zusätzlich dazu auch noch deren Richtung abbilden. Dazu muss nur die (nach vorne gelesene) Auftrittswahrscheinlichkeit für die rein aufsteigende Permutation $(1, \dots, d)$, $\mathcal{P}^{\rightarrow}((1, \dots, d))$, mit der der rein absteigenden Permutation $(d, \dots, 1)$, $\mathcal{P}^{\leftarrow}((1, \dots, d))$, mittels der Vorzeichen-Funktion (Signum) sgn verglichen werden: ist erstere größer, liegt eine Aufwärtsbewegung vor, ist letztere größer, eine Abwärtsbewegung.

Zusammenfassend kann der IREV damit wie folgt definiert werden:

$$\text{IREV}(d, n) = \text{sgn} \left(\frac{\mathcal{P}^{\rightarrow}((1, \dots, d))}{\mathcal{P}^{\leftarrow}((d, \dots, 1))} - 1 \right) \cdot \frac{JSD(\mathcal{P}^{\rightarrow}, \mathcal{P}^{\leftarrow})}{JSD^{\max}}. \quad (6)$$

Da es sich bei JSD^{\max} selbst auch um eine JSD handelt, die entsprechend in Bits gemessen wird, kürzt sich diese Einheit aus Gleichung (6) heraus. Der IREV besitzt also keine Einheit; stattdessen gibt er die Divergenz zwischen $\mathcal{P}^{\rightarrow}$ und \mathcal{P}^{\leftarrow} – und damit die Irreversibilität des betrachteten Kursverlauffensters – als Anteil zwischen 0 (0%) und 1 (100%) bzw. -1 (-100%)

¹ Dass die beiden relevanten Spaltensummen gleich sind, ist (nur) für $d = 2$ immer der Fall, sodass das Schema hier eigentlich eine „Kanone für Spatzen“ darstellt.

² Wegen der o.g. zufälligen Entscheidung von Unentschieden würde dies jedoch nur in Wahrscheinlichkeit gelten.

³ Genauer gilt $\lim_{n \rightarrow \infty} JSD^{\max} = 1$, d.h. für alle d erreicht JSD^{\max} den Wert 1 nur asymptotisch.

an. Auf diese Weise lassen sich seine Ergebnisse zwischen verschiedenen Fenstern und sogar zwischen verschiedenen Kursverläufen (d.h. Basistiteln) miteinander vergleichen. Für das durchgängige Beispiel gilt $IREV = (+1) \cdot 0.008924 / 0.2357955 = 0.03785 = 3,785\%$; die in Abbildung 1 betrachtete Aufwärtsbewegung ist also fast vollständig reversibel.

Die Berechnung des IREV als Pseudocode findet sich in Anhang B dieser Arbeit.

3. Anwendung

Der IREV kann auf verschiedene Weise interpretiert und angewandt werden. Jedoch ist es dazu wichtig, genau zu verstehen, wie er funktioniert bzw. was seine Ergebnisse bedeuten, da man ansonsten leicht zu Fehlschlüssen gelangen kann.

3.1. Bedeutung der Periodenlänge n und der Dimension d

Die Notwendigkeit richtiger Interpretation fängt schon bei der Wahl der Parameter des IREV an, insbesondere der der Periodenlänge n . Bei dieser handelt es sich keineswegs, wie man vielleicht annehmen mag, nur um einen Faktor, der ein paar Nachkommastellen ändert. Nein, n hat im IREV eine klar definierte Bedeutung, und IREVs mit (grob) verschiedenen n 's stehen für verschiedene Analysen bzw. Aussagen! Betrachten wir zur Veranschaulichung dessen den instruktiven Volkswagen-Kurs (VOW3.DE) von Juli 2018 bis Dezember 2018 und die drei Indikatoren IREV(2, 6), IREV(3, 24) und IREV(2, 24), jeweils auf Basis von Schlusskursen (Abbildung 3). Die Interpretation des IREV an sich besprechen wir erst im nächsten Kapitel; zunächst soll es uns allein um die unterschiedlichen Parameterwerte gehen.

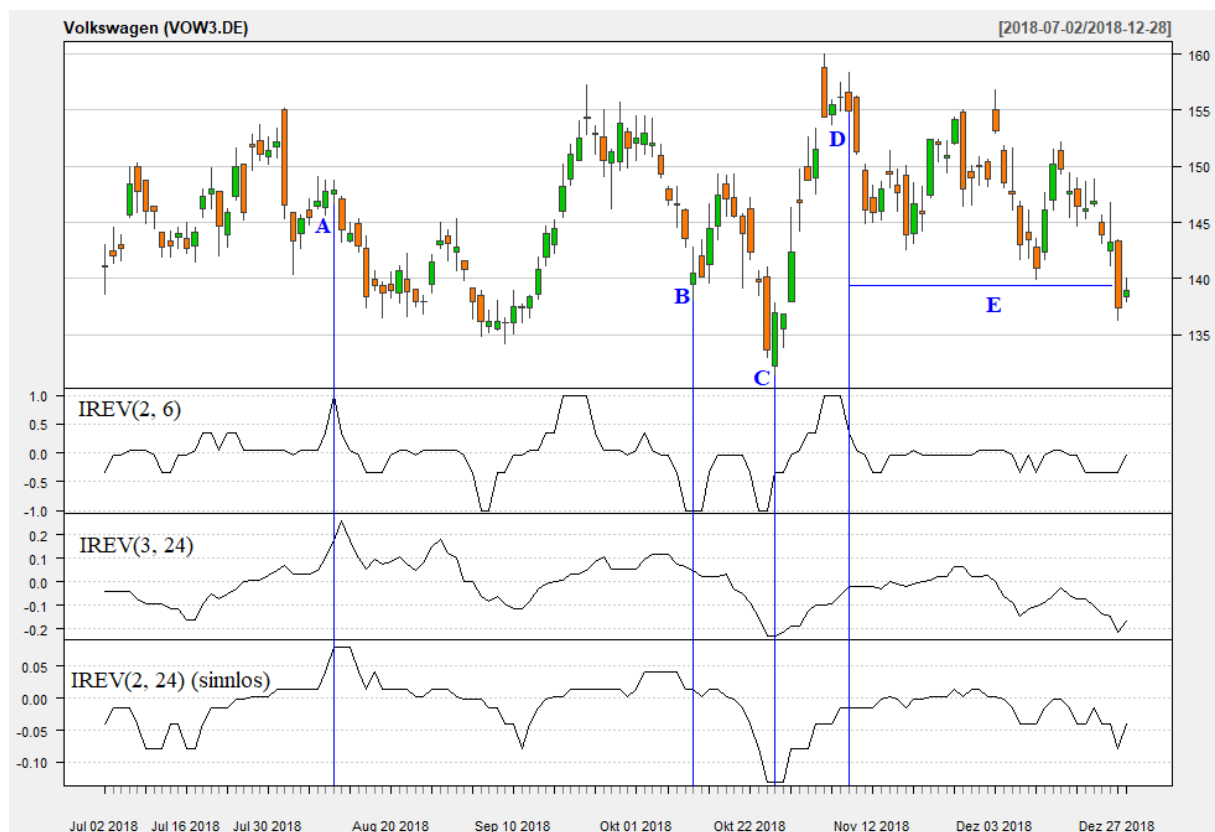


Abbildung 3: Volkswagen-Kurs in der zweiten Jahreshälfte 2018 mit drei IREVs.

Vergleicht man die beiden „üblichen“ IREVs, d.h. den kurzfristigen IREV(2, 6) und den mittelfristigen IREV(3, 24), so stellt man fest, dass letzterer deutlich seltener ausschlägt. Dieses Verhalten bei größeren Periodenlängen überrascht zunächst nicht, kennt man es doch schon von anderen Indikatoren wie etwa gleitenden Durchschnitten. Hier hat es jedoch nichts mit stärkerer Glättung zu tun, sondern ist auf die verschiedene Definition einer (vertikalen) Bewegung (d.h. eines Trends) zurückzuführen. Das erkennt man besonders deutlich an Punkt B: Der kurzfristige IREV „sieht“ ja nur die letzten 6 Handelstage, und hier waren diese allesamt bärisch – kein Wunder also, dass er ausschlägt. Der mittelfristige IREV schaut dagegen 24 Tage in die Vergangenheit und sieht damit die gesamte „Doppeltop“-Formation kurz vor B, nicht nur deren rechten Ast. Eine tatsächliche Bewegung liegt in diesem Kontext nicht vor, also kann er natürlich auch keine erkennen. Erst an Punkt C, an dem der IREV(2, 6) aufgrund eines kurzen, zwischenzeitlichen Hochs schon wieder eine neue Bewegung festgestellt hat, verschwindet der linke Ast des Doppeltops für den IREV(3, 24), sodass jetzt auch er eine Bewegung erkennt; bei dieser handelt es sich nun aber um eine mittelfristige. Eben dieses wichtigen Unterschiedes muss man sich bei der Wahl von n bewusst sein.

Bei der Dimension d handelt es sich dagegen um einen eher technischen Parameter. Wie wir bereits festgehalten haben, würde man aufgrund des dann höheren Informationsgehaltes gerne ein großes d wählen, ist dabei aber durch die Forderung $n \geq (d + 1)!$ beschränkt. Wenn man ohnehin ein genügend großes n betrachten möchte, macht es umgekehrt jedoch kaum Sinn, ein zu kleines d zu wählen, wie es hier im Fall des IREV(2, 24) geschehen ist. Vergleicht man ihn mit dem IREV(3, 24), erkennt man keine substantielle Unterschiede; viel eher reflektiert ersterer letzteren nur, aufgrund des geringeren Informationsgehaltes aber weniger detailliert.

3.2. Interpretation des IREV

Der aufmerksame Leser mag beim Anblick von Abbildung 3, auf die wir hier nochmals zurückgreifen wollen, überrascht worden sein: Sind die IREVs dort nicht etwa verkehrt herum? Schließlich hatten wir diese definiert als Messgröße für die Irreversibilität eines Kursverlaufs, hier aber finden sie gerade (und zwar nahezu perfekt) dessen Hoch- und Tiefpunkte (z.B. B und C), also Punkte, an denen sich der Trend umkehrt!

Der Denkfehler an dieser Interpretation besteht darin, dass sich „Irreversibilität“ nicht auf ein Trend/Gegentrend-Paar bezieht – denn diese Trends können beide, sozusagen „in sich“, irreversibel sein –, sondern auf die Unterscheidung zwischen einem Trend und einer Seitwärtsbewegung. Das erkennt man gut an dem lokalen Hochpunkt D: Vor diesem hat zweifelsohne ein Trend stattgefunden, der auch erkannt worden ist; nach ihm folgt aber – im Gegensatz zu den Punkten B und C – kein Gegenteil, sondern nur irrelevantes „Gezappel“ des Kurses (E), und entsprechend schlagen die IREVs auch nicht mehr aus.

Wie in der Einführung dieser Arbeit erwartet, kann der IREV also zunächst dahingehend gelesen werden, 1) das Vorhandensein, 2) die bisherige Stärke und 3) die Richtung eines Trends anzuzeigen. Er steigt dabei mit zunehmendem Trend – betragsmäßig gesehen – kontinuierlich an, bis er sein Maximalniveau von 1 bzw. -1 erreicht (bei kleinem n ist dies natürlich sehr viel wahrscheinlicher als bei großem, was den Unterschied in den Werten des IREV(2, 6) und des IREV({2, 3}, 24) erklärt); dort verweilt er dann so lange, bis es erste Anzeichen für das Ende des Trends gibt. Im obigen Beispiel ist dies etwa an dem längeren Ausschlag des IREV(2, 6) kurz vor dem Punkt B zu erkennen.

Diese Interpretation würde mehr oder weniger auch auf andere Irreversibilitäts-Indikatoren zutreffen (wenn es solche denn gäbe). Speziell der IREV lässt sich aber auch im Momentum-Kontext deuten, was auf seine Berechnung mittels ordinaler Permutationen zurückgeht. Ein Vergleich mit dem wohl bekanntesten Indikator dieser Kategorie, dem Relative Strength Index (RSI), kann die Gemeinsamkeit verdeutlichen: Beide Indikatoren betrachten die Auf- und Abwärtsbewegungen der letzten n (Periode) Tage. Der RSI ermittelt deren Summen bzw. Durchschnitte, ohne aber ihre Rangfolge zu berücksichtigen; bei dem IREV verhält es sich genau umgekehrt.⁴ In Abbildung 3 zeigen sich die Konsequenzen daraus etwa im Punkt A: Kurz vor diesem (d.h. Anfang August 2018) ist der Kurs der VW-Aktie rapide gefallen, steiler also als üblich, was in die Berechnung des IREV aber nicht einfließt. Entsprechend weist der IREV(3, 24) hier wohl zu Unrecht einen Trend aus (das Signal des IREV(2, 6) dagegen ist wegen der sehr kurzen Aufwärtsbewegung vor A korrekt), während ein RSI(6) (nicht dargestellt) zu Recht ruhig bleibt. Andererseits findet letzterer aber nur zwei der fünf korrekten Ausschläge des IREV(2, 6) nach A, nämlich den zweiten und den fünften (D); die anderen drei (darunter B und C) gehen ihm verloren, weil sie sich „herausmitteln“.

3.3. Handelssystem und quantitativer Test

Nach der qualitativen Betrachtung des IREV soll er nun abschließend noch einem quantitativen Praxistest unterzogen werden. Dazu wird ein Handelssystem verwendet, das allein auf dem IREV basiert und eine überaus primitive Handelsregel nutzt:

Kaufsignal, wenn $IREV > \tau$, Verkaufsignal sonst
(alternativ: Verkaufsignal, wenn $IREV < -\tau$)

Die Wahl von τ ist dabei abhängig von den für d und n gewählten Werten. Für den IREV(2, 6) wird hier $\tau = 0.3$ gesetzt, für den IREV(3, 24) $\tau = 0.1$.

In der tatsächlichen Anwendung ist von einem solchen Handelssystem abzuraten – der IREV sollte, wie jeder andere Indikator auch, immer mit anderen kombiniert werden, damit die in der Einführung genannten weiteren Aspekte des Kursverlaufs abgebildet werden können –, aber für die hier verfolgten Zwecke ist das verwendete Handelssystem instruktiv.

Als Benchmark wird dem IREV der populäre Moving Average Convergence/Divergence-Indikator (MACD) gegenübergestellt; einmal in seiner Standardeinstellung mit 12, 26 und 9 Perioden und einmal halbperiodig (6, 13, 5), um einen fairen Vergleich mit dem IREV(2, 6) sicherzustellen. Es wird die gewohnte Handelsregel (Kreuzen der Signallinie) angewandt.

Die Indikatoren werden für alle DAX-Mitglieder⁵ und das vollständige Jahr 2018 berechnet. Für jeden Titel wird dabei die kumulierte Rendite auf der Basis von (natürlich um einen Tag verschobenen) Schlusskursen nach dem üblichen Verfahren (siehe z.B. [11]) ermittelt.

Tabelle 3 enthält die Ergebnisse des Tests. Man erkennt, dass nur die beiden IREVs zu einer positiven durchschnittlichen kumulierten Jahresrendite führen (20,36% bzw. 12,91%); sie sind den beiden MACDs (-7,73% bzw. -1,39%) damit deutlich überlegen. Der IREV(2, 6) erzielt zudem am häufigsten das beste Ergebnis pro Titel (grün); der halbperiodige MACD kann dem Vergleich mit ihm nicht standhalten. Auch bzgl. des IREV(3, 24) und des „normalen“ MACD fällt dieser Vergleich, wenn hier auch knapp, zugunsten des IREV aus.

⁴ Daher ist anzunehmen, dass sich der RSI und der IREV gut ergänzen können.

⁵ Die Linde AG (LIN.DE) ist aufgrund von Fehlern in den Rohdaten ausgeschlossen.

Symbol	IREV (2, 6)	IREV (3, 24)	MACD (12, 26, 9)	MACD (6, 13, 5)
1COV.DE	118,09%	72,27%	-11,18%	73,41%
ADS.DE	-29,53%	-17,93%	0,79%	-2,20%
ALV.DE	18,13%	-4,95%	-2,99%	4,88%
BAS.DE	20,91%	47,39%	4,29%	15,88%
BAYN.DE	57,15%	25,41%	-27,74%	1,01%
BEI.DE	-14,12%	1,06%	-13,22%	-13,47%
BMW.DE	-16,75%	29,46%	-10,49%	-17,09%
CON.DE	52,99%	101,61%	-19,82%	-50,74%
DAI.DE	7,82%	5,70%	-28,45%	-16,85%
DB1.DE	-5,49%	-20,80%	-30,41%	-19,91%
DBK.DE	125,64%	47,11%	15,75%	47,08%
DPW.DE	32,29%	54,75%	60,19%	-27,14%
DTE.DE	-4,77%	-4,22%	9,92%	8,53%
EOAN.DE	4,03%	-12,17%	1,46%	-10,14%
FME.DE	27,03%	27,38%	-28,71%	-15,51%
FRE.DE	20,58%	-4,34%	-45,76%	-9,78%
HEI.DE	43,08%	25,18%	-4,65%	-5,38%
HEN3.DE	-13,57%	-11,34%	-5,05%	-9,02%
IFX.DE	25,49%	12,11%	-1,04%	23,61%
LHA.DE	44,14%	36,18%	5,29%	-20,34%
MRK.DE	-0,54%	26,81%	-18,60%	-35,35%
MUV2.DE	-2,38%	-16,14%	-23,88%	-8,82%
RWE.DE	12,46%	-32,92%	35,88%	46,36%
SAP.DE	0,20%	-5,67%	-24,09%	-3,71%
SIE.DE	24,72%	-6,83%	-23,25%	46,43%
TKA.DE	26,49%	55,35%	-28,06%	6,26%
VNA.DE	-17,30%	-20,56%	-1,91%	-19,58%
VOW3.DE	3,13%	-9,70%	6,25%	-1,44%
WDI.DE	30,61%	-25,81%	-14,75%	-27,41%
Durchschnitt	20,36%	12,91%	-7,73%	-1,39%
Anzahl ist bester (grün)	14	7	6	2

Tabelle 3: Kumulierte Renditen des IREV im Vergleich mit dem MACD.

4. Ausblick

Mit dem IREV wurde in dieser Arbeit der erste Irreversibilitäts-Indikator vorgestellt. Bereits allein und unter Verwendung einer nur sehr einfachen Handelsregel konnte dieser vielversprechende Ergebnisse erzielen. Natürlich ist seine Geschichte damit aber noch nicht beendet: Die nächsten Schritte bestehen darin, sein Zusammenspiel mit anderen Indikatoren (wie oben bemerkt könnte u.a. das mit dem RSI interessant sein) zu untersuchen sowie, ggf. unter Einbezug dieser, eine bessere Handelsregel als die o.g. zu finden.

Weiterhin sollte, unabhängig vom IREV, die ganze Kategorie der Irreversibilitäts-Indikatoren weiter erforscht werden, da dieses Konzept in der technischen Analyse heute trotz seiner vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten noch keine Beachtung gefunden hat. So könnten z.B. die ordinalen Permutationen des IREV (die auch eigenständig einen neuen Forschungszweig aufspannen können) abgelöst werden durch andere Verfahren, die auf weiteren Kriterien neben der Rangfolge der Kursänderungen basieren. Anregungen dazu finden sich, wie so oft, in der wissenschaftlichen Literatur zur Zeitreihenanalyse.

Anhang A: Herleitung von Gleichung (5)

Bzgl. des tatsächlichen Maximums JSD^{\max} von $\text{JSD}(\mathcal{P}^{\rightarrow}, \mathcal{P}^{\leftarrow})$ hatten wir bereits festgehalten, dass dieses gerade für einen rein steigenden Kurs erreicht werden wird. Ein solcher ist durch das Vorliegen nur der Permutation $(1, \dots, d)$ in der Vorwärtsbewegung und nur der Permutation $(d, \dots, 1)$ in der Rückwärtsbewegung gekennzeichnet. Alle anderen Permutationen treten in beiden Bewegungen gleich häufig auf – nämlich gar nicht –, sodass sie wegen $\mathcal{P}^{\rightarrow}(y) = \mathcal{P}^{\leftarrow}(y) = \mathcal{M}(y)$ und damit $\log_2\left(\frac{\mathcal{P}^{\{\rightarrow, \leftarrow\}}(y)}{\mathcal{M}(y)}\right) = \log_2(1) = 0$ aus der Berechnung herausfallen. Das Berechnungsschema (Tabelle 2) verkürzt sich daher auf das folgende:

y	k_y^{\rightarrow}	$\mathcal{P}^{\rightarrow}(y)$	k_y^{\leftarrow}	$\mathcal{P}^{\leftarrow}(y)$	$\mathcal{M}(y)$	$\mathcal{P}^{\rightarrow}(y) \cdot \log_2\left(\frac{\mathcal{P}^{\rightarrow}(y)}{\mathcal{M}(y)}\right)$	$\mathcal{P}^{\leftarrow}(y) \cdot \log_2\left(\frac{\mathcal{P}^{\leftarrow}(y)}{\mathcal{M}(y)}\right)$
$(1, \dots, d)$	m	$\frac{m+2}{m+2 \cdot d!}$	0	$\frac{0+2}{m+2 \cdot d!}$	$\frac{m/2+2}{m+2 \cdot d!}$	A	B
$(d, \dots, 1)$	0	$\frac{0+2}{m+2 \cdot d!}$	m	$\frac{m+2}{m+2 \cdot d!}$	$\frac{m/2+2}{m+2 \cdot d!}$	C	D
alle anderen	0	$\frac{0+2}{m+2 \cdot d!}$	0	$\frac{0+2}{m+2 \cdot d!}$	$\frac{0+2}{m+2 \cdot d!}$	0	0
Σ	m	1	m	1	1	$A+C$	$B+D$

Für A gilt $A = \frac{m+2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{\frac{m+2}{m+2 \cdot d!}}{\frac{m/2+2}{m+2 \cdot d!}}\right) = \frac{m+2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{m+2}{m/2+2}\right) = \frac{m+2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{2 \cdot m+4}{m+4}\right)$,

für B gilt $B = \frac{0+2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{\frac{0+2}{m+2 \cdot d!}}{\frac{m/2+2}{m+2 \cdot d!}}\right) = \frac{2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{2}{m/2+2}\right) = \frac{2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{4}{m+4}\right)$.

Aufgrund der Symmetrie sind weiterhin $D = A$ und $C = B$, woraus Gleichung (5) folgt:

$$\text{JSD}^{\max} = \frac{(A+C)+(B+D)}{2} = \frac{A+B+B+A}{2} = A+B = \frac{m+2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{2 \cdot m+4}{m+4}\right) + \frac{2}{m+2 \cdot d!} \cdot \log_2\left(\frac{4}{m+4}\right).$$

Anhang B: Pseudocode des IREV

```

IREV := function(x, d, n) {
  for (i:=n, i<=laenge(x), i:=i+1) {
    Pvor := schaeetzeP(x, i-n+1, i, d);
    Prueck := schaeetzeP(x, i, i-n+1, d);
    normJSD := JSD(Pvor, Prueck)/JSDmax(d, n);
    dir := sgn(Pvor[(1,...,d)]/Pvor[(d,...,1)]-1);
    irev[i] := dir*normJSD;
  }
  return irev;
}

schaeetzeP := function(x, von, bis, d) {
  abstand := sgn(bis-von)*(d-1);
  k := [0,...,0];
  for (i:=von, i<=bis-abstand, i:=i+1) {
    y := rangordnung(x[i,...,i+abstand]);
    k[y] := k[y]+1;
  }
  m := n-(d-1);
  for (i:=1, i<=d!, i:=i+1) {
    P[y] := (k[y]+2)/(m+2*d!);
  }
  return P;
}

JSD := function(P1, P2) {
  M := (P1+P2)/2;
  jsd := (KLD(P1, M)+KLD(P2, M))/2;
  return jsd;
}

KLD := function(P1, P2) {
  kld := 0;
  for (i:=1, i<=laenge(P), i:=i+1) {
    kld := kld+P1[i]*log2(P1[i]/P2[i]);
  }
  return kld;
}

JSDmax := function(d, n) {
  m := n-(d-1);
  z1 := (m+2)/(m+2*d!);
  z2 := log2((2*m+4)/(m+4));
  z3 := 2/(m+2*d!);
  z4 := log2(4/(m+4));
  jsd := z1*z2+z3*z4;
  return jsd;
}

```

Vorausgesetzt: laenge, sgn, rangordnung

Referenzverzeichnis

- [1] Yadav, J. (2013): *Trader's Guide to Financial Markets and Technical Analysis*, New Delhi: Orient Paperbacks.
- [2] o.V. (2019): *Technical indicator*, https://en.wikipedia.org/wiki/Technical_indicator.
- [3] Keller, J.U. (1978): *Technische Thermodynamik in Beispielen*, Berlin: De Gruyter.
- [4] Lacasa, L. und Flanagan, R. (2015): *Time reversibility from visibility graphs of nonstationary processes*, *Physical Review E*, 92. Jg., Nr. 2.
- [5] Silverman, B.W. (1998): *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, New York: Routledge.
- [6] Flanagan, R. und Lacasa, L. (2016): *Irreversibility of financial time series: a graph-theoretical approach*, *Physics Letters A*, 380. Jg., Nr. 20, S. 1689–1697.
- [7] Martínez, J.H., Herrera-Diestra, J.L. und Chavez, M. (2018): *Detection of time reversibility in time series by ordinal patterns analysis*, *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, Jg. 28, Nr. 12.
- [8] Zanin, M., Rodríguez-González, A., Menasalvas-Ruiz, E. und Papo, D. (2018): *Assessing time series reversibility through permutation patterns*, *Entropy*, 20. Jg., Nr. 9, S. 665–680.
- [9] Bandt, C. und Pompe, B. (2002): *Permutation entropy: A natural complexity measure for time series*, *Physical Review Letters*, 88. Jg., Nr. 17, Id 174102.
- [10] Agresti, A. und Coull, B.A. (1998): *Approximate is better than "exact" for interval estimation of binomial proportions*, *The American Statistician*, 52. Jg., Nr. 2, S. 119–126.
- [11] "akshit" (2017): *Backtesting trading strategy in R*, <https://analyticsprofile.com/algorithm/trading/backtesting-trading-strategy-in-r/>.

Werbung I

Wenn zwei Menschen mit gleicher Kraft an einem Seil ziehen, aber in entgegengesetzte Richtungen, neutralisieren sich die aufgewendeten Energien gegenseitig und nichts geschieht. Dem entspricht Handeln an der Börse, da Anleger gegeneinander agieren. Ziehen die zwei Menschen dagegen in dieselbe Richtung, verdoppelt sich ihre Energie und es entsteht eine Bewegung. Dem entspricht die Investition in ein Start-up, da alle Anleger an dessen Wachstum interessiert sind. Aus diesem Grund handle ich selbst nicht und habe ein Startup gegründet. Vielleicht möchten Sie ja einmal in dieses investieren, auch wenn es nichts mit der Börse zu tun hat. Noch ist das zwar nicht möglich, aber tragen Sie sich doch schon einmal in meinen Newsletter ein, um auf dem Laufenden zu bleiben: <https://invest.patrick-winter.de!>

Werbung II

Meinen VTAD-Beitrag des Jahres 2017, „Zur Kombination von Handelssignalen“ (z.B. Indikatoren, Experten-Meinungen usw.), habe ich inzwischen in einen Produkt-Prototyp namens *evidenceTrade* verwandelt. Diesen können Sie als VTAD-Mitglied momentan kostenlos ausprobieren: <https://invest.patrick-winter.de>. Ich habe noch nicht beschlossen, ob daraus einmal ein kommerzielles Produkt werden wird; teilen Sie mir gerne Ihr Feedback mit!

Dr. Patrick Winter