



DIPLOMARBEIT

Auf der Suche nach Liquiditätsmaßen

anhand eines deutschen, französischen und österreichischen
Strom Future

Zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur/in

im Rahmen des Studiums

Finanz- und Versicherungsmathematik

eingereicht von

Nicole Kastanek

Matrikelnummer 01325423

ausgeführt am Institut für Stochastik und Wirtschaftsmathematik
der Fakultät für Mathematik und Geoinformation der Technischen Universität Wien

Betreuung: Univ.Prof. Dipl.-Math. Dr.rer.nat. Thorsten Rheinländer

Wien, 23. April 2019

.....
(Unterschrift Verfasser/in)

.....
(Unterschrift Betreuer/in)

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel selbstständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich kenntlich gemacht.

Das Thema dieser Arbeit wurde von mir bisher weder im In- noch Ausland einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....
(Ort, Datum, Unterschrift)

Abstract

Liquidity is a fundamentally important property of a market. In fact, some markets or assets show higher liquidity than others. Furthermore, the level of liquidity for a market or asset changes over time. Liquidity is recognized easily, however, finding an empirical definition of liquidity, has provided to be difficult. Liquidity has many facets and is usually described in three to five dimensions. This thesis presents a definition with five dimensions: Tightness, Depth, Resilience, Breadth and Immediacy. The purpose of this paper is to find and present liquidity measures and question their sensibility. An analysis, based on the German, Austrian and French futures from the EEX energy exchange, shows if the liquidity indices really measure liquidity and whether the results coincide or not.

Zusammenfassung

Liquidität beziehungsweise sein Pendant Illiquidität sind Begriffe, welche in der Theorie oft vernachlässigt werden, jedoch in der Praxis eine wichtige Rolle spielen. Märkte können unterschiedlich liquide sein und die Liquidität in einem Markt kann schwanken. Liquidität wird heuristisch schnell einmal erkannt, jedoch ist es schwer diese zu definieren. Meist werden für Liquidität drei bis fünf Dimensionen verwendet, um sie darzustellen. Diese Arbeit präsentiert eine Definition, die sich im Werk von Marcato wiederfindet.[16] Das wesentliche Ziel dieser Arbeit ist es, Maße für Liquidität zu finden und vorzustellen. Dabei wird auch auf die Sinnhaftigkeit der Maße eingegangen. Die vorgestellten Liquiditätsmaße bilden eine Basis für die Analyse der Liquidität des deutschen, österreichischen und französisches Jahresfuture, welche an der Europäischen Strombörse EEX gehandelt werden. Außerdem wird beobachtet, ob die Maße wirklich die Liquidität der drei Assets messen und ob es Übereinstimmung oder aber Unstimmigkeiten der Maße gibt.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben. Ich bedanke mich sehr bei meinem Diplomarbeit Betreuer Univ.Prof. Dipl.-Math. Dr.rer.nat. Thorsten Rheinländer.

Ein besonderer Dank gilt auch der EAA EnergieAllianz Austria, welche mir Daten für meine Diplomarbeit zu Verfügung gestellt haben. Hier möchte ich mich im Speziellen bei Dipl.-Ing. Gregor Potucek, Dr. Florian Judex und Dipl.-Ing. Paulo Mendez für ihre Hilfe und Unterstützung danken.

Ebenso gilt mein Dank meinem Freund und meinen Eltern für das Korrekturlesen.

Inhaltsverzeichnis

1	Motivation	7
2	Einleitung	10
3	Definition von Liquidität	11
4	Volumenbasierte Liquiditätsmaße	15
4.1	Das Handelsvolumen	15
4.2	Der Conventional Liquidity Index	15
4.3	Der Index von Martin	16
4.4	Der Liquiditätsindex von Hui and Heubel	16
4.5	Die Turnover Kennzahl	17
4.6	Ein explizites Illiquiditätsmaß	18
4.7	Anzahl der gehandelten Bid- und Ask-Assets	18
4.8	Der Elastizitätskoeffizient des Tradings	19
4.9	Nachteile volumenbasierter Liquiditätsmaße	19
5	Preisbasierte Liquiditätsmaße	21
5.1	Liquiditätskennzahl von Marsh and Rock	21
5.2	Die Varianzkennzahl (Variance Ratio)	22
6	Transaktionskostenbasierte Liquiditätsmaße	23
6.1	Bid-Ask-Spread	23
6.2	Das Roll Maß	25
6.3	Die Rolle der asymmetrischen Information	27
6.4	Das Modell von Stoll	28
6.5	Der Ansatz von Ting	30
6.6	Ein Hoch-Tief-Schätzer	31
7	Datengrundlage	35
8	Analyse	37
8.1	Der Conventional Liquidity Index	37
8.2	Der Index von Martin	38
8.3	Ein explizites Illiquiditätsmaß	38
8.4	Die Liquiditätskennzahl von Marsh und Rock	39

8.5	Elastizitätskoeffizient des Tradings	40
8.6	Das Roll Maß	41
8.7	Ein Hoch-Tief Schätzer	42
8.8	Vergleich der Liquiditätsmaße	43
8.8.1	Korrelationsmatrix	44
8.8.2	Heatmap	45
9	Fazit	48
	Literaturverzeichnis	50

1 Motivation

Am 1. Oktober 2018 kam es zur Preiszonentrennung zwischen Österreich und Deutschland. Seit der Liberalisierung der Strommärkte hatten beide Länder ein gemeinsames Marktgebiet. Grund für die Trennung war das schlecht ausgebaute Stromnetz zwischen dem Norden und dem Süden, aber auch die Grenzkuppelstellen, welche bei starken Sonnen- und Windphasen der benötigten Stromleistung nicht gewachsen waren.

Schon vor der Preiszonentrennung kamen zwei neue Arten von Kontrakten auf den Markt. Zum einen der Phelix DE, mit welchem Termingeschäfte ausschließlich in Deutschland und zum anderen der Phelix AT, mit welchem Termingeschäfte ausschließlich in Österreich ausgeübt werden dürfen. Im August 2017 teilte der Brancheninformationsdienst mit, dass sich die Liquidität vom Phelix DE/AT zu Phelix-DE-Kontrakten verschoben hat und somit zum neuen Benchmark-Produkt wurde. Ganz anders war es bei den neu geschaffenen Phelix-AT-Kontrakten, deren Handel nur sehr selten stattfand. Auch wenn die Liquidität der österreichischen Terminmarktprodukte über die Monate anstieg, ist sie trotzdem sehr gering und es ist schwierig zu einem vernünftigen Preis einen Vertragspartner zu finden.

Als Beispiel soll ein Blick in das Orderbuch der EEX, der europäischen Strombörse, geworfen werden. (Stand 21.01.2019 um 13:50) [28]

Name	Bid	Ask	Anz. Kontr.	Letzter Preis	Anz. off. Kontr.
Phelix DE Cal 20	50,25	50,35	210	50,40	27.043
Phelix AT Cal 20	-	54,60	-	-	80

Während es an diesem Tag in Deutschland bereits 210 Mal zum Abschluss eines Jahresfuture 2020 kam, wurde in Österreich das analoge Produkt an diesem Tag noch überhaupt nicht gehandelt. Die Anzahl der offenen Kontrakte ist deutlich geringer. Zusätzlich gibt es in Österreich niemanden, der ein Kaufangebot stellt. Eine ähnliche Ausgangssituation gibt es bei anderen Terminprodukten in Deutschland und Österreich.

Um trotz dieser Umstände Terminprodukte für den österreichischen Markt zu kaufen, ist eine neue Strategie notwendig. Eine Herangehensweise ist der Kauf des analogen Phelix DE Terminprodukts. Mit diesem kann dann immer für den nächsten Liefertag im Day-ahead-Handel in Deutschland eine Short-Position und in Österreich eine Long-Position eingegangen werden.

Experten rechneten nur mit einem minimalen Effekt, der durch die Preiszonentrennung verursacht wurde. Laut einer Analyse von Aurora Energy Research sollte der Preis um

1 Motivation

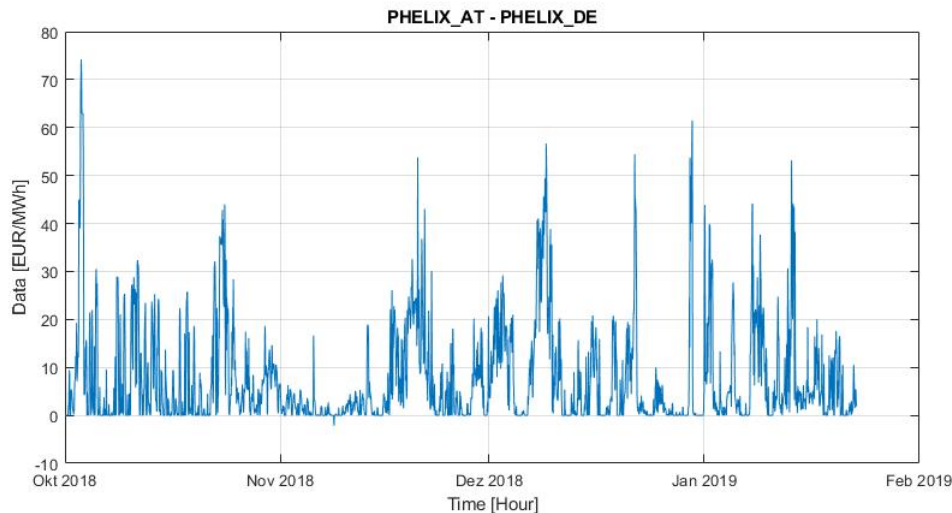


Abbildung 1.1: Preisspread zwischen Phelix AT und Phelix DE

10 Cent pro MWh in Deutschland sinken und in Österreich um 35 Cent Cent pro MWh steigen. [25] Grafik 1.1 stellt die tatsächlich eingetretenen Preisspreads zwischen dem Phelix AT Spotpreis und dem Phelix DE Spotpreis seit 1. Oktober 2018 dar. Die Ursache für den Irrtum war der Glaube, dass Österreich die ausgemachten 4.900 MW Grenzkapazität physikalisch täglich zur Verfügung stehen. Die Grenze wird jedoch über ein „Flow Based Market Coupling“ System geregelt. Deshalb sind die 4.900 MW nur eine Obergrenze und es wird jeden Tag europaweit mit einem Algorithmus, neu berechnet, wie viel Megawatt nun wirklich über die deutsch-österreichische Grenze fließen dürfen, um die Wohlfahrt aller teilnehmenden Länder zu optimieren. Falls es in anderen Ländern zu einem Strommangel und somit zu einem sehr hohen Strompreis kommt, kann die Grenzkapazität deutlich geringer ausfallen. Dies hat die Konsequenz, dass der Preisunterschied von Deutschland und Österreich steigt. Sonnige und windreiche Tage sind weiterer Gründe für große Spreads, da der günstige Strom aus deutschen Solar- und Windkraftanlagen nur sehr eingeschränkt von Österreich genutzt werden kann.

Durch die wiederkehrenden, großen Preisspreads ist das Risiko der beschriebenen Handelsstrategie groß. Dies liegt darin begründet, dass trotz der gekauften Futures große ungewisse Geldbeträge offen sind. Um das Risiko der Strategie zu minimieren gibt es die Möglichkeit, einen Strommarkt zu finden, der mehreren Kriterien entspricht. Dazu gehört, dass dieser einen kleineren Preisspread, eine höhere Liquidität und eine ähnliche Preisstruktur, im Vergleich zum einheimischen Strommarkt, aufweist. Ein Beispiel für einen solchen Strommarkt ist der französische. Eine Frage die somit aufkommt ist:“Wie

1 Motivation

sieht es mit der Liquidität des französischen Jahresfuture 2019 im Vergleich zu den zwei anderen aus?“. Das läuft hinaus auf die zentrale und interessante Frage: „Wie kann die Liquidität eines Produktes oder Marktes gemessen werden?“.

2 Einleitung

In der Finanzmathematik wird oft angenommen, dass der Markt liquide ist und dass man eine beliebige Menge an Assets zu einem kompetitiven Preis zu jeder Zeit handeln kann. Bereits Frank Fernandez schrieb im Jahre 1999: „Die Liquidität sei das Herzensblut eines Finanzmarktes. Es gäbe kaum einen finanziellen Bereich, der nicht explizit oder implizit an Liquidität gekoppelt wäre.“ [1]

In der Praxis zeigt sich jedoch, dass Märkte unterschiedlich liquide sein können und die Liquidität in einem Markt schwankt. Die Finanzkrise 2007/2009 demonstrierte, dass Liquidität ein großes finanzielles Risiko birgt.[12] Trotz der Bedeutung dieser Thematik existiert noch wenig Literatur bezogen auf das Messen und das Aufzeigen wie liquide oder illiquide ein Markt nun ist. Es fällt schwer, eine einzige Kennzahl zuzuordnen, da die Bewertungsmaßstäbe arbiträr sind und die Theorie der Liquidität einige Dimensionen aufweist.

In dieser Arbeit soll im ersten Kapitel eine Definition von Liquidität und drei Kategorien an Liquiditätsmaßen dargelegt werden. Anschließend sollen, auf Basis unterschiedlicher Werke aber vor allem basierend auf dem Paper von Gabrielsen, Marzo and Zagaglia einige Indizes aufgezeigt und auch auf ihre Sinnhaftigkeit eingegangen werden. [10] Im zweiten Teil dieser Arbeit soll, anhand der vorher vorgestellten Kennzahlen, die Liquidität des österreichischen, deutschen und französischen Terminmarktes an der Strombörse verglichen werden. Anhand dieser Datensätze sollen auch die unterschiedlichen Liquiditätsmaße analysiert und verglichen werden. Es soll die Frage beantwortet werden, ob die vorgestellten Liquiditätsmaße wirklich die Liquidität eines Asset oder Marktes messen und es sollen Übereinstimmung oder auch Unstimmigkeiten der Maße evaluiert werden.

3 Definition von Liquidität

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, ist die Definition der Liquidität nicht trivial. Die Bestimmung des Begriffes ist nicht eindeutig und besitzt mehrere Dimensionen. Eine Art, Marktliquidität zu beschreiben ist, sie als die Fähigkeit darzustellen ein Asset schnell, zu geringen Kosten und ohne den Marktpreis zu beeinflussen, verkaufen zu können.

In der Literatur werden meist drei bis fünf Dimensionen verwendet, um Liquidität zu beschreiben. Marcato stellt in seiner Arbeit alle Eigenschaften dar. [16]

- **Dichte (Tightness):** Die Dichte beschreibt die Kosten des Tradings einer Mengeneinheit.
- **Unmittelbarkeit (Immediacy):** Die Unmittelbarkeit repräsentiert die Geschwindigkeit einen Trade durchzuführen und die Kosten, die dabei anfallen.
- **Tiefe (Depth):** Die Tiefe ist die Kapazität zu kaufen oder verkaufen, ohne dass der Preis sich ändert.
- **Breite (Breadth):** Die Breite ist das gesamte Handelsvolumen, welches im Umlauf ist.

Für den letzten Punkt ist es schwierig eine gängige Definition zu finden. Da diese genauso wichtige Dimension oft in der Literatur untergeht, wird hier anschließend in einem Unterkapitel genauer auf sie eingegangen und eine alternative Definition von Foucault, Kadan und Kandel genannt.

- **Resilienz/Elastizität (Resiliency):** Resilienz ist die Geschwindigkeit, mit der die Grenzkosten steigen, wenn das Trading Volumen steigt.

Marcato verwendet die Abbildung 3.1 um die ersten vier Dimensionen zu veranschaulichen. [16]

Die Grafik bildet Kauf- und Verkaufskurve eines üblichen am Markt gehandelten Assets ab und zeigt den Vergleich zu einem perfekt liquiden Asset (horizontale gepunktete Linie). Beim perfekt liquiden Asset bleibt der Preis gleich, trotz unterschiedlichen Größen des gehandelten Volumens. Beim ersten Asset muss der Käufer oder die Käuferin bereits beim Kauf der kleinsten Volumeneinheit mit einem Preis rechnen, der über dem des perfekt liquiden Assets liegt. Umgekehrt muss Verkäufer oder Verkäuferin mit einem Preis rechnen, der unter dem des perfekt liquiden Assets liegt. Der Unterschied des Kaufs-

3 Definition von Liquidität

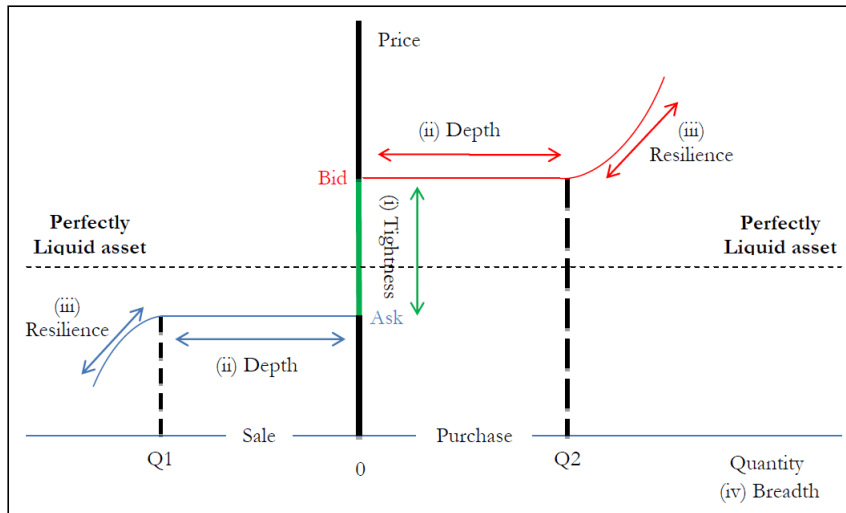


Abbildung 3.1: Dimensionen Liquidität [16]

und Verkaufspreises wird durch die Dichte dargestellt. Wenn der Käufer oder die Käuferin sich entscheidet, die Kaufmenge zu erhöhen, bleiben die Grenzkosten vorerst null. Die Länge dieser Spanne mit Grenzkosten null definiert die Tiefe. Nach einer gewissen Erhöhung der Menge gibt es den Punkt (in der Grafik Q2), wo es positive Grenzkosten gibt und die Geschwindigkeit von diesem Wachstum beschreibt die Resilienz.

Wenn der Markt die obigen Eigenschaften erfüllt, kann jede Menge an Assets jederzeit, mit minimalem Wertverlust und unter einem wettbewerbsfähigen Preis verkauft werden. [8]

Bis jetzt gibt es jedoch kein einzelnes Liquiditätsmaß, das alle Dimensionen dieser Definition abdeckt und es werden nur Untergruppen obiger Eigenschaften gemessen. Zumeist sind die Maße in drei Klassen geteilt.

- **Transaktionskostenbasierte Maße:** Liquidität kann durch die impliziten Transaktionskosten gemessen werden. Explizite Kosten entstehen in Form von Gebühren und Provisionen an Broker oder Kreditinstitute. Da ein Markt jedoch meist nicht perfekt liquide ist, kommt hinzu, dass sich die angebotenen Kauf- und Verkaufspreise unterscheiden. Diesen Differenzbetrag bezeichnet man als implizite Kosten. transaktionskostenbasierte Maße konzentrieren sich also hauptsächlich auf die Dichte eines Marktes.
- **Volumenbasierte Maße:** Volumenbasierte Maße konzentrieren sich auf die Beziehung zwischen Handelsvolumen und Preisveränderung eines oder mehrerer Assets. Sie haben das Ziel, den Einfluss der Größe der Transaktion auf den Preis

darzustellen und messen somit die Tiefe und Breite eines Marktes.

- **Preisbasierte Maße:** In dieser Kategorie befinden sich die Maße, welche die Liquidität des Marktes allein auf die Preisbewegung zurückführen und somit die Elastizität darstellen wollen.

Resilienz

Foucault, Kadan und Kandel präsentieren eine alternative Definition und erklären die Resilienz mit der Mean Reversion Rate des Spreads.[18] Angenommen der Spread wächst aufgrund eines Liquiditätsengpasses. Dann gibt die durchschnittliche Anzahl an Order bis der Spread zu seinem kompetitiven Level zurückkehrt, Auskunft über die Resilienz eines Marktes. Je kleiner die Anzahl, desto höher ist die Resilienz. Da es aber schwierig ist, einen analytischen Ausdruck für dieses Maß zu finden, verwenden Foucault, Kadan und Kandel die Wahrscheinlichkeit, dass der Spread zu seinem kompetitiven Level zurückkehrt, bevor die nächste Transaktion passiert.

Sie erklären, dass die Resilienz vor allem abhängig von der Zusammensetzung der Trader ist. Wenn die Anzahl an geduldigen Trader wächst, dann geht das Verlangen nach Liquidität zurück und die Zeit bis zum nächsten Geschäftsabschluss wird länger. Daraufhin stellen die Anleger aggressivere Limit Order, um ihre Wartezeiten zu verkürzen und der Spread wird schneller kleiner. Die Resilienz nimmt also zu. Große Spreads beziehungsweise groß bleibende Spreads passieren häufiger bei ungeduldigen Tradern.

Eine reduzierte Mindestmenge im Trading kann auch zu einer niedrigeren Resilienz führen, da Trader dann geneigt sind, aggressiver zu bieten.

Ebenfalls sehen Foucault, Kadan und Kandel einen Zusammenhang zwischen der Ankunftsrate an Order und der Resilienz. Höhere Ankunftsraten an Order führen zu kurzen Wartezeiten für Anleger. Darauf folgen weniger aggressive Limit Orders und es werden mehr Angebote gebraucht, bevor der Spread zu seinem Level zurückkehrt. Das heißt, wenn die Ankunftsrate an Order steigt, so sinkt die Resilienz.

Kempf, Mayston und Yadav folgen ein paar Jahre später demselben Ansatz. [19] Sie unterscheiden zusätzlich zwischen Spread Resilienz und Tiefe Resilienz, je nachdem ob die Mean Reversion Rate bezüglich des Spreads oder der Tiefe analysiert wird. Sie weisen darauf hin, dass weder die Spread-Resilienz noch die Tiefe-Resilienz signifikant mit dem Spread oder der Tiefe korrelieren und zeigen so die Wichtigkeit der Resilienz als eigene Dimension von Liquidität. Kempf, Mayston, und Yadav modellieren die Differenz zwischen zwei aufeinander folgenden Liquiditätslevel (Spread oder Tiefe) ΔL_t und

3 Definition von Liquidität

das vergangene Liquiditätslevel L_{t-1} als ein Mean Reversion Modell mit langfristigem Liquiditätslevel θ und Mean Reversion Geschwindigkeit δ :

$$\Delta L_t = \delta(\theta - L_{t-1}) + \epsilon_t$$

ϵ_t ist ein i.i.d Prozess mit Erwartungswert 0. Je höher der Wert von δ , desto stärker ist der Mean Reversion Effekt und umso höher ist die Resilienz.

4 Volumenbasierte Liquiditätsmaße

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, haben volumenbasierte Liquiditätsmaße ihren Schwerpunkt auf der Relation zwischen Handelsvolumen und Preisveränderung. Bei ihnen wird ein hohes Handelsvolumen mit einer hohen Liquidität verbunden.[12]

4.1 Das Handelsvolumen

Ein grobes Maß für Liquidität ist das Handelsvolumen selbst. Wissenschaftler kritisieren jedoch, dass es eine positive Beziehung zwischen der Anzahl der Trades und der Marktvolatilität geben kann, welche die Liquidität verringern könnte.

Trotzdem ist dieses grobe Liquiditätsmaß beliebt, da Erfahrungswerte zeigen, dass aktive Märkte eine höhere Liquidität besitzen. Wissenschaftliche Studien begründen diesen positiven Zusammenhang durch Bedingungen, die im aktiven Markt gegeben sind. Zum Beispiel gibt es leichteren Zugang zu Assets und die Transaktionskosten sinken. Glosten und Milgrom zeigten, dass es bei Assets mit einem großen Handelsvolumen ein kleineres Risiko der Informationsasymmetrie gibt. [16] Blume, Easley und O'Hara wiesen nach, dass das Handelsvolumen Information generiert, die in der Analyse der Preisstruktur nicht vernachlässigt werden darf. Da es leicht möglich ist, die Daten des Handelsvolumens in Erfahrung zu bringen, werden sie meist als Basis einer komplexeren Analyse herangezogen.

Das Handelsvolumen deckt die Dimension Breite ab.

4.2 Der Conventional Liquidity Index

Der Conventional Liquidity Index oder auch Amivest Maß genannt, misst, wie viel Handelsvolumen nötig wäre, um eine Preisänderung von einer Preiseinheit zu erzeugen. Das Maß basiert auf Handelsvolumen und Preisen.

Definition 4.1. Seien S_1, \dots, S_n n Assets, P_{it} der Preis und V_{it} das gehandelte Volumen des i -ten Assets zum Zeitpunkt $t \in \{1, \dots, T\}$.

Dann ist die Conventional Liquidity Ratio definiert als

$$LR_{it} = \frac{\sum_{t=1}^T P_{it} V_{it}}{\sum_{t=1}^T |PC_{it}|}$$

wobei

$PC_{it} = P_{it} - P_{it-1}$ $i \in \{2, \dots, T\}$ die Preisänderungen sind.

Das Liquiditätsmaß wird meist für mehrere Assets mit ähnlichen Merkmalen berechnet. Das Zeitintervall $[t, T]$ kann beliebig gewählt werden, jedoch wird der Zeitraum meistens auf einen Monat beschränkt. Je höher der Index LR_{it} ist, desto höher ist die Tiefe und folglich die Liquidität eines Marktes. Es zeigt, dass große Handelsmengen gehandelt werden können und sie trotzdem wenig Einfluss auf den Preis haben. Die Conventional Liquidity Ratio berücksichtigt mehr den Preisaspekt als die Zeit- und Transaktionskostenkomponente.

4.3 Der Index von Martin

Martin definierte 1975 einen Liquiditätsindex:

Definition 4.2. Seien S_1, \dots, S_n n Assets, P_{it} der Preis und V_{it} das gehandelte Volumen des i -ten Assets zum Zeitpunkt $t \in \{1, \dots, T\}$. $PC_{it} = P_{it} - P_{it-1}$ $i \in \{2, \dots, T\}$, die Preisänderungen seien stationär verteilt.

Dann ist der Index von Martin definiert als

$$MLI_t = \sum_{i=1}^N \frac{PC_{it}^2}{V_{it}}$$

Dieser Index macht vor allem dann Sinn, wenn die Preisänderungen stationär verteilt sind.

Im Unterschied zum vorigen Liquiditätsindex LR_{it} enthält MLI_t die Summe aller Assets und ist somit ein passendes Maß für den gesamten Markt. Je höher der Wert MLI_t , desto größer sind die Preisänderungen im Verhältnis zum gehandelten Volumen und desto illiquider ist der Markt.

Es ist jedoch anzumerken, dass Preisänderungen auch durch das Aufkommen neuer Informationen und Ereignisse hervorgerufen werden können und nicht alleine auf die Liquidität eines Marktes zurückzuführen sind. Diese Thematik wird noch ausführlicher im Kapitel über die transaktionbasierten Maße behandelt. Um ein aussagekräftiges Resultat zu erhalten, ist es besser, den Index von Martin auf täglicher Basis zu berechnen. Gewichtete Indizes, gewonnen aus kürzeren Zeitintervallen helfen dabei, vernünftige Ergebnisse für einen längeren Zeithorizont zu erhalten.

4.4 Der Liquiditätsindex von Hui and Heubel

Hui und Heubel führten einen zusätzlichen Liquiditätsindex ein, welcher die Liquidität eines einzelnen Assets messen soll.

Definition 4.3. Sei P_{max} der maximale und P_{min} der minimale Preis über eine 5-Tages Periode. Sei V die Summe des gesamten Handelsvolumens, S die Summe der offenen Gebote und P der Durchschnitt der Abschlusspreise der 5 Tage.

Dann ist

$$LR_{HH} = \frac{\frac{P_{max} - P_{min}}{P_{min}}}{\frac{V}{S \cdot P}}$$

der Liquiditätsindex von Hui and Heubel.

Es gilt je höher der Wert LR_{HH} ist, desto höher ist die relative Preisänderung im Verhältnis zu dem relativen Handelsvolumen. Folglich ist der Markt illiquider.

Mit dem LR_{HH} wird versucht, die Dimensionen Breite und Resilienz zu erfassen. Der Index von Hui und Hebel besitzt jedoch zwei Nachteile. Zum einen wirkt die Wahl der Länge der 5-Tages-Periode willkürlich. Sie ist zum Beispiel zu lang um kurzfristige Anomalien zu entdecken. Zum anderen ist es in der Praxis schwierig an die Daten der offenen Gebote zu kommen.[12] In der später kommenden Analyse findet dieser Index deshalb keinen Gebrauch, da keine Daten der offenen Gebote der vergangenen Tage zur Verfügung stehen.

4.5 Die Turnover Kennzahl

Definition 4.4. Sei Sh_t^i die Anzahl der Papiere, die zum Zeitpunkt t für ein Asset i gehandelt werden und NSH_t^i die Anzahl aller ausstehender Anteile. Dann ist der Turnover Ratio

$$TR_t^i = \frac{Sh_t^i}{NSH_t^i}$$

Das Handelsvolumen wird hier in Relation gesetzt. Die Turnover Ratio kann ein Maß für die Zeitpunkte sein, wo ausstehende Anteile gehandelt werden. Während ihre Berechnung einfach für börsengehandelte Fonds ist, bringt die Schätzung der ausstehenden Anteile in Over-the-Counter Märkten sowie Immobilienmärkten Schwierigkeiten. [16] Amihud and Mendelson zeigten 1986, dass die Turnover Ratio mit den Illiquiditätskosten negativ korreliert. Denn solange die Turnover Ratio niedrig ist, tendieren Market Maker höhere Transaktionskosten für das Risiko zu verlangen, dass sie die Gegenposition in einem Trade eingehen. Constantinides zeigte, dass Trader bei sehr illiquiden Assets ihre Wartezeiten vor einem Kauf oder Verkauf verlängern. [16] Zusammenfassend gilt, dass je kleiner die Kennzahl, desto illiquider ist das Asset. Bünzli, Eichenberger, Gantenbein und Kley verweisen in diesem Bezug auf Brunner, die sich bezüglich diesem Liquiditätsmaß negativ äußert. „Das Verhältnis zwischen gehandelten und sich im

Umlauf befindenden Wertpapieren sei aus Anlegersicht nicht entscheidend, sondern vielmehr das effektiv gehandelte Volumen. [...] die Marktliquidität von Papieren kleinerer Unternehmen gegenüber Grossfirmen als zu hoch eingeschätzt wird.“[12] So wie bereits beim Liquiditätsindex von Hui and Heubel, findet der Index keinen Gebrauch in der kommenden Analyse, da keine Daten der offenen Gebote der vergangenen Tagen zur Verfügung stehen.

Die Turnover Ratio ist ein Maß für die Dimension Breite der Liquidität.

4.6 Ein explizites Illiquiditätsmaß

Amihud führte 2002 einen weiteren Liquiditätsindex ein.

Definition 4.5. Sei D_T die Anzahl der Handelstage, $R_{t,T}^i$ ist die Rendite und $V_{t,T}^i$ das Handelsvolumen des Tages t von Jahr T . Dann ist

$$ILLIQ_T^i = \frac{1}{D_T} \sum_{t=1}^{D_T} \frac{|R_{t,T}^i|}{V_{t,T}^i}$$

ein explizites Illiquiditätsmaß.

Die Formel basiert meistens auf einem Zeitraum von einem Jahr. Für Analysen kann es jedoch praktisch sein, eine kürzere Periode zu nehmen. Das explizite Illiquiditätsmaß befindet sich in mancher Literatur auch in der Gruppe der preisbasierten Maße. Der Liquiditätsindex kann als die durchschnittliche tägliche Preisentwicklung mit einem Euro Handelsvolumen interpretiert werden. Ein hoher Wert in der Kennzahl bedeutet, dass die Preisänderung bereits bei kleinen Handelsvolumeneinheiten sehr groß ausfällt und somit, dass das Asset illiquide ist. Amihud und Mendelson führten Studien durch, die eine negative Beziehung zwischen der Rendite und der Liquidität eines Assets zeigen. Laut Amihud existieren feinere Maße, wie der Bid-Ask-Spread oder die Wahrscheinlichkeit von informationsbasiertem Trading. Der Vorteil des ILLIQ im Gegensatz zu anderen Maßen ist, dass dieser keine detaillierten Orderbuchinformationen benötigt. Dies ist insofern ein Vorteil, da detaillierte Informationen des Orderbuches oft schwer zugänglich sind oder nicht lange aufbewahrt werden. [13]

4.7 Anzahl der gehandelten Bid- und Ask-Assets

Ein weiteres volumenbasiertes Maß ist die Anzahl der Assets, die um den Bid- oder Askpreis gehandelt werden. Ein großer Nachteil dieses Maßes ist, dass diese Information

meist nicht zur Verfügung steht. Die Kennzahl misst die Tiefe eines Assets oder Marktes. Sie kann jedoch die Tiefe unterschätzen, da die gehandelte Menge nicht der zum Handel verfügbaren Menge entsprechen muss.

4.8 Der Elastizitätskoeffizient des Tradings

Datar argumentierte 2000, dass Liquidität mittels der Preiselastizität, die relative Handelsmengenänderung dividiert durch die relative Preisänderung, gemessen werden kann. Suresha and Murgan modifizierten diese Kennzahl, um so das Einheitswurzelproblem miteinzubeziehen. Deshalb zogen sie die logarithmierte Handelsmengenänderung und die logarithmierte Preisänderung in Betracht. [9]

Definition 4.6. Seien $P_t, t \in \{1, \dots, T\}$ die Preise und $V_t, t \in \{1, \dots, T\}$ die Handelsvolumina eines Assets.

Dann ist

$$CET = \sum_{t=1}^T \frac{\ln\left(\frac{V_t}{V_{t-1}}\right)}{\ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)}$$

der Elastizitätskoeffizient des Tradings.

Die Spannweite des CET geht von minus unendlich nach plus unendlich, $[-\infty, \infty]$. Der Koeffizient ist positiv, wenn die Richtungen in den Änderungen bei Volumen und Preis gleich sind und negativ, wenn sie ungleich sind. Die Werte des CET sind hoch, wenn es kleine Preisänderungen aber große Änderungen beim Volumen gibt. Daraus lässt sich ableiten, dass ein Asset liquide ist, wenn der CET Wert weit entfernt von der Null ist. [17] Später in der Analyse zeigt sich, dass der CET jedoch zu einem falschen Ergebnis führen kann. Grund hierfür ist, dass, wenn es zu einem Zeitpunkt gar kein Handelsvolumen gibt, der CET $-\infty$ oder ∞ ist. Genauso irreführend ist, dass sehr kleine Änderungen im Volumen zu einem sehr niedrigen CET führen können, obwohl die Liquidität hoch ist. Es sei deshalb in Frage gestellt, ob es Sinn macht, die logarithmierte Handelsmengenänderungen, anstatt nur die Handelsmengenänderungen zu nehmen.

4.9 Nachteile volumenbasierter Liquiditätsmaße

Gabrielsen, Marzo and Zagaglia weisen auf folgende Nachteile von volumenbasierten Liquiditätsmaßen hin. Einerseits können sie nicht zwischen kurz- und langfristigen Preisschwankungen unterscheiden. Es sind jedoch nur die kurzfristigen Preisschwankungen ausschlaggebend für die Liquidität eines Marktes. Langfristige Preisschwankungen entstehen meist durch asymmetrische Information unter den Tradern.

4 *Volumenbasierte Liquiditätsmaße*

Außerdem basieren volumenbasierte Indizes nur auf vergangenen Daten von Preisen und Handelsvolumina. Das führt dazu, dass eine Aussage über die gegenwärtige Liquidität eines Marktes sehr schwer zu treffen ist.

Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass die berechneten Volumenindizes auf Tagesbasis nicht den Effekt großer Block-Trades oder unerwarteter Orders berücksichtigen.

Trotzdem halten die Autoren daran fest, dass diese nützlich für den Start weiterer Analysen sind.

5 Preisbasierte Liquiditätsmaße

In diesem Kapitel werden Maße vorgestellt, die Marktliquidität allein aus dem Verhalten des Preises beschreiben wollen. Gemäß Bünzli, Eichenberger, Gantenbein und Kley, meint Brunner, dass das Ziel der preisbasierten Kennzahlen ist, den Gleichgewichtspreis in Betracht zu ziehen. Das ist der Preis bei dem die angebotene Menge und die nachgefragte Menge eines Gutes auf einem Markt übereinstimmen. Preisbasierte Liquiditätsmaße sollen Veränderungen, die aufgrund neuer Informationen entstehen, von jenen unterscheiden können, welche nur auf Basis mangelnder Liquidität verursacht werden. Bernstein argumentierte, dass die Rolle der Liquidität dann interessant wird, wenn eine Preisänderung nicht aufgrund neuer Information entsteht.

5.1 Liquiditätskennzahl von Marsh and Rock

Anders als bei den vorhergehenden Liquiditätsmaßen behaupteten Marsh und Rock, dass Preisänderungen, bis auf sehr großen Handelsblöcken, unabhängig von der Größe des Handelsvolumens sind.

Definition 5.1. Sei M^i die Anzahl aller Transaktionen eines Assets i für eine gegebene Periode und P_m^i sein Preis zum Zeitpunkt der m -ten Transaktion $m \in \{1, \dots, M^i\}$.

Dann ist

$$LR_{MR}^i = \frac{1}{M^i} \sum_{m=1}^{M^i} \left| \frac{P_m^i - P_{m-1}^i}{P_{m-1}^i} \right| \cdot 100$$

die Liquiditätskennzahl von Marsh and Rock.

Der Index misst also die durchschnittliche, prozentuelle Preisveränderung pro Transaktion während einer bestimmten Zeitperiode. Ähnlich wie beim expliziten Illiquiditätsmaß gilt, dass ein hoher Wert bedeutet, dass die Preisänderung bereits bei einer Transaktion sehr groß ausfällt und somit, dass das Asset illiquide ist.

Folgendes Beispiel soll einen Vorteil des Liquiditätsindex illustrieren.

Asset A und Asset B haben über einen Tag die gleiche Preisveränderung von 10 Euro und ein Handelsvolumen von 1 Mio Euro. Während A jedoch nur einmal gehandelt wird, weist B zehn Transaktionen auf. Intuitiv würde die Liquidität des Assets B höher eingeschätzt werden als von A. Diese Eigenschaft wird beim Index von Marsh und Rock berücksichtigt und im Gegensatz zu den volumenbasierten Liquiditätsmaßen werden unterschiedliche Kennzahlen für die zwei Assets berechnet.

Ein Nachteil dieses Index ist, dass nicht auf die Länge der Zeitperiode eingegangen wird

und dass sich die Kennzahl je nach Zeitintervall stark verändern kann. Um ein sinnhaftes Ergebnis zu bekommen, werden kurze Zeitspannen genommen.

5.2 Die Varianzkennzahl (Variance Ratio)

Die Varianzkennzahl gehört laut Gabrielsen, Marzo und Zagaglia zu den in der Literatur am meisten verbreiteten Liquiditätsindizes. Er ist auch bekannt unter dem Namen Markt Effizienz Koeffizient (MEC) und konzentriert sich auf die Dichte und die Resilienz. Der MEC bezieht sich darauf, dass in einem liquiden Markt bei einer länger anhaltenden Preisänderung aufgrund von neuer Information die kurz anhaltenden Verschiebungen tendenziell geringer sind. Hingegen werden in einem illiquiden Markt mehr kurzfristige Preisänderungen zwischen Perioden mit unterschiedlichen Gleichgewichtspreisen erwartet. Deshalb wird bei der Varianzkennzahl angenommen, dass in einem illiquiden Markt die Volatilität in Perioden, in denen sich der Gleichgewichtspreis ändert, höher ist.[7] . Motiviert durch obigen Absatz, sei die Varianzkennzahl folgendermaßen definiert:

Definition 5.2. Sei $var(R_T^i)$ die langfristige, $var(Z_T^i)$ die kurzfristige Varianz der Asset Rendite und T die Anzahl an Teilstücken, in welche die lange Zeitperiode zerlegt wird. Dann ist die Varianzkennzahl VR^i definiert durch

$$VR^i = \frac{var(R_T^i)}{T \cdot var(Z_T^i)}.$$

Aufgrund von einem kleinen erwarteten Mindestfehler sollte in einem liquiden Markt VR^i etwas kleiner, aber nahe bei eins sein. Für einen illiquiden Markt gilt, dass VR^i stark kleiner eins ist. Je kleiner VR^i , desto illiquider ist das Asset am Markt. Gabrielsen, Marzo und Zagaglia, weisen jedoch darauf hin, dass je nach gewählten Zeitintervallen die Ergebnisse sich stark unterscheiden oder sogar voneinander divergieren können.

6 Transaktionskostenbasierte Liquiditätsmaße

Am häufigsten kommen bei den transaktionskostenbasierten Maßen der Bid-Ask-Spread und seine Varianten vor. Vor allem für Märkte die als Market Maker System organisiert sind, eignet sich der Bid-Ask-Spread. Market Maker System heißt, dass es eine Gruppe gibt, welche die Aufgabe hat, verbindliche kompetitive Kauf- und Verkauforders zu stellen und Titel sowie Produkte intensiv zu betreuen und zu vermarkten. [23]. Im Gegensatz dazu gibt es ein Auktionsmarktsystem, wo ein Auktionator alle Aufträge bis zu einer gegebenen Frist sammelt und dann den Gleichgewichtspreis bestimmt. [5]

Wie im Kapitel „Definition von Liquidität“ bereits erläutert, geht es bei der Analyse von Liquidität vor allem um die impliziten Transaktionskosten. Laut Peter Gomber und Schweickert werden diese wieder in drei Gruppen unterteilt, nämlich in die „Timing Kosten“, den „Market Impact“ und die Opportunitätskosten.

Der „Market Impact“ besteht aus einem temporären, der Liquiditätsprämie und einem langfristigen Anteil, der adversen Preisbewegung.[11] Gomolka beschreibt den „Market Impact“, als den Einfluss einer neuen Order auf das bestehende Angebot beziehungsweise Nachfrage. Bei einem temporären Markteinfluss führen Preise nur kurz vom Gleichgewichtspreis weg und pendeln sich schnell wieder ein. Grund dafür ist, dass Angebot und Nachfrage durch eine neue Order ins Ungleichgewicht fallen, falls die Liquidität der Gegenposition nicht vorhanden ist. Im Gegensatz dazu entsteht ein permanenter Preiseinfluss durch das Aufkommen neuer Information. Die Kosten dieses „Market Impact“ Anteils dienen als Entlohnung zum einen für das Anbieten von Liquidität und zum anderen für die Übernahme des Risikos einer Informationsasymmetrie.

Zusätzlich stellt Gomolka die „Timing Kosten“ dar. Wenn die Liquidität eines Marktes nicht ausreicht und so der Zeitraum einer Orderausführung sehr lang ist, bestehen mehr Risiken, dass sich Liquidität und Preis des Assets ändern. [6]

6.1 Bid-Ask-Spread

Der Bid-Ask-Spread ist ein Maß für die gesamten impliziten Transaktionskosten. Er besteht aus der Differenz des Ask-Preises, dem niedrigsten Preis, bei dem jemand gewillt ist, sein Asset zu verkaufen und dem Bid-Preis, dem höchsten Preis, bei dem jemand gewillt ist, es zu kaufen. Ein Anleger, der zu einem Zeitpunkt eine Mengeneinheit eines Wertpapiers kaufen und verkaufen möchte, müsste also mit diesen Liquiditätskosten rechnen.

Definition 6.1. Sei A_t der derzeitige Ask- und B_t der derzeitige Bid-Kurs, dann ist

$$S_t = A_t - B_t$$

der Bid-Ask-Spread.

Manchmal wird auch in der Literatur, die Hälfte des Spreads $S_t/2$ als Maß genommen. Es gilt, dass liquide Märkte einen kleineren Spread erzeugen. Ein Nachteil des Bid-Ask Spreads ist, dass verschiedene Märkte oder Assets auf Grund ihres unterschiedlichen Kursniveaus nicht verglichen werden können. Ein Ausweg ist, das Maß um den „Midpoint“ $M_t = (A_t + B_t)/2$ zu erweitern:

$$pS_t = \frac{S_t}{M_t}$$

Es soll darauf hingewiesen werden, dass der absolute Spread nicht immer ein explizites Maß für die Transaktionskosten ist. Er ist nämlich nur für kleine Handelsmengen eine gute Schätzung für die Transaktionskosten. Bei größeren Handelsmengen können andere Kosten hinzukommen. Odegaard liefert ein Beispiel dazu:

Beispiel 6.1. Folgende Tabelle zeigt einen Blick ins Orderbuch der Aktien der Firma DAK in der Osloer Börse.

<i>Volume</i>	<i>Bid</i>	<i>Ask</i>	<i>Volume</i>
5000	7.76	7.95	4000
3000	7.75	8.40	1000
4000	7.67	9.00	2000
1000	7.50	0.00	0

Es ist zu sehen, dass jemand der 3000 Stück kauft, mit einem Spread von $7.95 - 7.76 = 0.19$ rechnen muss. Wären es jedoch 5000 Stück, so wären die Transaktionskosten

$$\frac{4000 \cdot 0.19 + 1000(8.4 - 7.76)}{5000} = 0.28$$

Das Beispiel verdeutlicht, dass der absolute Spread nur ein Maß für die direkten impliziten Transaktionskosten bei kleinen Orders ist. Hamao und Hasbrouck führten deshalb eine logarithmische Version des absoluten Spreads ein, um die Verteilungseigenschaften zu verbessern: [16]

$$\ln \text{Spread}_t = \ln(S_t)$$

Ein weiteres Problem für die Analyse des Bid-Ask-Spread als Liquiditätsindex ist, qualitativ hochwertige beziehungsweise überhaupt die Daten der Best-Ask und Best-Bid Preise zu finden. Sie werden von Börsen häufig nicht archiviert und können deshalb nicht für Analysen verwendet werden. Eine Lösung dafür bieten die impliziten Spread Maße.

6.2 Das Roll Maß

Roll stellte 1984 einen Liquiditätsindex vor, das Roll Maß, welches von Choi, Salandro und Shastri sowie Thompson und Waller erweitert wurde. [2] Seine Idee war, den realisierten Spread durch Eigenschaften der Zeitreihen von Preisen beziehungsweise Renditen darzustellen. Er bestimmt die impliziten Kosten mithilfe der negativen Kovarianz aufeinanderfolgender Preisänderungen. [3]

Ein Nachteil des Modells ist, dass es auf der Annahme basiert, dass alle Trader die gleiche Information besitzen. Es umfasst somit nur die Liquiditätskomponente und schließt beim Spread den Anteil der Informationsasymmetrie aus.

Definition 6.2. Sei $(P_t)_{t \in T}$ der Preisprozess eines Assets, dann ist

$$IS_t = 2\sqrt{-Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t-1})}$$

das Maß des impliziten Spreads von Roll. [2]

Motivation. Sei $(P_t)_{t \in T}$ der Preisprozess eines Assets, welcher je, nachdem auf welcher Seite der Trade stattfindet, zwischen dem Ask- und Bid-Preis oszilliert. $(V_t)_{t \in T}$ sei der Gleichgewichtspreisprozess und modelliert als stochastische Irrfahrt mit Drift:

$$V_t = \bar{V} + V_{t-1} + \epsilon_t, \quad t \in T \quad (6.1)$$

mit Rauschen ϵ_t , ein i.i.d Prozess mit Erwartungswert 0 und Varianz σ_ϵ^2 . S sei der Spread, welcher über die Zeit konstant angenommen wird. Der Preis wird dann durch die stochastische Gleichung

$$P_t = V_t + \frac{S}{2} Q_t, \quad t \in T \quad (6.2)$$

modelliert. $(Q_t)_{t \in T}$ sei ein stochastischer Prozess, welcher darstellen soll, ob Transaktionen als Kauf oder Verkauf stattfinden. Q_t für ein $t \in T$ sei eine diskrete Zufallsvariable mit den Werten $\{-1, 1\}$ und $p = \frac{1}{2}$. Dabei sei $Q_t = -1$ bei einer vom Käufer und $Q_t = 1$ bei einer vom Verkäufer initiierten Transaktion.

Aus obigen Gleichungen folgt, dass die Preisdifferenzen gegeben sind durch:

$$\Delta P_t = \bar{V} + \frac{S}{2} \Delta Q_t + \epsilon_t, \quad t \in T \quad (6.3)$$

Das Modell beruht auf zwei stark vereinfachenden Annahmen:

1. Der Markt ist informationseffizient, d.h. es gilt $cov(\epsilon_t, \epsilon_{t-1}) = 0$
2. Kauf- und Verkauf-Order treten mit derselben Wahrscheinlichkeit auf.

Sei A_t der Preis, welcher zustande kommt, falls der Trade zum Zeitpunkt t vom Käufer, also $Q_t = -1$ und B_t jener, wenn der Trade zum Zeitpunkt t vom Verkäufer initiiert, also $Q_t = 1$ stattfindet. Dann kann die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Richtung einer Transaktion folgendermaßen repräsentiert werden:

Transaktionsfolge	$B_{t-1}B_t$	$B_{t-1}A_t$	$A_{t-1}A_t$	$A_{t-1}B_t$
B_tB_{t+1}	$\frac{1}{4}$	0	0	$\frac{1}{4}$
B_tA_{t+1}	$\frac{1}{4}$	0	0	$\frac{1}{4}$
A_tA_{t+1}	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0
A_tB_{t+1}	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0

Daraus folgt, gemeinsam mit der Information, dass Transaktionen im Kauf und Verkauf gleich wahrscheinlich sind, dass die gemeinsame Verteilung von ΔQ_t und ΔQ_{t+1} charakterisiert werden kann durch:

	$\Delta Q_t = 2$	$\Delta Q_t = 0$	$\Delta Q_t = -2$
$\Delta Q_{t+1} = 2$	0	0	$\frac{1}{8}$
$\Delta Q_{t+1} = 0$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$
$\Delta Q_{t+1} = -2$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	0

Da $\mathbb{E}(Q_t) = 0$ für $t \in T$ gilt, dass

$$Cov(\Delta Q_t, \Delta Q_{t+1}) = \mathbb{E}(\Delta Q_t \Delta Q_{t+1}) = -4 \cdot \frac{1}{8} - 4 \cdot \frac{1}{8} = -1 \quad (6.4)$$

Daraus ergibt sich:

$$Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t+1}) = Cov\left(\frac{S}{2}\Delta Q_t, \frac{S}{2}\Delta Q_{t+1}\right) = \frac{S^2}{4}Cov(\Delta Q_t, \Delta Q_{t+1}) = -\frac{S^2}{4} \quad (6.5)$$

Durch Umformen nach S, resultiert obige Definition. \square

So wie beim absoluten Bid-Ask Spread gilt, dass je kleiner die Kennzahl, desto liquider ist das Asset. Laut Sai und Tadinac ergeben sich beim Maß von Roll einige Schwierigkeiten. [2] Das Liquiditätsmaß ist nur dann sinnvoll anwendbar, falls die Kovarianzen der Zeitreihe negativ sind. In der Praxis sind sie jedoch oftmals positiv. Grund dafür sind die vereinfachten Annahmen im Modell über Markteffizienz und somit der fälschliche Ausschluss von Informationsasymmetrie. In der Realität wird ein Markt jedoch nie komplett informationseffizient sein und somit ist die Sinnhaftigkeit dieser Kennzahl fragwürdig.

6.3 Die Rolle der asymmetrischen Information

Glosten war 1987 der Erste, welcher die Rolle der asymmetrischen Information in die Marktstruktur miteinbezog. [10] Dabei unterschied er zwischen den beiden „Market Impact“ Preiseffekten. Denjenigen, welche durch die nachteilige Information, von jenen die durch den Transaktionsfluss entstanden. Wie bereits erwähnt, gilt, das erstere meist langfristige, hingegen zweitere kurzfristige Änderungen sind. Bei langfristiger Preisänderung ändert sich auch der Gleichgewichtspreis für längere Zeit

Das Modell von Globsten enthält zwei wichtige Formeln:

$$V_t = \bar{V} + V_{t-1} + (1 - \gamma)\frac{S}{2} + \epsilon_t, \quad t \in T \quad (6.6)$$

$$P_t = V_t + \gamma\frac{S}{2}\Delta Q_t, \quad t \in T \quad (6.7)$$

Die Konstante γ ist der Anteil des Spreads, welcher auf die Transaktion und $(1 - \gamma)$ der Anteil, welcher auf die nachteilige Information zurückzuführen ist. ϵ_t stellt hier die öffentlich zugängliche Information dar. Aus ähnlichen Überlegungen wie beim Maß von Roll folgt, dass

$$Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t+1}) = -\gamma\frac{S^2}{4}$$

und das motiviert somit folgende Definition:

Definition 6.3. Sei $(P_t)_{t \in T}$ der Preisprozess eines Assets, dann ist

$$AsymS_t = \frac{2}{\sqrt{\gamma}} \sqrt{-Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t-1})}.$$

6.4 Das Modell von Stoll

Das Modell von Stoll liefert einen Weg, welcher die Komponenten des Spreads, Liquiditätskosten, Opportunitätskosten und Kosten aufgrund nachteiliger Informationen, einbezieht.

Sei θ die Wahrscheinlichkeit, dass die Richtung zweier aufeinander folgender Transaktionen gleich ist, also $\theta = P(Q_t = Q_{t-1})$. Zusätzlich sei $(1 - \lambda)S$ die Größe einer Preisänderung, unter der Bedingung, dass sich die Richtung der Transaktion ändert. Also

$$(1 - \lambda)S = \Delta P_t \mid [Q_t \neq Q_{t-1}]$$

wobei,

$$[Q_t \neq Q_{t-1}] = \begin{cases} P_{t-1} = B_{t-1}, P_t = A_t \\ P_{t-1} = A_{t-1}, P_t = B_t \end{cases}$$

Daraus ergibt sich für eine Transaktion ausgehend vom Kaufpreis, dass

$$\Delta P_t = \begin{cases} B_t - A_{t-1} = -(1 - \lambda)S & p = \theta \\ A_t - A_{t-1} = \lambda S & p = (1 - \theta) \end{cases}$$

und für eine Transaktion ausgehend vom Verkaufspreis, dass

$$\Delta P_t = \begin{cases} A_t - B_{t-1} = (1 - \lambda)S & p = \theta, \\ B_t - B_{t-1} = -\lambda S & p = (1 - \theta) \end{cases}$$

Es folgt, dass die zu erwartende Preisänderung, falls die letzte Transaktion vom Käufer ausgehend war,

$$\mathbb{E}(\Delta P_t \mid P_{t-1} = A_{t-1}) = -(\theta - \lambda)S, \quad (6.8)$$

während die zu erwartende Preisänderung, falls die letzte Transaktion vom Verkäufer ausgehend war,

$$\mathbb{E}(\Delta P_t | P_{t-1} = A_{t-1}) = (\theta - \lambda)S \quad (6.9)$$

ist. Der realisierte Spread ist der Gewinn oder Verlust eines Dealers nach zwei Transaktionen, einem Kauf und einem Verkauf. Er ist die Differenz zwischen der zu erwartenden Preisänderung nach einem Kauf und der zu erwartenden Preisänderung nach einem Verkauf:

$$s = 2(\theta - \lambda)S \quad (6.10)$$

Der realisierte Spread beinhaltet Ausführungs- und Inventurkosten. Den Kosten auf Grund von nachteiliger Information entspricht $1 - 2(\theta - \lambda)S$.

Für eine Analyse werden zwei Fälle unterschieden, je nachdem ob die Daten der Transaktionsrichtungen verfügbar sind oder nicht. Falls es sie gibt, können die Gleichungen 6.8 und 6.9 direkt berechnet werden.

Wenn es jedoch die Daten der Transaktionsrichtung nicht gibt, soll auf statistische Kennzahlen zurückgegriffen werden, um den Assetpreis zu charakterisieren. Es kann gezeigt werden, dass

$$Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t+1}) = S^2[\lambda^2(1 - 2\theta) - \theta^2(1 - 2\lambda)]. \quad (6.11)$$

Um die Opportunitätskosten auch miteinzubeziehen, stellt Stoll in seinem Modell die Kovarianz zwischen den Änderungen nur im Kauf- oder Verkaufspreis an:

$$Cov(\Delta W_t, \Delta W_{t+1}) = S^2\lambda^2(1 - 2\theta) \quad W = A, B$$

Folgende Tabelle liefert Ausdrücke für die Kovarianzen $Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t+1})$ und $Cov(\Delta Q_t, \Delta Q_{t+1})$ in den unterschiedlichen Versionen des Modells.

Spread Komponenten	$Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t+1})$	$Cov(\Delta Q_t, \Delta Q_{t+1})$
Abwicklungskosten $\theta = \frac{1}{2}, \lambda = 0$	$-\frac{1}{2}S^2$	0
Adverse Information $\theta = \frac{1}{2}, \lambda = \frac{1}{2}$	0	0
Bestandskosten $\theta > \frac{1}{2}, \lambda = \frac{1}{2}$	$(-\frac{1}{2}S^2, 0)$	$-\frac{1}{2}S^2$

George, Kaul und Nimalledran meinen jedoch, dass die meisten Schätzer für Spread

Komponenten, so auch das Modell von Stoll verzerrt und ineffizient sind. Sie führen eine zeitabhängige Rendite $\bar{V}_t \neq \bar{V}$ ein, zeigen dann, dass die Kovarianzen positiv sind und somit zu keinem sinnvollen Ergebnis führen.[10]

6.5 Der Ansatz von Ting

Ting wurde durch das Modell von Roll inspiriert und stellte 2014 ein daran angelehntes Modell vor. Während er den Ansatz beibehielt, änderte er die ökonomische Spezifikation und die Schätzungsmethode.[20]

Auch das Modell von Ting unterliegt Annahmen:

1. Der Gleichgewichtspreis liegt zwischen den Bid- und Ask-Limit-Orders.
2. Die Bid- und Ask-Preise sind die einzigen Preise am Markt.
3. Der Gleichgewichtspreis liegt genau in der Mitte zwischen Bid- und Ask-Preis.

Ting bemerkte, dass vor allem die zweite und dritte Annahme in der Realität kaum zutreffen werden. Es ist bekannt, dass Block-Trader mit Algorithmen Gegenparteien suchen, welche große Mengen handeln wollen. In so einem Fall kann der Preis vom Bid- oder Ask-Angebot abweichen.

Der Startpunkt sei, wie in dem Modell von Roll, dass der Transaktionspreis P_i aufgrund der Transaktionskosten nicht gleich dem Gleichgewichtspreis V_i ist. Zusätzlich seien p_i und v_i die logarithmierten Preise, das heißt: $p_i = \ln P_i$ und $v_i = \ln V_i$.

Für den logarithmierten Transaktionspreis gilt ähnlich zu vorher:

$$p_t = v_t + \frac{S}{2}Q_t + u_t, \quad t \in T \quad (6.12)$$

Sei u_t ein i.i.d Prozess mit Erwartungswert 0, Varianz σ_u^2 und unkorreliert zu v_i und Q_i . V_i sei definiert als eine geometrische Brownsche Bewegung mit Drift μ und Volatilität σ :

$$V_i = V_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t_i + \sigma W_i\right) = V_{i-1} \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t_i + \sigma \Delta W_i\right) \quad (6.13)$$

Dabei ist W_i eine Brownsche Bewegung. Mit der Ito Formel folgt aus Gleichung 6.13:

$$v_i = v_{i-1} + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t_i + \Delta W_i \quad (6.14)$$

Aus der Definition der Brownsche Bewegung folgt, dass ΔW_i gleich einer normalverteilten Zufallsvariable mit Erwartungswert 0 Varianz $\sqrt{\Delta t_i}$ ist. Für die Differenz Δp_i folgt

aus vorigen Gleichungen:

$$\Delta p_i = \frac{c}{2} \Delta Q_i + a \Delta t_i + \Psi \sqrt{\Delta t_i} + u_i, \quad (6.15)$$

wobei $a = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$ ist.

Eine genauere Betrachtung der Fälle, dass alle Geschäfte entweder nur vom Käufer oder Verkäufer initiiert waren, zeigt dass trotz Bid-Ask Spread die Transaktionskosten null sind. Es gilt nämlich dann, dass ΔQ_t Null ist und die erwartete Preisdifferenz gleich a mal der Zeitdifferenz ist. Das Beispiel zeigt, dass das Maß eine verzerrte Schätzung der Tradingkosten sein kann. Wenn sich die Marktbedingungen ändern und daraufhin das Asset zu niedrig bewertet ist, wird der Preis steigen. In dem Fall werden die Transaktionsrichtungen wahrscheinlich positiv sein. Ist das Asset aufgrund einer Änderung der Marktbedingungen zu hoch bewertet, so werden die Transaktionsrichtungen wahrscheinlich negativ sein. Da in so einer Phase die Preise einseitig entstehen, entspricht der Mittelpunkt der Bid- und Ask-Order nicht mehr dem Gleichgewichtspreis und die dritte Annahme ist verletzt. Als Folge ist der Schätzer verzerrt.

Aus $a=0$ und $u_i=0$ folgt das Maß von Roll. Da beim Roll Maß aufgrund einer positiven Korrelation der Preisänderungen die Schätzung des Spread eine komplexe Zahl werden kann, versucht Ting die Parameter durch ein lineares Regressionsmodell zu schätzen. Motiviert durch Gleichung 6.15 seien ΔQ_i und Δt_i die unabhängigen und Δp_i die abhängige Variable.

Ein großer Nachteil dieser Methode und Grund dafür, dass die Schätzungsmethode von Ting in der späteren Analyse dieser Arbeit nicht vorkommt, ist, dass die Daten der Transaktionsrichtung zur Verfügung stehen müssen. In der Praxis ist jedoch oft weder bekannt, welche Seite den Trade einleitete noch sind die Bid- und Ask-Preise zugänglich.

6.6 Ein Hoch-Tief-Schätzer

Neben den täglichen Daten des Abschlusspreises stehen oft zusätzlich die höchsten und niedrigsten Preise des Tages zur Verfügung. Corwin und Schultz waren 2012 die Ersten, die sich diese Daten zunutze machten und einen auf solchen Daten beruhenden Schätzer definierten. In dieser Arbeit soll der 2017 von Li, Lambe und Adegbite präsentierte Bid-Ask Schätzer vorgestellt werden, welcher ebenfalls nur die Tageshöchst- und Tagestiefstwerte der Preise benötigt.[21] Der Ansatz ist derselbe wie in dem Modell von Roll oder Ting. Jedoch machen Hoch-Tief-Schätzer sich die Annahme zu Nutze, dass sie davon ausgehen, dass der höchste Preis höchstwahrscheinlich eine Kauforder war und

der tiefste Preis höchstwahrscheinliche eine Verkauforder war.

Definition 6.4. Sei X_{daily} die Spannweite der Preise eines Tages und X_{today} die Spannweite der Preise für zwei Tage, dann ist der Hoch-Tief Schätzer folgendermaßen definiert:

$$S_{HT} = \begin{cases} \frac{\mathbb{E}(\sqrt{2} \cdot X_{daily} - X_{today})}{\sqrt{2}-1} & \mathbb{E}(\sqrt{2} \cdot X_{daily} - X_{today}) \geq 0 \\ 0 & \mathbb{E}(\sqrt{2} \cdot X_{daily} - X_{today}) < 0 \end{cases}$$

Motivation. Wie im Modell von Roll oder im Modell von Ting mit $a=0$ und $u_i=0$ sei der Preis zu einem Zeitpunkt t modelliert durch die Gleichung:

$$P_t = V_t + \frac{S}{2}Q_t, \quad t \in T \quad (6.16)$$

V_t sei modelliert als Brownsche Bewegung und Q_t als ein stochastischer Prozess mit den Werten $\{-1,1\}$, welcher darstellt, ob Transaktionen als Kauf oder Verkauf stattfinden. Für die Beziehung zwischen dem höchsten Gleichgewichtspreis H_t^V und dem höchsten Transaktionspreis H_t^T eines Tages sowie für die Beziehung zwischen dem niedrigsten Gleichgewichtspreis L_t^V und dem niedrigsten Transaktionspreis L_t^T eines Tages gilt:

$$H_t^T = H_t^V + \frac{S}{2}Q_t, \quad (6.17)$$

$$L_t^T = L_t^V + \frac{S}{2}Q_t \quad (6.18)$$

Genauso gilt für die Beziehung zwischen dem höchsten Gleichgewichtspreis TH_t^V und dem höchsten Transaktionspreis TH_t^T in zwei Tagen sowie für die Beziehung zwischen dem niedrigsten Gleichgewichtspreis TL_t^V und dem niedrigsten Transaktionspreis TL_t^T in zwei Tagen:

$$TH_t^T = TH_t^V + \frac{S}{2}Q_t, \quad (6.19)$$

$$TL_t^T = TL_t^V + \frac{S}{2}Q_t \quad (6.20)$$

Der Gebrauch der Transaktionsrichtungen kann umgangen werden, indem angenommen wird, dass der höchste Preis eine Kauforder und der niedrigste Preis eine Verkauforder war. Bleaney und Li zeigten, dass in mehr als 99% der Fälle diese Annahme auch zutrifft.

[21] Unter dieser Annahme vereinfachen sich die Gleichungen 6.17 und 6.19 zu:

$$H_t^T = H_t^V + \frac{S}{2}, \quad (6.21)$$

$$L_t^T = L_t^V - \frac{S}{2}, \quad (6.22)$$

$$TH_t^T = TH_t^V + \frac{S}{2}, \quad (6.23)$$

$$TL_t^T = TL_t^V - \frac{S}{2} \quad (6.24)$$

Die eintägige und zweitägige Spannweite der Transaktionspreise kann dargestellt werden als die Differenz des höchsten und niedrigsten Preises in der jeweiligen Zeitperiode. Es gilt:

$$Range_{t,daily}^T = H_t^T - L_t^T \quad (6.25)$$

$$= (H_t^V + \frac{S}{2}) - (L_t^V - \frac{S}{2}) \quad (6.26)$$

$$= (H_t^V - L_t^V) + S \quad (6.27)$$

$$= Range_{t,daily}^M + S \quad (6.28)$$

Analog folgt auch:

$$Range_{t,twoday}^T = Range_{t,twoday}^M + S \quad (6.29)$$

Es ist zu erkennen, dass die Spannweite der Transaktionspreise von der Volatilität des Gleichgewichtspreises sowie von der Volatilität des Bid-Ask Spread abhängt. Wird der Erwartungswert für die vorige Gleichungen genommen, so folgt:

$$\mathbb{E}Range_{t,daily}^T = \mathbb{E}Range_{t,daily}^M + S \quad (6.30)$$

$$\mathbb{E}Range_{t,twoday}^T = \mathbb{E}Range_{t,twoday}^M + S \quad (6.31)$$

Die linke Seite von der Gleichung 6.30 und der Gleichung 6.31 kann mit den Daten der höchsten und niedrigsten Transaktionspreise eines Tages berechnet werden. Parkinson zeigte, dass der Erwartungswert der Spannweite einer Brownschen Bewegung eine monoton abhängige Funktion abhängig vom Zeitintervall t_i und der Diffusion D ist:

$$\mathbb{E}(Range^B) = \sqrt{\frac{8D \cdot t_i}{\pi}} \quad (6.32)$$

Für eine Periode von ein oder zwei Tagen sind die Erwartungswerte für die Spannweiten des Gleichgewichtspreises gegeben durch:

$$\mathbb{E}(\text{Range}_{daily}^V) = \sqrt{\frac{8D}{\pi}} \quad (6.33)$$

$$\mathbb{E}(\text{Range}_{twoday}^V) = \sqrt{\frac{8D}{\pi}} \cdot \sqrt{2} \quad (6.34)$$

Daraus folgt, dass die zwei Erwartungswerte sich nur um Faktor $\sqrt{2}$ unterscheiden.

$$\mathbb{E}(\text{Range}_{twoday}^V) = \sqrt{2}\mathbb{E}(\text{Range}_{daily}^V) \quad (6.35)$$

Aus der Gleichung 6.30, der Gleichung 6.31 und der Gleichung 6.35 folgt:

$$S = \frac{\mathbb{E}(\sqrt{2}\text{Range}_{daily}^T - \text{Range}_{twoday}^T)}{\sqrt{2} - 1} \quad (6.36)$$

□

Dieses Maß ist daher nur sinnvoll, wenn die erwartete Spannweite des Preises an zwei Tagen kleiner oder gleich $\sqrt{2}$ mal der erwartenden Spannweite des Preises von einem Tag ist. Später in der Analyse zeigt sich, dass die Spannweite des Preises an zwei Tagen oft größer ist als $\sqrt{2}$ mal die Spannweite des Preises eines Tages und der Spread somit negativ ist. In Anlehnung an das Werk von Corwin und Schultz sollen negative Werte des Maßes auf null gesetzt werden. [22] In der Analyse wird sich jedoch ebenfalls zeigen, dass diese Vereinfachung zu einem sehr verzerrten Ergebnis führen kann.

7 Datengrundlage

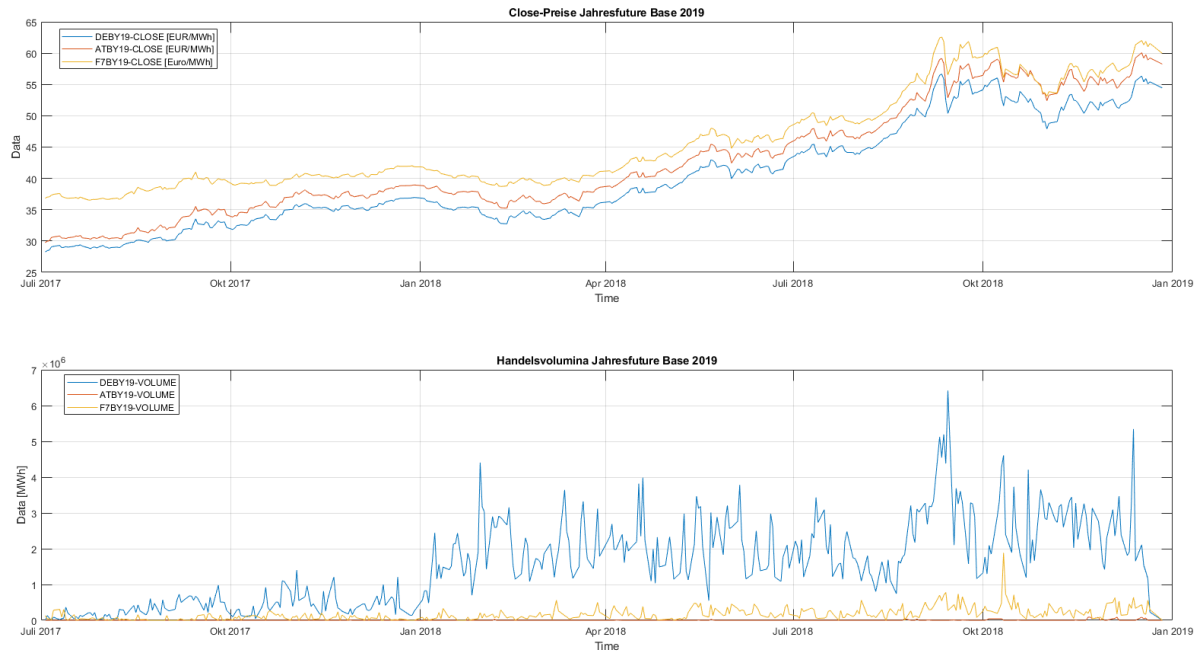


Abbildung 7.2: Abschlusspreise und Handelsvolumen der Jahresfuture 2019

streicht die Literatur, in welcher bereits mehrmals angemerkt wird, dass es schwer sei diese Orderbuchinformationen zu erhalten.

8 Analyse

Zuerst werden einige der vorher beschriebenen Liquiditätsmaße auf ihre Peaks untersucht und grafisch dargestellt. Im Anschluss soll mit einer Korrelationsanalyse und einer Heatmap dargestellt werden, ob die Indizes angewandt auf das Phelix-DE Jahresprodukt 2019 zu ähnlichen Ergebnissen führen.

8.1 Der Conventional Liquidity Index

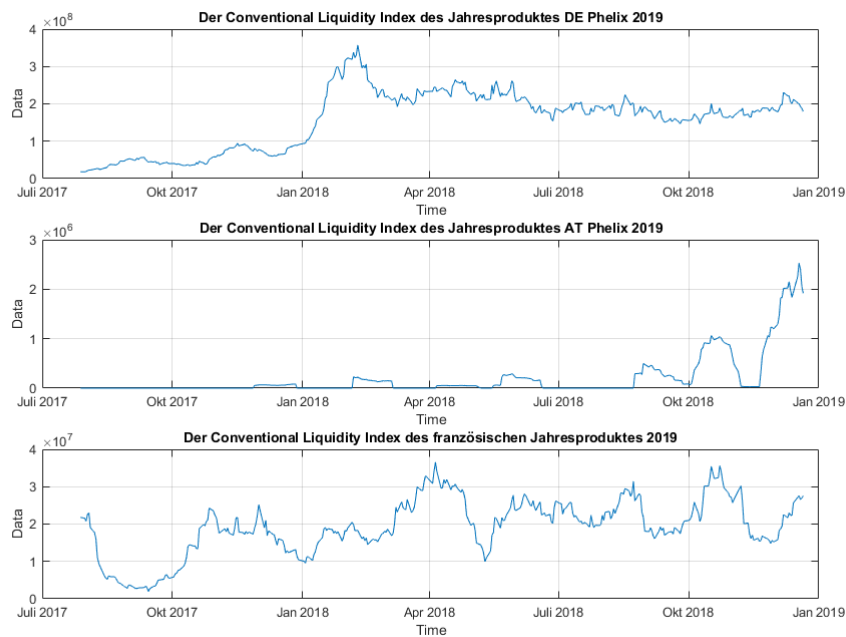


Abbildung 8.1: Conventional Liquidity Index

Abbildung 8.1 zeigt die Conventional Liquidity Indizes über einen Zeitraum von Mitte Juli 2017 bis Ende Dezember 2018. Dabei basiert das Ergebnis eines Tages jeweils auf den Daten der Preise und Handelsvolumina der 20 vorigen Tage. Höhepunkte der Liquidität sind beim Conventional Liquidity Index auch Höhepunkte in der Zeitreihe. Es kann bei allen drei Produkten erkannt werden, dass eine größere Liquidität erst im Jahr 2018 erreicht wird. Das stimmt mit der heuristischen Annahme überein, dass die Jahresfuture des Strommarktes vor allem erst im Frontjahr interessant werden. Hinzu kommt, dass die Zeitreihen die intuitive Wahrnehmung der Liquidität, im Vergleich der Märkte, widerspiegeln.

8.2 Der Index von Martin

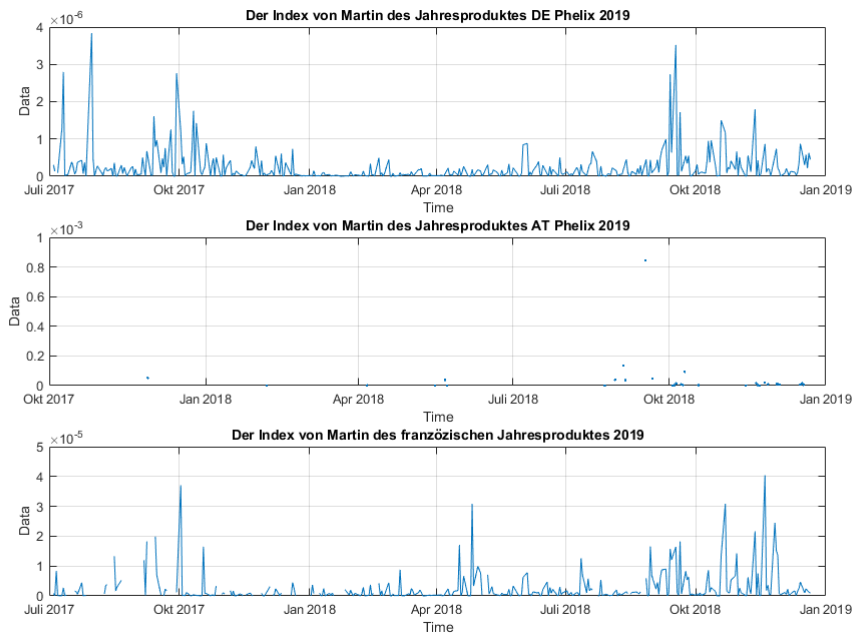


Abbildung 8.2: Index von Martin

Im Unterschied zum Conventional Liquidity Index gilt je kleiner die Kennzahl, desto liquider ist das Produkt. Der Index von Martin des Phelix DE ist das erste Halbjahr sehr tief. Im Gegensatz zum Conventional Liquidity Index, weist der Index von Martin hohe Liquiditätsengpässe in der zweiten Jahreshälfte auf. Ähnlich verhält sich die Liquidität der französischen Futures. Der Index von Martin liefert für den Phelix-AT nur an wenigen Stellen ein sinnvolles Ergebnis. Diesem Phänomen liegt zugrunde, dass sich im Nenner der Formel das Handelsvolumen befindet und dieses ist für das österreichische Produkt selten ungleich null. Der Index von Martin eignet sich deshalb wenig, um eine geeignete Aussage über die Liquidität und deren Verlauf zu treffen. Beim Index von Martin des französischen Futures tritt dieses Problem vereinzelt ebenfalls auf. Aus diesem Grund treten besonders zu Beginn Löcher in der Zeitreihe auf.

8.3 Ein explizites Illiquiditätsmaß

Der gesamte Handelszeitraum bezieht sich auf eineinhalb Jahre. Für diese Analyse macht es deshalb Sinn, die Zeitperiode D_T in Definition 4.5 kürzer zu wählen als das übliche

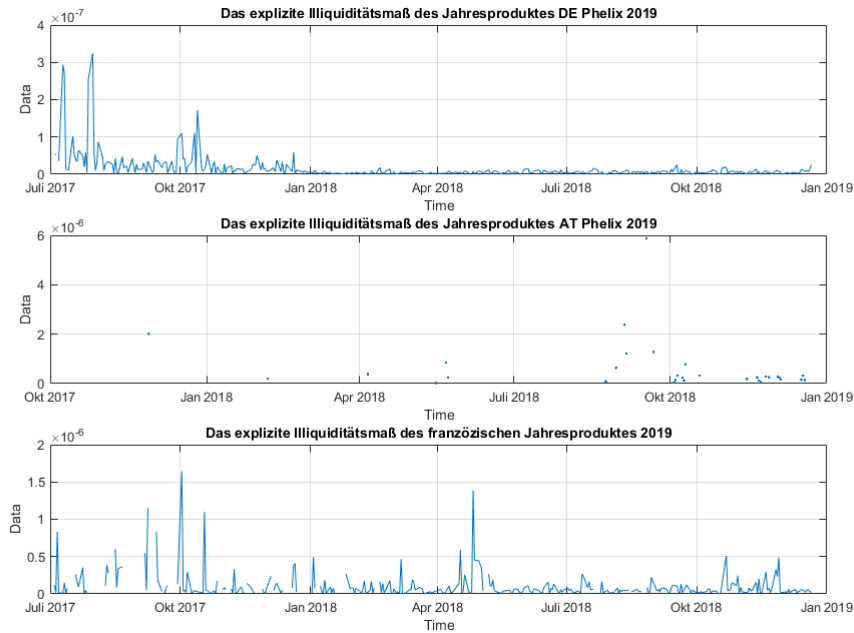


Abbildung 8.3: Explizites Illiquiditätsmaß

Handelsjahr. Damit gibt Abbildung 8.3 Auskunft über den Verlauf der Liquidität in diesen eineinhalb Jahren. Es kommt selten vor, dass der Phelix-AT an zwei aufeinander folgenden Tagen gehandelt wird. Deshalb sei der Zeitraum D_T gleich einem Handelstag. Beim expliziten Illiquiditätsmaß gilt wie beim Index von Martin, je kleiner die Kennzahl, desto höher ist die Liquidität. Die Kennzahl, angewandt auf den Phelix-DE verhält sich ähnlich wie der Conventional Liquidity Index und zeigt, dass das Produkt ab Jänner 2018 deutlich liquider ist. Wie beim Index von Martin enthält die Formel des expliziten Illiquiditätsmaßes das Handelsvolumen im Nenner und so ist diese Kennzahl für den Phelix-AT selten wohldefiniert. Aus demselben Grund existieren Löcher beim Resultat des französischen Produktes.

8.4 Die Liquiditätskennzahl von Marsh und Rock

Bei der zweiten Grafik (Phelix-AT) ist die Zeitspanne kürzer dargestellt, da vorher keine Werte der Liquiditätskennzahl vorhanden sind. Wie bei den vorigen beiden Liquiditätsindizes gilt, dass je kleiner die Kennzahl, desto liquider ist das Produkt. Auch die Liquiditätskennzahl von Marsh und Rock zeigt in Abbildung 8.4, dass im Laufe des Frontjahres die Liquidität des Jahresproduktes Phelix-DE konstant hoch ist. Ein ähn-

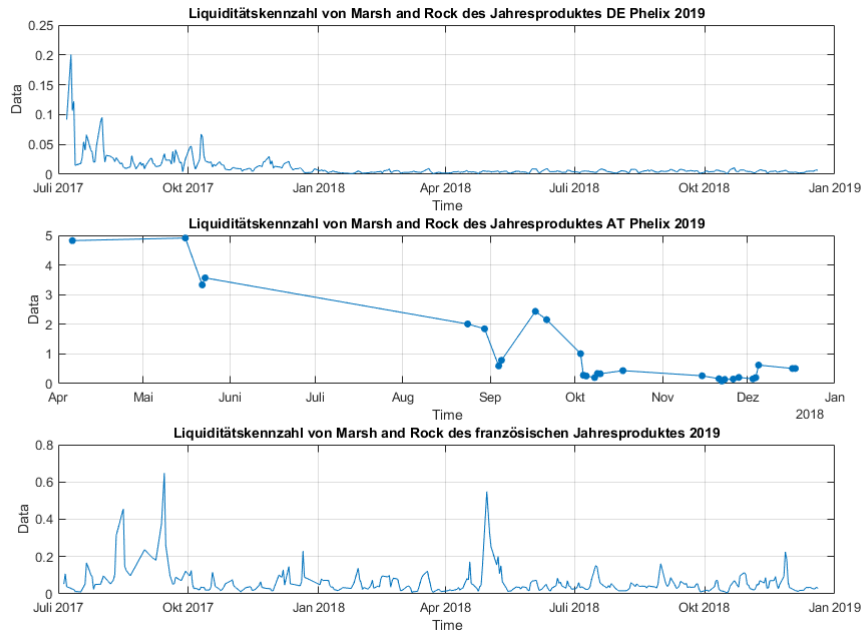


Abbildung 8.4: Liquiditätskennzahl von Marsh and Rock

liches Ergebnis liefert das Maß angewandt auf die französischen Daten. Jedoch gibt es hier eine Ausnahme gegen Ende des April 2018. Der Index von Martin und das explizite Illiquiditätsmaß schlagen kurze Zeit davor aus. Wie bei den vorhergehenden Indizes kommt es bei dieser Kennzahl zu Problemen bei dem österreichischen Jahresprodukt. Die Ursache hierfür ist, dass es sehr wenige Transaktionen gab. In der Formel von Marsh und Rock Definition 5.1 werden nur die Preise verwendet, bei denen mindestens ein Kontrakt verkauft wurde. Da das österreichische Produkt insgesamt nur 31 Mal gehandelt wurde, soll das Ergebnis eines Tages nur von der Preisen der drei vorigen Transaktionen abhängen. Also sei M_i in Definition 5.1 ist drei. Trotzdem liegen die Transaktionen des Phelix-AT zeitlich oft sehr weit auseinander und die Aussagekraft der zweiten Grafik in Abbildung 8.4 sei in Frage gestellt.

8.5 Elastizitätskoeffizient des Tradings

Dieses Liquiditätsmaß führt, wie bereits in der Definition erwähnt, zu einem sehr irreführenden Ergebnis. Zur Veranschaulichung ist das Liquiditätsmaß in der Grafik mit den Werten -100000 und 100000 beschränkt. Es gilt, dass je weiter die Werte vom Nullpunkt entfernt sind, desto liquider ist das Asset. Somit wäre der Phelix-AT ein äußerst liquides

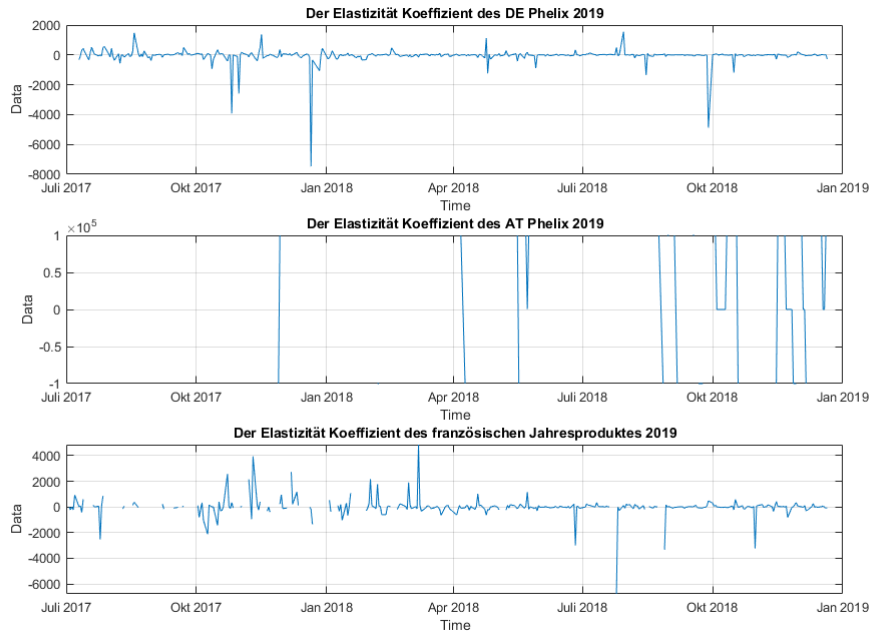


Abbildung 8.5: Elastizitätskoeffizient des Tradings

und der DE-Phelix ein äußerst illiquides Produkt. Grund für dieses falsche Ergebnis ist, dass das Handelsvolumen beim Phelix-AT oft null ist und somit der CET $-\infty$ oder ∞ ist und dass es beim Phelix DE oft nur sehr kleine Änderungen im Handelsvolumen gibt und somit der CET oft nahe bei null ist. Das Maß ist in diesem Fall also nicht sinnvoll.

8.6 Das Roll Maß

Die Roll Maße in Abbildung 8.6 wurden auf Basis der 21-tägigen Kovarianz berechnet. Um die Verteilung der Preise besser zu beschreiben und um so ein etwas besseres Ergebnis zu bekommen, wurde das Maß auf Basis der logarithmierten Preise berechnet. Es zeigt sich trotzdem, dass das Roll Maß für den Vergleich der drei Produkte ungeeignet ist und unterstreicht somit die bereits geäußerte Kritik. Einerseits ist die Kovarianz in Abbildung 8.6 oft positiv und es gibt somit viele undefinierte Werte in den drei Zeitreihen. Grund hierfür ist, dass der Markt nicht komplett informationseffizient ist und so die Annahme aus dem Modell $cov(\epsilon_t, \epsilon_{t-1}) = 0$ nicht zutrifft. Zweitens gibt es keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Produkten. Laut Abbildung 8.6 würden also die Jahresprodukte Phelix-DE und Phelix-AT ungefähr gleich liquide gehandelt werden. Beide würden sogar an manchen Stellen etwas liquider eingeschätzt werden als das fran-

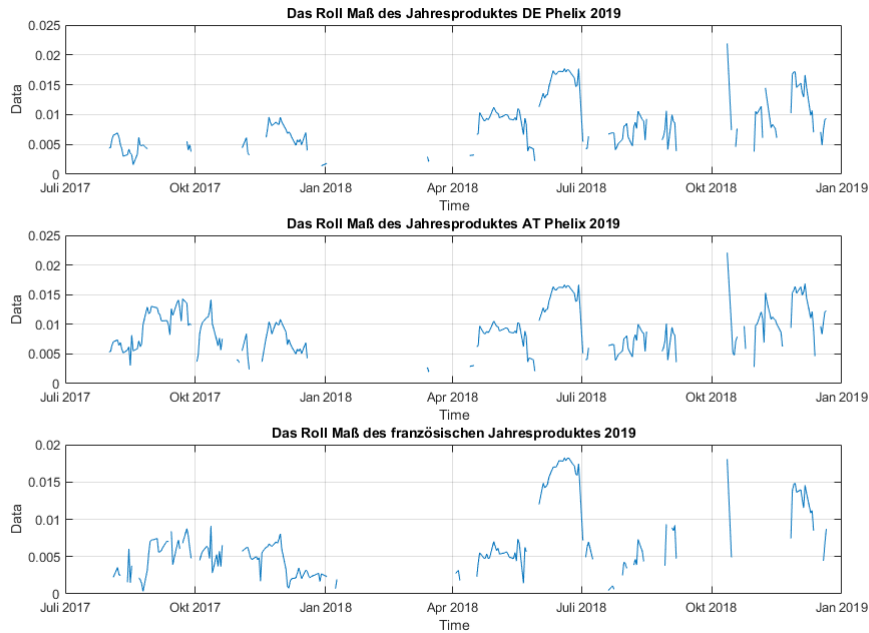


Abbildung 8.6: Roll Maß

zösisches Produkt. Das steht im Widerspruch zu den bisherigen Ergebnissen. Grund dafür kann sein, dass das Resultat nur auf den Abrechnungspreisen basiert und das tatsächliche Handelsvolumen nicht mit einbezieht. Wird ein österreichisches Strommarktprodukt an einem Tag nicht verkauft, besteht der Abrechnungspreis dieses Tages aus dem Preis des analogen deutschen Produktes mit einem Aufschlag von ungefähr zwei Euro. Da das Produkt Phelix-AT 2019 vor allem am Anfang selten gehandelt wurde, verhalten sich die Preiskurven sehr ähnlich. (Siehe Abbildung 3, Seite 26.)

8.7 Ein Hoch-Tief Schätzer

Es stehen leider nur die höchsten und tiefsten Preise eines Tages der Phelix Produkte zu Verfügung. Somit können die Hoch-Tief-Schätzer nur für diese zwei Produkte berechnet werden. Genauso wie beim Roll Maß wurden die Schätzer auf Basis der logarithmierten Preise berechnet, um so die Verteilungseigenschaften der Preise besser zu beschreiben. Auf den ersten Blick sieht der geschätzte Spread des Phelix-DE-Produktes sinnhafter aus als beim Roll Maß. Würde es jedoch nach dieser Liquiditätskennzahl gehen, würde die Liquidität im Laufe der Zeit weniger werden, da der Bid-Ask-Spread größer wird. Das widerspricht den Ergebnissen der volumenbasierenden Liquiditätsmaße und den Er-

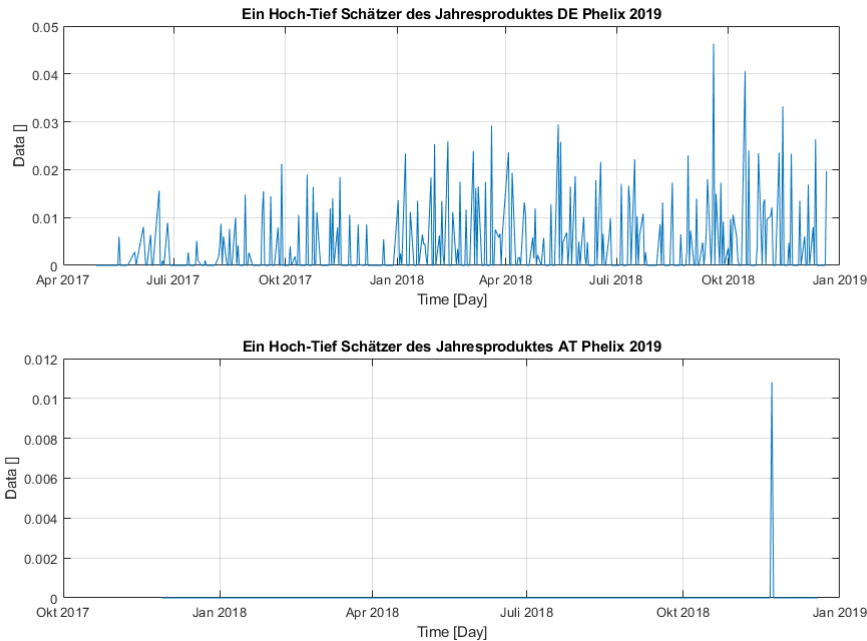


Abbildung 8.7: Ein Hoch-Tief Schätzer

fahrungswerten, dass die Liquidität kurz vor Lieferung eines Terminproduktes zunimmt. Der geschätzte Spread des Phelix-AT-Produktes ist bis auf einen einzigen Zeitpunkt immer null und würde somit als höchst liquide eingeschätzt werden. Grund für dieses fälschliche Ergebnis ist, dass die Spannweite des Preises an zwei Tagen oft größer als $\sqrt{2}$ mal der Spannweite des Preises eines Tages ist und der Spread in der Berechnung 6.36 somit negativ ist, beziehungsweise dann laut Definition auf null gesetzt wird.

8.8 Vergleich der Liquiditätsmaße

In diesem Abschnitt sollen anhand des Stromprodukts Phelix-DE für das Jahr 2019 die unterschiedlichen Liquiditätsmaße miteinander verglichen werden. Manche der Kennzahlen decken unterschiedliche Dimensionen der Definition ab. Trotzdem haben sie alle dasselbe Ziel: Sie wollen die Liquidität des Produktes messen. Es stellt sich deshalb die Frage, ob sie an denselben Zeitpunkten ausschlagen oder nicht. Der Conventional Liquidity Index, der Index von Martin und das explizite Illiquiditätsmaß gehören zur Gruppe der volumenbasierten Maße. Im Gegensatz dazu ist die Liquiditätskennzahl von Marsh und Rock ein Vertreter der preisbasierten Maße. Das Roll Maß ist eine transaktionskostenbasierte Kennzahl. Somit sind alle Gruppen zumindest mit einem Maß vertreten.

Um eine Antwort auf obige Frage zu finden, sollen zuerst die Korrelationen der Maße untersucht werden und die Kennzahlen dann im Rahmen einer Heatmap dargestellt werden.

8.8.1 Korrelationsmatrix

Tagesdaten	CLI	Martin	<i>ILLIQ</i>	Marsh u. Rock	Roll	Hoch-Tief
CLI	1	-0.1904	-0.5042	-0.6585	NaN	0.1197
Martin	-0.1904	1	0.5573	0.2594	NaN	-0.0857
<i>ILLIQ</i>	-0.5042	0.5573	1	0.6447	NaN	-0.1486
Marsh u. Rock	-0.6585	0.2594	0.6447	1	NaN	-0.1366
Roll	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
Hoch-Tief	0.1197	-0.0857	-0.1486	-0.1366	NaN	1

Tabelle 1: Korrelationsmatrix der Liquiditätsmaße

Tagesdaten	CLI	Martin	<i>ILLIQ</i>	Marsh u. Rock	Roll	Hoch-Tief
CLI	1	-0.1904	-0.5042	-0.6585	0.4595	0.1197
Martin	-0.1904	1	0.5573	0.2594	0.1190	-0.0857
<i>ILLIQ</i>	-0.5042	0.5573	1	0.6447	-0.2793	-0.1486
Marsh u. Rock	-0.6585	0.2594	0.6447	1	-0.3390	-0.1366
Roll	0.4595	0.1190	-0.2793	-0.3390	1	-0.0096
Hoch-Tief	0.1197	-0.0857	-0.1486	-0.1366	-0.0096	1

Tabelle 2: Korrelationsmatrix der Liquiditätsmaße (Einschränkung auf definierte Werte)

Bei der Korrelationsmatrix fällt auf, dass, mit Ausnahme des Roll Maßes und dem Hoch-Tief-Schätzer, der CLI negativ korreliert. Diese negativen Vorzeichen können irreführend sein. Deshalb soll folgendes dazu bemerkt werden: Ein hoher CLI-Wert bedeutet eine hohe Liquidität. Bei den anderen drei Kennzahlen gilt der umgekehrte Fall und somit können die negativen Vorzeichen ignoriert werden.

Die Beobachtungen der Roll Maße in Abbildung 8.6 bestätigen sich bei einem Blick auf die Korrelationsmatrix. Die Tabelle 1 basiert auf allen Ergebnissen der Indizes. Die Tabelle 2 schließt die Zeitpunkte aus, zu denen das Roll Maß einen undefinierten Wert annimmt. Das passiert bei 357 Werten 177 Mal. Laut Tabelle 2 korreliert das Roll Maß mit dem Index von Martin kaum und steht zu den anderen Indizes sogar in einem negativen Zusammenhang. Dasselbe gilt für den Hoch-Tief Schätzer.

Besonders hohe Korrelationen mit allen anderen Kennzahlen (bis auf Roll) zeigt das

explizite Illiquiditätsmaß. Sowie der Conventional Liquidity Index besitzt es die größte Übereinstimmung mit dem Maß von Marsh und Rock. Interessanterweise gehört Marsh und Rock zu einer anderen Gruppe und deckt somit eine andere Dimension ab. Das bestätigt, dass, wie bereits in der Definition erwähnt, der Begriff der Liquidität durch unterschiedliche Faktoren charakterisiert werden kann.

8.8.2 Heatmap

Die Heatmap ist eine weitere Möglichkeit, die Liquidität des Stromproduktes Phelix-DE mit den unterschiedlichen Maßen darzustellen, um sie zu vergleichen. Dabei gibt es bei den Kennzahlen, welche Illiquidität mit einem hohen Wert kennzeichnen, die drei Quantile 68%,95% und 99.7%. Je nachdem zwischen welchen Quantilen das Maß sich befindet, soll eine der Farben in Tabelle 3 zugeordnet werden.

Bei Kennzahlen, die mit einem hohen Wert Liquidität kennzeichnen, werden die Quantile

Farbe	Quantil
Weiß	$x < 0.68$ (die „liquidesten“ Tage“)
Gelb	$0.68 \leq x < 0.95$
Orange	$0.95 \leq x < 0.997$
Rot	$0.997 \leq x < 0.997$ (die „illiquidesten“ Tage)

Tabelle 3: Farben und Quantile

symmetrisch gewählt. Die Heatmap in Abbildung 8.8 lässt auf ein ähnliches Ergebnis schließen wie die Korrelationsmatrix. Das Roll Maß ist auf Grund der vielen undefinierten Werte wenig aussagekräftig und verhält sich unterschiedlich im Vergleich zu den anderen Maßen. Der Hoch-Tief-Schätzer verhält sich auf den ersten Blick in der Heatmap etwas besser als das Maß von Roll. Es kennzeichnet jedoch viel mehr illiquide Phasen als die anderen Schätzer. Außerdem ist in der Heatmap erneut gut zu erkennen, dass beim Hoch-Tief Schätzer die Illiquidität bis zur Lieferung des Assets ansteigt. Diese zwei Ergebnisse führen dazu, dass dem Schätzer mangelhafte Qualität unterstellt werden kann.

8 Analyse

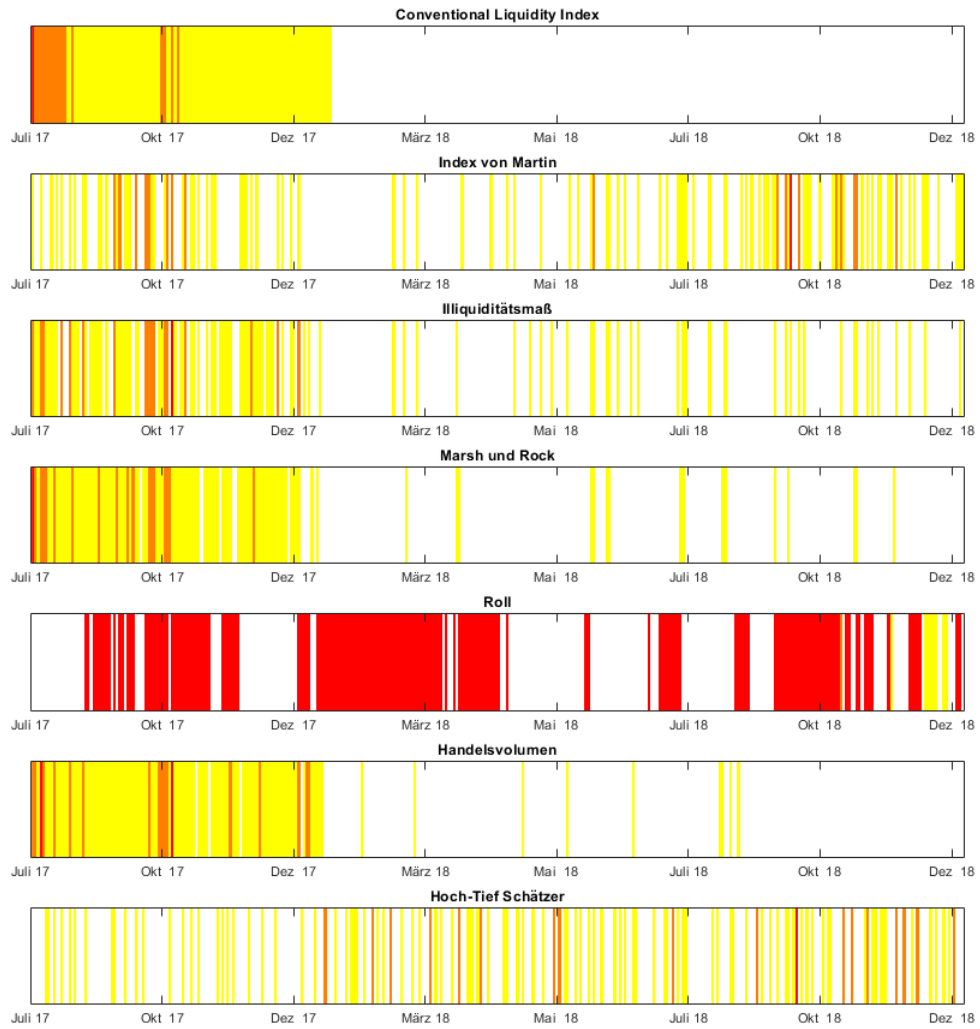


Abbildung 8.8: Heatmap

Bei den anderen Kennzahlen lässt sich immer wieder beobachten, dass sie an denselben Zeitpunkten ausschlagen. Der Conventional Liquidity Index unterscheidet sich hier jedoch von den anderen Kennzahlen. Denn ab Jänner 2018 fällt er keinen einzigen Tag auf das Niveau der illiquiden Tage, welche es im Jahr 2017 gab. Das resultiert unter anderem daraus, dass die Quantile einmal, über die ganze Zeitperiode berechnet werden. Um ein weniger verzerrtes Resultat zu erhalten, wäre es besser für die Quantile nur die nähere Vergangenheit als Basis zu wählen. Das explizite Illiquiditätsmaß und das Maß von Marsh und Rock verhalten sich, wie bei der Korrelationsmatrix, trotz unterschiedlicher Gruppen sehr ähnlich.

9 Fazit

Das Ziel dieser Arbeit war es, Kennzahlen zu finden, um die Liquidität eines Assets oder Marktes messen zu können. Es wurde dargelegt, dass die Liquidität eine substantielle Eigenschaft des Finanzmarktes ist. Es ist wichtig, ein Asset schnell verkaufen oder kaufen zu können. Genauso ist es wichtig, dass die Transaktionskosten gering sind und dass eine Transaktion keinen großen Einfluss auf den Marktpreis hat. Dennoch ist in der Praxis Liquidität keine vorausgesetzte Eigenschaft und es gibt Unterschiede in der Liquidität verschiedener Märkte sowie im Verlauf eines Produktes. Die vorgelegte Analyse in dieser Arbeit verdeutlicht, wie groß diese Unterschiede sein können und gibt mit dem österreichischen Strom Jahresfuture 2019 ein Beispiel für ein sehr illiquide gehandeltes Produkt. Auf der anderen Seite des Vergleiches stand der sehr liquide gehandelte deutsche Strom Jahresfuture 2019. Eine Frage, die in der Motivation dieser Arbeit gestellt wurde, war: Wie sieht es mit der Liquidität des französischen Jahresfuture 2019 im Vergleich zu den zwei anderen aus? In der Analyse wird klar, dass die Liquidität des französischen Produktes sich deutlich vom österreichischen sowie vom deutschen Produkt unterscheidet und sich bezogen auf die Reihenfolge der Liquidität in der Mitte einordnet.

Das bedeutendere Ziel dieser Arbeit war es jedoch, sinnvolle Maße zu finden, um die Liquidität messen zu können. Das Ergebnis der Analyse der drei Produkte war nur deshalb so klar zu erkennen, weil die Liquidität der Produkte sich sehr stark unterschied und nicht aufgrund der Qualität aller in dieser Arbeit vorgestellten Liquiditätsmaße.

Liquidität wird heuristisch schnell einmal erkannt, jedoch ist es schwer, diese zu definieren. Unter anderem deshalb, weil die Bewertungsmaßstäbe arbiträr sind und die Theorie der Liquidität einige Dimensionen aufweist. In dieser Arbeit wurden diese Dimensionen zuerst einmal vorgestellt, um danach Liquiditätsmaße zu präsentieren und zu analysieren.

Es gibt die Dichte eines Marktes, welche die Kosten des Tradings beschreibt und die meist durch den Bid-Ask Spread gemessen wird. In der Theorie ist es sinnvoll, die Liquidität mit dieser Kennzahl zu messen. Wenn die Daten der vergangenen Best-Bid und Best-Ask-Preise in der Praxis gegeben sind, bietet sich der Bid-Ask-Spread als ein brauchbares Liquiditätsmaß an. Jedoch stehen diese Daten oft nicht zur Verfügung und dann wird es schwer ein gutes Maß für die Dimension Dichte zu finden. In dieser Arbeit wurden einige Schätzer des Bid-Ask-Spreads vorgestellt, begonnen mit Roll, welcher 1984 als Erster versuchte den Spread zu schätzen, bis hin zu Li, Lambe und Adegbite, die 2017 einen neuen Spread Schätzer vorstellten. Für die Analyse dieser Arbeit war

jedoch keine von diesen Kennzahlen sehr zufriedenstellend.

Eine weitere Dimension ist die Resilienz, die Geschwindigkeit, mit der die Grenzkosten steigen, wenn das Handelsvolumen steigt. Es wurde ein Modell von Kempf, Mayston, und Yadav vorgestellt, in welchem die Differenz der Bid-Ask-Spreads zweier Zeitpunkte als ein Mean-Reversion-Prozess mit langfristigen Liquiditätslevel θ und Mean-Reversion-Geschwindigkeit δ präsentiert wird. Mit dem Besitz der Daten des Bid-Ask Spread eröffnet sich durch das Schätzen der Mean-Reversion-Geschwindigkeit δ und somit der Resilienz eine weitere Möglichkeit, die Liquidität eines Produktes zu schätzen. Leider gilt jedoch wie bereits bei der Dichte: ohne die Daten des Bid-Ask Spreads ist es schwer eine vernünftige Aussage über die Resilienz zu treffen.

So bleiben für diesen Fall nur mehr die volumenbasierte und die preisbasierte Maße über. Ein grobes Maß für Liquidität ist das Handelsvolumen eines Assets. Es beschreibt die Breite eines Marktes. Es wurde bemerkt, dass ein großes Handelsvolumen oft mit einem leichten Zugang der Assets einhergeht und mit der Höhe der Transaktionskosten negativ korreliert. Wissenschaftler kritisieren jedoch, dass es auch eine positive Beziehung zwischen der Anzahl der Trades und der Volatilität des Marktes geben kann, welche die Liquidität verringern könnte. Das Handelsvolumen bildet die Basis aller volumenbasierten Maße. In der Heatmap in Abbildung 8.8 ist zu erkennen, dass dieses Maß im Vergleich zu den anderen Kennzahlen an selteneren Zeitpunkten ausschlägt. Das Handelsvolumen gibt also einen guten groben Überblick über die Liquidität, aber schließlich wird der Begriff von mehr Dimensionen als nur der Breite abgedeckt und die Suche nach Liquiditätsmaßen geht weiter. Auch bei den volumenbasierten Maßen gab es Kennzahlen, wie den Liquiditätsindex von Hui and Heubel, die Turnover Kennzahl oder den Elastizitätskoeffizient des Tradings, welche für diese Analyse nicht brauchbar waren und deren Sinnhaftigkeit in Frage gestellt wurde. Mit dem Index von Martin, dem Illiquiditäts-Maß von Amihud und der Liquiditätskennzahl von Marsh and Rock fanden sich für diese Arbeit dann doch brauchbare Schätzer für die Breite und Tiefe eines Marktes.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es bereits viele gute Maße für die Breite und Tiefe eines Maßes gibt. Doch Liquidität besteht aus mehr als diesen zwei Dimensionen. Wenn es um Liquiditätsmaße für die Dichte, die Unmittelbarkeit oder die Resilienz eines Marktes geht, ohne dass, Daten der Bid- oder Ask-Preise gegeben sind, so wird die Suche schwierig. Zwar gibt es einige Versuche den Bid-Ask-Spread aus Abschlusspreisen sowie Höchst- und Tiefstpreisen eines Tages zu schätzen, jedoch führen sie zu keinen plausiblen Ergebnissen.

Literatur

- [1] Fernandez Frank. A., Liquidity Risk - New Approaches to Measurement and Monitoring, SIA Working Paper, 1999
- [2] Ouafya Sai, Marin Tadinac, Liquidität der Kapitalmärkte, Diplomica Verlag, 1. Auflage (1999), 1. Oktober 2009
- [3] Oesterhelweg, Olaf; Schiereck, Dirk, Meßkonzepte für die Liquidität von Finanzmärkten, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, Nr. 308, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel, 1993
- [4] Alexander Kempf, Wertpapierliquidität und Wertpapierpreise, Deutscher Universitäts-Verlag, 1. Januar 1999
- [5] Margret Braun, Bid-Ask-Spreads von Aktienoptionen, Physica-Verlag Heidelberg, 19. Juni 1997
- [6] Johannes Gomolka, Algorithmic Trading: Analyse von computergesteuerten Prozessen im Wertpapierhandel unter Verwendung der Multifaktorenregression, Universitätsverlag Potsdam, 2011
- [7] A. Sarr und T. Lybek, Measuring Liquidity in Financial Markets, International Monetary Fund, 2003
- [8] Robert A. Schwartz, Encyclopedic of Finance, City University of New York, 1. Auflage (2006), 2. Auflage 2013
- [9] Suresha B. and Dr.N.Murugan, Ownership Structure and Market Liquidity - Sectorial Evidence From India, Research Journal of Finance and Accounting, ISSN 2222-1697, Vol.5, No.19, 2014
- [10] Alexandros Gabrielsen, Massimiliano Marzo and Paolo Zagaglia, Measuring market liquidity: An introductory survey, Quaderni DSE Working Paper No. 802, Dezember 2011
- [11] Peter Gomber und Uwe Schweickert, Der Market Impact: Liquiditätsmaß im elektronischen Wertpapierhandel, Deutsche Börse AG Xetra Research and New Markets, 2007

- [12] Simon Bünzli, Alexander Eichenberg Matthias Gantenbein, Christoph Kley, Messung der Marktliquidität am Beispiel des Schweizerischen Aktienmarkts, Banking und Finance-Arbeitspapier Nr.1, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften School of Management and Law Stand, Dezember 2013
- [13] Yakov Amihud, Stern School of Business, Illiquidity and Stock returns: Cross-Section and Time-Series Effects, New York University, New York, NY 10012, USA, 2002
- [14] Mosbeh und Mosbahi, Stock Market Liquidity Measurement via the Bid-Ask Spread: Tunis Stockmarket, Business and Economic Research, ISSN 2162-4860, Vol. 6, No. 2, 2016
- [15] Bernt Arne Odegaard, Trading costs - Spread measures, October 2018
- [16] Gianluca Marcato, Liquidity: A Review of Dimensions, Causes, Measures and Empirical Applications in Real Estate Markets, Article in Journal of Real Estate Literature, December 2015
- [17] Hio Loi, The Liquidity of Bitcoin, International Journal of Economics and Finance; Vol. 10, No. 1; 2018, Published by Canadian Center of Science and Education, 2018
- [18] Thierry Foucault, Ohad Kadan und Eugene Kandel, Limit Order Book as a Market for Liquidity, Jänner 2003
- [19] Alexander Kempf , Daniel Mayston, and Pradeep K. Yadav, Resiliency in Limit Order Book Markets: A Dynamic View of Liquidity, November 2009
- [20] Christopher Hian Ann Ting, A Common Measure of Liquidity Costs for Futures and Stock Exchanges, Handbook of Asian Finance, REITs, Trading, and Fund Performance, Elsevier Academic Press, 2014, Seite 225-241
- [21] Zhiyong Li and Brendan Lambe and Emmanuel Adegbite, New Bid-Ask Spread Estimators from Daily High and Low Prices, MPRA Paper No. 79102, De Montfort University, Mai 2017
- [22] Shane A. Corwin und Paul Schultz, A Simple Way to Estimate Bid-Ask Spreads from Daily High and Low Prices, The Journal of Finance Vol. 67, No. 2 (APRIL 2012), pp. 719-759, American Finance Association, April 2012

Literatur

- [23] Wienerbörse, <https://www.wienerbourse.at/handel/specialist-market-maker/>, Stand: 17.1.2019
- [24] Banklexikon, <http://www.banklexikon.info/d/implizite-transaktionskosten/implizite-transaktionskosten.htm>, Stand: 17.1. 2019
- [25] Next-Kraftwerke, <https://www.next-kraftwerke.at/wissen/strommarkt/strompreiszonentrennung>, Stand 22.1.2019
- [26] EXAA <https://www.exaa.at/de/spotmarkt-strom/preiszonensplit-und-spread-gebote>, Stand: 22.1.2019
- [27] Energy Agency https://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/energie_in_zahlen/Factsheet_Strompreiszonentrennung_AEA.pdf, Stand: 22.1.2019
- [28] EEX <https://www.eex.com/de/marktdaten/strom/futures>, Stand 22.1.2019