

ERASMUS UNIVERSITEIT ROTTERDAM  
Erasmus School of Economics

Bachelor Thesis Economie & Bedrijfseconomie

Begeleider: Dr. J. Zenhorst

1 feb 2019

# CRYPTOCURRENCY: HET ANTWOORD OP WELKE VRAAG?

Aanhoudende belangstelling voor virtueel valuta lijkt zich  
te verdelen over een groeiend aantal munten.

## Abstract

Gezien het explosieve koersverloop van veel cryptomunten eind 2017 lijkt de dominantie van bitcoin plaats te maken voor concurrentie. In dit paper wordt onderzocht in hoeverre de prijs van bitcoin wordt gevolgd door zes directe concurrenten, geselecteerd op marktaandeel. Met regressies van de prijzen van de alternatieve munten op bitcoin wordt getracht een koppeling te maken naar de mate van concurrentie, en uitspraken te kunnen doen over de duurzaamheid van deze markt. De belangrijkste bevindingen zijn enerzijds een tweedeling in het waargenomen prijsgedrag van cryptomunten, en anderzijds de implicatie dat de monopolistische voordelen van bitcoin worden gedempt door verbeterde alternatieven.

Justin van der Graaf

322025

## Keywords

Cryptocurrency, competition, network effects

## JEL-code

G19

## Table of Contents

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Inleiding.....</b>                   | <b>2</b>  |
| Onderzoeksvraag .....                      | 3         |
| <b>2. Theoretisch kader.....</b>           | <b>4</b>  |
| 2.1    Introductie cryptomuntmarkt.....    | 4         |
| 2.2    Cryptografie & virtuele munten..... | 5         |
| 2.3    Gerelateerde literatuur .....       | 7         |
| <b>3. Methodiek &amp; Data.....</b>        | <b>10</b> |
| 3.1    Methodiek.....                      | 10        |
| 3.2    Data .....                          | 11        |
| <b>4. Resultaten &amp; Analyse .....</b>   | <b>14</b> |
| 4.1    Bitcoin dominantie.....             | 14        |
| 4.2    Correlatie .....                    | 15        |
| 4.3    Regressie 1 .....                   | 20        |
| 4.3.1    Periode 1 .....                   | 20        |
| 4.3.2    Periode 2 .....                   | 21        |
| 4.4    Regressie 2 .....                   | 24        |
| 4.4.1    Periode 1 .....                   | 24        |
| 4.4.2    Periode 2 .....                   | 24        |
| 4.5    Vergelijking regressie 1 & 2 .....  | 27        |
| <b>5. Discussie .....</b>                  | <b>28</b> |
| <b>6. Conclusie.....</b>                   | <b>30</b> |
| <b>7. Appendix.....</b>                    | <b>32</b> |
| <b>8. Literatuurlijst .....</b>            | <b>33</b> |

## 1. Inleiding

De meest beruchte ontwikkeling binnen de financiële technologie is de *cryptocurrency* (cryptomunt). In het bijzonder *bitcoin* kan aan de aandacht van weinig ontsnapt zijn: diens prijs steeg bijna over de grens van \$20.000 per munteenheid in december 2017. Het grote publiek is uit angst om achter te blijven in de winsten massaal gaan investeren in de bitcoin, en na veel kritiek vanuit de traditionele financiële sector hebben inmiddels ook grote investeringsbanken geïnvesteerd in de cryptomunt (artikel Fortune.com “Goldman Sachs Is Said to...”, 2018). Dit kan drie dingen betekenen; het risico is onder een aanvaardbaar niveau gekomen, het rendement is in hun oordeel toegenomen of uiteraard een combinatie van beiden; kennelijk rechtvaardigen de verwachte winsten het risico. Vandaag blijft het speculeren wat betreft de waarde van toekomstige toepassingen van een dergelijke munt; *Bloomberg News* Journalist Matt Levine beschrijft dit vraagstuk op Twitter in een treffende analogie: “het is alsof de gebroeders Wright airmiles zouden verkopen om de ontwikkeling van het vliegtuig te financieren” (2017).

In tegenstelling tot goud en valuta, waarvan de waarde wordt gewaarborgd door respectievelijk tastbaar goud en de centrale bank, wordt de waarde van een virtuele munt in hoge mate bepaald door potentiële toekomstige waarde in de beleving van de investeerder. Vanaf de vooravond van de cryptomunt-hype heeft bitcoin gedomineerd op de markt, zowel qua prijs, marktkapitalisatie en verhandelde volume. Het vertrouwen in deze munt lijkt daarom groter, terwijl alle munten bij benadering dezelfde toekomstige toepassing vertegenwoordigen.

Voor bepaalde diensten en goederen, zoals valuta en sociale-mediadiensten, is er sprake van een exponentiele toename in gebruikerswaarde naarmate het gebruikersnetwerk groeit. Met andere woorden, de bitcoin wordt steeds waardevoller naarmate meer gebruikers deze virtuele munt aanbieden en accepteren als betaalmiddel. Halaburda en Gandal (2016) concluderen dat bitcoin inderdaad door deze netwerkeffecten een voordelige positie geniet, en dat de markt op moment van publicatie een “*winner-takes-all*”-dynamiek vertoont. Hoe kan dan de explosieve groei in het aantal cryptomunten worden verklaard? Wellicht is er toch meer ruimte voor concurrentie dan wordt gesuggereerd in het laatstgenoemde artikel.

## Onderzoeksvraag

In deze thesis wil ik onderzoeken in hoeverre sprake is van onderlinge concurrentie in de ontwikkelende markt voor cryptomunten. Sinds de popularisatie van bitcoin zijn er jaarlijks honderden virtuele munten op de markt bijgekomen die allen vechten voor een deel van de markt. De dominantie die bitcoin in het verleden genoot lijkt te worden overschaduwd door concurrentie; zolang de vraag niet verzadigd is door het aanbod zullen prijzen stijgen en blijven nieuwe aanbieders toetreden tot de markt totdat een evenwicht is bereikt (Perloff, 2009). Een duurzaam en competitief equilibrium op de markt zou indicatief kunnen zijn van succes als financieel instrument op langere termijn. Het is daarom van belang om te toetsen of de markt voor cryptomunten aan vergelijkbare mechanismen onderhavig is als bestaande financiële producten.

Het ogenschijnlijke monopolistische bitcoin wordt onder meer gekenmerkt door een gebrek aan samenhang tussen prijzen met concurrenten (Halaburda & Gandal, 2016). Om te toetsen of de markt voor cryptomunten een ontwikkeling doormaakt worden onderstaande hypothesen gevormd om antwoord te geven op de bredere onderzoeksvraag.

### *Hypothese 1:*

De voorsprong van bitcoin's marktkapitalisatie op goede alternatieve cryptomunten neemt af.

### *Hypothese 2:*

De prijzen van alternatieve cryptomunten hangen samen met de prijs van bitcoin.

### Onderzoeksvraag:

In welke mate kan de prijsverandering van cryptomunten worden verklaard door prijsverandering in bitcoin?

Om antwoord te geven op deze vraag is deze thesis op de volgende manier gestructureerd. Eerst zal uitleg worden gegeven over de cryptomunt en de context waarin zij zich begeven, en zal gerelateerde wetenschappelijke literatuur worden besproken in het theoretisch kader. Nadat de gebruikte data en gehanteerde methodiek worden geïntroduceerd zullen de resultaten worden uiteengezet en aansluitend besproken, waarna een korte discussie en conclusie volgen.

## 2. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk zal worden stilgestaan bij de positie van de cryptomunt in het economische en wetenschappelijke domein. Voordat over de context van de markt kan worden gesproken zal eerst een uitleg worden gegeven over de technologie en de beoogde functies achter digitaal valuta, waarna bestaande wetenschappelijke literatuur omtrent cryptomunten en concurrentie zal worden besproken.

### 2.1 Introductie cryptomuntmarkt

Het aantal gedecentraliseerde cryptomunten is sterk toegenomen; de teller staat inmiddels op ruim 2000 ten opzichte van slechts enkele jaren geleden, te weten bitcoin (<https://www.investing.com/crypto/currencies>). In 2017 alleen al hebben 902 *initial coin offerings* (initiële beursgang, hierna ook ICO's) plaatsgevonden, 46% waarvan het jaar 2018 niet hebben gehaald (Sedgwick, 2018). Dit wijst sterk op vrije toe- en uittreding van de markt, een van de vier voorwaarden voor de geïdealiseerde wereld van perfecte concurrentie (Perloff, 2009). Naast gemak van toe- en uittreding, ook de beleving dat er een relatief homogeen product wordt aangeboden en transparantie in prijs zijn twee assumpties die wijzen op concurrentie. Over de laatste voorwaarde, te weten lage of verwaarloosbare transactiekosten, kan worden gediscussieerd gezien de huidige kosten om een bitcoin te kopen.

De revolutionaire technologie die aan de digitale munteenheid ten grondslag ligt, *blockchain*, zou door haar transparante aard van zou volgens sommigen het bankenwezen misbaar kunnen maken. Digitale munten worden echter op het moment spaarzaam gebruikt als betaalmiddel; zo is het merendeel van de handel in bitcoin speculatief (Yermack, 2013). De hoge mate van volatiliteit kenmerkend voor de munt vormt immers een grote belemmering om als betaalmiddel te worden ingezet. Luther (2015) beargumenteert verder dat cryptomunten niet zullen slagen in de aanwezigheid van gezonde financiële instanties, echter is zijn argument gestoeld op de aanname dat deze hoofdzakelijk als betaalmiddel zullen worden gebruikt.

Desondanks zijn er wel cryptomunten die onder omstandigheden wel maatschappelijke waarde toevoegen - door onder meer netwerkeffecten (Li & Mann, 2018). Bijvoorbeeld camerafabrikant Kodak heeft kenbaar gemaakt op termijn een eigen munt aan te bieden voor haar community; het is denkbaar dat een dergelijk specifieke munt kans van slagen heeft daar journalisten hun fotografiewerk met een veel breder publiek transparant kunnen delen, terwijl de eigendomsrechten gewaarborgd blijven door een algemeen erkend netwerk. Een beruchtere coin is *gram*, van berichtenapplicatie Telegram, die voor het recordbedrag van 1,7 miljard dollar investeerders heeft aangetrokken en van plan is een groot netwerk aan digitale diensten met blockchain te beheren, genaamd *Telegram Open Network* (TON). Deze beursgang heeft logischerwijs de stem van ICO-sceptici verheven in de media, maar het nominale bedrag indiceert ook een zekere mate van vertrouwen dat het project zal slagen. Afsluitend, substitutie tussen cryptomunten wordt in toenemende mate waargenomen; wanneer een beter alternatief zich aanbiedt met verwaarloosbare *switching-costs* zal de monopolist terrein verliezen (Luther, 2015).

## 2.2 Cryptografie & virtuele munten

Een cryptomunt is een gedecentraliseerde virtuele munt die door middel van cryptografie wordt gewaarborgd. Het wordt veelvuldig vergeleken met een multilateraal grootboek, welke over alle aangesloten knooppunten moet kloppen. Met een digitale portemonnee (*wallet*) kan men digitale valuta vasthouden en deze munten rechtstreeks met een andere partij verhandelen – zonder tussenkomst van een intermediair als een bank. Om te begrijpen wat de stijging in het aantal cryptomunten veroorzaakt is het van belang om naar de achterliggende technologie van deze munt te kijken, met name het brede scala aan toepassingen die baat hebben bij een gedecentraliseerde wijze van overeenkomsten waarborgen.

Het idee van een virtuele valuta stamt af van eerdere pogingen om een digitaal betaalmiddel te creëren, welke allen last hadden van het *double-spending problem* (waar mazen in de code uit konden worden gebuit om dezelfde munt meermaals uit te geven). De in 2008 gepubliceerde paper van Satoshi Nakamoto (pseudoniem) gaf met *bitcoin* hiervoor de oplossing. De munt wordt gedefinieerd als een streng aan digitale handtekeningen, of wel blokken informatie (*blockchain*). Elk blok wordt met een tijdstempel, een zogeheten hash-functie, en een kenmerk van zowel de verkopende als de ontvangende partij, gekoppeld aan de voorgaande blok. Zo heeft elk blok een referentie naar zijn voorganger, en ontstaat er een reeks aan informatie die mede wordt bepaald door de blokken ervoor. Het voordeel hiervan is dat aanpassingen alleen kunnen worden aangebracht door de hele keten in kwestie te herschrijven – een praktisch onmogelijke taak voor robuuste *blockchains*. Het beveiligen en beheren van waarde wanneer een centraal instituut ontbreekt riep veel scepsis op, echter met het zogeheten *proof-of-work (PoW)* wijze van transactieverificatie wordt het probleem gepareerd. Dit concept berust op de asymmetrie van het werk, van enerzijds moeite om een probleem op te lossen en anderzijds gemak om de uitkomst te controleren.

*Miners*, in zekere zin grootboekbeheerders, zijn een subset van de de reeds genoemde (netwerk)knooppunten en spelen een cruciale rol in de infrastructuur van bitcointransacties. Nieuwe transacties worden naar alle miners gestuurd waarna zij individueel de transacties in een blok verzamelen. De *miners* concurreren om zo snel mogelijk een waarde te vinden die voldoet aan de hash-functie van het nieuwe blok (voor bitcoin is dit de *SHA-256 hash-functie*, er zijn munten die alternatieve bewijzen gebruiken). Wanneer een bewijs van de oplossing (PoW) wordt gevonden, zal het blok gepubliceerd worden aan de andere *miners*. Deze controleren vervolgens de transacties op validiteit en zorgen ervoor dat er geen dubbele betalingen plaatsvinden. Overeenstemming betreffende het juiste blok wordt gesignaleerd door op het vermeende juiste blok verder te bouwen.

De *miners* worden geprikkeld om als eerste een correct blok te publiceren door het protocol behorend bij een reeds aangemaakte blok: hierin wordt vastgelegd dat een nieuwe aantal munten (over lange tijd negatief afhankelijk van het aantal bitcoins in omloop) wordt toegekend aan de auteur van het nieuwe blok. Daarnaast zullen *miners* in toenemende mate worden gecompenseerd voor hun verificatiewerk door de transactiekosten die aan hen worden betaald, daar de beloning voor nieuwe blokken per 210,000 nieuwe bitcoins halveert. De onderlinge concurrentie is daardoor hoog, en de rekenkracht die benodigd is om als snelste een blok toe te voegen neemt ook steeds toe. De benodigde hoge energiekosten hebben daarom geleid tot vragen over de houdbaarheid en winstgevendheid van bitcoin's mining-infrastructuur (O'Dwyer & Malone, 2014).

Er bestaan cryptomunten met andere protocollen voor het valideren van transacties. De eerste van zijn soort was peercoin, de bekendste is sinds recentelijker ether. *Miners* van deze munten lossen de blokken op door middel van *Proof-of-Stake* (PoS) algoritmes. King en Nadal (2012) introduceren met peercoin de PoS, alhoewel er gelijkenissen zijn met enkele ideeën van Laurie (2011) over het aanwijzen van het te belonen knoppunt. Tot de voordelen van PoS behoren een snellere en efficiëntere verwerkingstijd van transacties, maar vooral de verminderde energiekosten lijken doorslaggevend geweest voor ethereum om de overstap te maken. Verder beargumenteert Vasin (2014), intellectueel vader van blackcoin, dat de PoS veiliger is door de wijze waarop consensus wordt bereikt door de grootboekbeheerders.

Naast een andere infrastructuur dan bitcoin schuilt in blackcoin en ether een aanwijzing betreffende potentiële economische waarde. Beiden bieden mogelijkheden voor *smart contracts*, of wel een digitaal contract die na ondertekening onder specifieke omstandigheden automatisch tot uitvoering overgaat. Dit type contract bestaat uit een computercode waarin details van een transactie en bijbehorende voorwaarden op een blockchain worden opgeslagen; de publiekelijke blockchain garandeert transparantie en kweekt daardoor vertrouwen. Blockchain technologie vindt in de vorm van pientere contracten een concrete toepassing, maar naast transacties kan een dergelijk contract ook worden ingezet voor het bijhouden van eigendommen, zowel intellectueel als tastbaar van aard.

Het abstracte karakter van de virtuele munt maakt een hoge prijs als voor bitcoin is waargenomen onwettelijk. Paradoxaal als het is lijkt de onduidelijkheid over de waarde van toekomstige toepassingen van blockchain de drijfveer van het succes. De lijst van denkbare applicaties is onuitputtelijk, maar Cong en He (2018) stellen dat de overeenkomstige factor het principe van een “gedecentraliseerde consensus” zou zijn. Dit zou ten goede komen van de robuustheid van het milieu en zouden de kosten voor een begeleidende of intermediaire partij wegvallen. Het is daarom van belang om twee waarde-factoren van de cryptomunt te onderscheiden; enerzijds het (in sommige gevallen over-) optimisme van investeerders in de potentie van de technologie, en anderzijds de daadwerkelijke marktprijs.

Het geloof is hetgeen waaraan de munt zijn bestaansrecht ontleent, maar de productiekosten van een bitcoin zijn van groter belang bij het bepalen van de prijs; zie hierover Hayes (2017), of Li en Wang (2017). Het blijkt te naïef om te stellen dat het prijspeil een willekeurige pad bewandeld, er zijn wel degelijk meetbare factoren werkzaam op de prijs – al zijn deze wellicht moeilijk te achterhalen. Het erratische koersverloop zal ten dele zijn oorzaak vinden in wispelturig en speculatief handelsgedrag, maar het is moeilijk om exact te kwantificeren hoeveel vraagverschuiving wordt veroorzaakt door over- en onder reacties in de nasleep van relevant nieuws. Het is daarom van belang om te onderscheiden welk deel van de marktprijs wél opgebouwd is vanuit herkenbare inputfactoren.

Het onderzoek van Li en Wang (2017) impliceert dat er een digitaal product wordt afgeleverd, met als inputfactoren de rekenkracht (en dus elektriciteit) om een bitcoin te verkrijgen. Daarnaast vinden zij dat de prijs zich verankert rondom de productieprijs, hoewel in de eerste fase van het onderzoek veel speculatieve handel plaatsvond en de prijs verder van de theoretische fundamentele waarde afweek. Hayes bevestigt verder in zijn onderzoek dat de prijs steeds concurrerender wordt doordat veel alternatieve munten in bitcoin zijn uitgedrukt en er kans op arbitrage zou zijn als de prijzen van de fundamentele waarde af liggen. Dit is in schril contrast met het onderzoek van Cheah & Fry (2015), waarin wordt gesteld dat de fundamentele waarde van een digitale munt nul is. Naast onderzoekers, privé-investeerders en institutionele beleggers hebben ook regulerende instanties bijzonder veel

moeite met het kwalificeren van een cryptomunt. Sommige landen beschouwen het als betaalmiddel of als investeringsinstrument, in uitzonderlijke gevallen geldt een algeheel verbod uit angst voor fraude en maatschappelijke ontwrichting. In het volgende hoofdstuk zal de definitie en regulering van de cryptomunt aan bod komen.

### 2.3 Gerelateerde literatuur

Inherent aan het jonge onderzoeksgebied van de Blockchain en bitcoin is het beperkte aanbod wetenschappelijk literatuur. Studies trachten bestaande economische wetten en uitkomsten toe te passen op, dan wel terug te vinden in, de wereld van de cryptografie. De studie van Corbet, Meegan, Larkin, Lucey en Yarovaya (2018) heeft zelfs gekeken naar potentiële verbanden tussen cryptomunten en andere financiële instrumenten. In het geval van dit artikel is alleen al het uitsluiten van een verband een conclusie (kennelijk moeten de prijsschommelingen van dien als onafhankelijk worden beschouwd). De beschikbare literatuur is om deze reden heel divers, en heeft veelal raakvlakken met minimaal één ander onderwerp binnen de gevestigde financiële onderzoekswereld. De belangrijkste onderwerpen om te belichten in dit hoofdstuk spelen mee op het speelveld van mededinging en creatie van economische waarde. Deze aspecten kunnen bij een financieel instrument zonder tastbaar onderliggende activa (bijvoorbeeld de cryptomunt) een indicatie geven welke economische waarde wordt vertegenwoordigd door de steun van investeerders.

In de breedste zin is een cryptomunt een verhandelbaar financieel instrument. Veel munten dienen als betaalmiddel, maar er kunnen ook munten worden uitgegeven om kapitaal op te halen. Hierin zit een onderscheid tussen verhandelbare *security-tokens* die eigendom van een bedrijf vertegenwoordigen, of *utility-tokens* die recht geven op een (eventueel nog-te-ontwikkelen) dienst in een later stadium. Corbet et al. (2018) bespreken ook kort de problematiek rondom het definiëren van een virtuele munt als beleggingsproduct of betaalmiddel, en proberen te achterhalen of er enige verbanden bestaan tussen de cryptomunt en traditionele financiële activa. Zij ontleden de variantie van prijzen in de periode tussen 2013 en 2017, en meten de richting en kracht van *spillover*-effecten tussen onder andere cryptomunten, de S&P 500 index, de dollar wisselkoers en goud. Doordat er een gering *spillover*-effect wordt waargenomen richting de cryptomuntmarkt concluderen zij dat de cryptomunt zijn eigen type instrument is, die sterk onderling maar nauwelijks met andere financiële instrumenten verbonden is.

Het is bovendien moeilijk gebleken om de cryptomunt te definiëren binnen de kaders van de huidige financiële wetgeving. De *Securities and Exchange Commission* (SEC) is afgelopen jaar duidelijker in haar taal dat de meeste cryptomunten zullen vallen onder bestaande wet- en regelgeving van effecten, evenals de beurzen waar deze worden gehandeld. Zij beroept zich op de *Howey-test*<sup>1</sup>, en stelt dat aan de criteria is voldaan. Deze zomer is de toon echter weer gematigd; er zal per geval worden gekeken in welke klasse deze valt: een beleggingsinstrument, een betaalmiddel of een *utilitytoken*. Deze grondige aanpak, waar onder andere wordt gekeken naar details over de aanstaande munt en inzicht in de financiën van het bedrijf. Deze maatregelen zijn volgens hen nodig om de fraude die in de sector voorkomt tegen te gaan. De noodzaak voor regulering wordt des te meer aangetoond

---

<sup>1</sup> Uitspraak Amerikaans hooggerechtshof tegen citrusboer Howey. Deze teler verkocht land aan investeerders, die op hun beurt rendement wilden oogsten ten gevolge van andermans inzet en werkzaamheden. De uitspraak wees de boer erop dat de transactie moest worden vastgelegd bij het S.E.C. daar het om speculatieve investeringen ging. Het criterium luidt vandaag: er is sprake van speculatie als het beoogde rendement door de inzet van een derde partij wordt gegenereerd.

in de paper van Gandal, Hamrick, Moore en Oberman (2016), waar prijsmanipulatie op een van de eerste beurzen Mt. Gox wordt uitgelicht. Met name één agent, genaamd *Willy Bot*, heeft eind 2013 structurele verdachte bitcoin aankopen gedaan (à \$2.5 miljoen per keer) die samen met de minder beruchte *Markus Bot* dagelijkse prijsstijgingen van 4% teweegbrachten. Uit regressieanalyse blijkt dat *Willy Bot* naar alle waarschijnlijkheid (met een p-waarde van 0.1%) verantwoordelijk is voor de stijging van de BTC/Dollar wisselkoers, die eind 2013 ruim verzesvoudigde van \$150 naar \$1000.

Gandal en Halaburda (2016) hebben onderzocht in hoeverre er concurrentie in de markt voor cryptomunten heerst. Binnen het kader van de tegengestelde substitutie- en versterkingseffecten proberen zij te bepalen of de prijzen van bitcoin en diens concurrenten verband houden. Omdat de prijzen collectief stijgen wordt correlatie hier beschouwd als een indicatie dat er substitutie plaats vindt tussen bitcoin en alternatieven. De resultaten zijn ambivalent. De drie opeenvolgende periodes in hun onderzoeksperiode (mei 2013 tot juli 2014) geven een veranderende conclusie; in de eerste en derde periode geldt dat bitcoin door *first-mover advantage* en netwerkeffecten de markt naar zich toe lijkt te trekken, in de tweede periode is er echter sprake van concurrentie, maar in de afsluitende periode van hun onderzoek wordt wederom monopolistisch koersgedrag van bitcoin waargenomen. Ook de resultaten van Iwamura, Kitamura en Matsumoto (2014) echoën het sentiment dat bitcoin noch de onverbeterlijke winnaar is, noch een verliezer; ondanks de grote voorsprong is er ruimte gebleken voor ruim honderd andere munten (ten tijde van hun schrijven), wat in de auteurs' ogen een gezond concurrentiesignaal betreft.

De *first-mover advantage* zoals beschreven door Robinson, Kalyanaram en Urban (1992) kan blijvende concurrentievoordelen opleveren, echter kunnen veranderende omstandigheden deze weer ongedaan maken. Suarez en Lanzolla (2007) gaan in op de factoren die invloed hebben op de potentie van een (blijvende) concurrentievoorsprong. De snelheid van de technologische vooruitgang in de industrie heeft bijvoorbeeld een grote invloed; wanneer deze snelheid relatief laag is, wordt het moeilijker voor concurrenten om de originele entrepreneur in te halen. In het geval van bitcoin is er een razendsnelle vooruitgang in de technologie dat concurrenten meer kans biedt om voorlopers bij te halen. Hiertegenover staat dat in deze specifieke industrie een *first-mover* een groot voordeel geniet van de netwerkeffecten die ontstaan wanneer steeds meer mensen zich tot de dienstverlening wenden.

Lange tijd is bitcoin de enige cryptomunt op de radar geweest van het grotere publiek, en mede hierdoor is er een zelfversterkend effect opgetreden (Katz & Shapiro, 1994). Dit netwerkeffect wordt door middel van een groeiende gebruikerskring meer waard, omdat het nut voor alle afzonderlijke gebruikers toeneemt bij toetreding van nieuwe gebruikers. Luther (2015) geeft ook verslag van netwerkeffecten in tandem met *switching costs*. Hij laat zien dat, ondanks dat een geldende valuta inferieur wordt bevonden door alle gebruikers, de kosten om een gecoördineerde overstap te maken een belemmering vormen. Dit lijken beide symptomen van *first-mover advantage*, maar in de laatstgenoemde paper wordt het gebruikt als argument tegen bitcoin als vervanger van bestaande valuta; fiatgeld is immers de huidige betaalwijze.

Als laatste onderwerp is de veelbesproken bubbel rondom met name bitcoin. Per definitie ontstaat de grootst mogelijke bubbel wanneer de fundamentele waarde nul is. Zoals eerder benoemd verdachten Cheah en Fry (2015) in het verleden de cryptomunt hiervan en bewijzen zij het bestaan van een speculatieve bubbel (hoge rendementen en relatief lage volatiliteit als gevolg van overmoedigheid van investeerders), maar een jaar daarna stellen zij

in nieuw onderzoek (2016) dat een negatieve bubbel voor bitcoin en ripple is ontstaan in de eerste helft van 2014 (met bijbehorend laag rendement). Zij wijten dit aan exogene schokken als het Chinese verbod op bitcoin en het sluiten van handelsbeurzen. Verder illustreren ook Corben, Lucey en Yarovaya (2018) het bestaan van bubbel-gedrag in de markten voor bitcoin en ethereum. Met recentere data (januari 2009 tot november 2017) testen zij of de prijsstijgingen gevolg zijn van fundamentele drijvers of van speculatieve factoren; aanvankelijk lijken fundamentele elementen van prijsbepaling invloed te hebben, echter ebben deze snel weg, duidend op de rol van speculatief investeringsgedrag.

Dit onderzoek breidt voort op de literatuur naar concurrentie binnen de cryptomuntwereld. Ondanks indicatoren dat bitcoin over een unieke positie beschikt en een eigenzinnig koersverloop kent ten opzichte van concurrenten, zal in de komende hoofdstukken worden betoogd dat er meer cohesie bestaat tussen bitcoin en andere digitale munten dan aanvankelijk gedacht. Het ontdekken van overeenkomstige eigenschappen of patronen zou kunnen worden beschouwd als het volwassen worden van een financieel instrument.

### 3. Methodiek & Data

In dit hoofdstuk zal worden toegelicht hoe de resultaten tot stand zijn gekomen. Eerst zal de gehanteerde methode worden uitgelicht en waarom hiervoor is gekozen, waarna de bron van de data zal worden besproken.

#### 3.1 Methodiek

Om te onderzoeken in welke mate de markt voor cryptomunten wordt gekenmerkt door concurrentie zal er worden gekeken naar de dagelijkse prijsveranderingen van de grootste cryptomunt bitcoin in relatie tot een aantal alternatieve munten (hierna ook *altcoins*). Beginnend met een metriek voor bitcoin marktdominantie, zal uiteindelijk door middel van meerdere regressies een beeld worden geschetst van de onderlinge prijsbewegingen en de implicaties van dien, zoals beschreven in het onderzoek van Gandal & Halaburda (2016).

Om een idee te krijgen van eventuele verbanden tussen bitcoin en altcoins zal eerst worden gekeken naar voortschrijdende correlaties van de prijzen. Er zal een venster van vijftig dagen worden aangehouden als in het laatstgenoemde artikel. Een venster van vijftentwintig dagen liet een minder duidelijke trend zien, terwijl een venstergrootte van honderd de kleinere pieken teniet doet. Negatieve correlaties wijzen op een versterkingseffect van het vertrouwen in bitcoin, terwijl een positieve correlatie tussen de prijzen duiden op een substitutie van investering: investeerders zien meer rendement in andere munten dan bitcoin omdat deze als overgewaardeerd wordt beschouwd; zoals besproken in het vorige hoofdstuk zou er via arbitrage met altcoins winst kunnen worden gemaakt. Analyse van dergelijke correlatiecoëfficiënten zou een indicatie betreffende het concurrentieklimaat kunnen geven.

Aansluitend zal voor deze cryptomunten met behulp van een regressie worden onderzocht in hoeverre de variatie in prijs wordt bepaald door de prijs, relatieve marktkapitalisatie tussen alt- en bitcoin, en handelsvolume van bitcoin. Omdat bitcoin een hele andere orde van grote kent dan de andere munten is besloten om hiervoor te controleren met de relatieve marktkapitalisatie; de relatieve marktmacht van bitcoin varieert immers per dag (het ontbreken van een dergelijk metriek is een van de genoemde tekortkomingen in het onderzoek van Gandal & Halaburda, 2016). Ook het handelsvolume van bitcoin zou een signaal kunnen zijn naar de markt: wanneer grote hoeveelheden munten worden verhandeld kan dit worden geïnterpreteerd als vertrouwen in de munt, maar ook de duurder wordende transacties zouden een invloed kunnen hebben op de keuze om in een andere munt te investeren. Met uitzondering van de relatieve marktkapitalisatie zijn deze variabelen ook gebruikt in het concurrentieonderzoek van Gandal & Halaburda (2016).

Om te toetsen of het dagelijkse rendement van de alternatieve cryptomunten ten dele kunnen worden verklaard door het rendement en handelsvolume van bitcoin worden afzonderlijke regressies gedaan. Het doel hiervan is om de eventuele verbanden tussen de onderzochte munten en bitcoin met elkaar te vergelijken. De regressies van elke individuele altcoin op de regressoren wordt met onderstaande formule weergegeven, met het dagelijkse rendement  $r_i(x)$ , relatieve marktkapitalisatie  $MCap(x)$  en procentuele verandering in handelsvolume bitcoin  $\% \Delta vol_i(BTC)$ .

### Regressie 1

$$r_i(alt) = \beta_0 + \beta_1 * r_i(BTC) + \beta_2 * MCap\left(\frac{ALT}{BTC}\right) + \beta_3 * \% \Delta vol_i(BTC) + \varepsilon_i$$

Waar het rendement als volgt is gedefinieerd:

$$r_i(alt) = \frac{p_t(alt) - p_{t-1}(alt)}{p_{t-1}(alt)}$$

Waardes voor  $\beta_1$  richting één kunnen indicatief zijn van substitutie effecten aangezien de positieve correlatie met het rendement van bitcoin erop wijst dat investeerders ook positief naar andere munten kijken.

Afsluitend zal er met gebruik van *Google Trends* data twee extra variabelen worden gemaakt: een proxy voor de populariteit van cryptomunten in het algemeen, en een variabele die het interactie-effect tussen bitcoin rendement en deze proxy vangt. Hierover zal in het volgende deelhoofdstuk langer bij stil worden gestaan. Daar de *Google Trends* data slechts op wekelijkse basis beschikbaar is, wordt een concessie gemaakt door alle variabelen terug te schalen naar wekelijkse frequentie. Het tweede model ziet er als volgt uit:

### Regressie 2

$$r_i(alt) = \beta_0 + \beta_1 * r_i(BTC) + \beta_2 * MCap\left(\frac{ALT}{BTC}\right) + \beta_3 \% \Delta vol_i(BTC) + \beta_4 GT + \beta_5 GT * r_i(BTC) + \beta_6 \varepsilon_i$$

## 3.2 Data

Aanvankelijk zijn de cryptomunten met de grootste marktkapitalisaties geselecteerd voor onderzoek. Van deze top vijftien munten is op basis van ouderdom – wat bewijst dat de munt een bepaalde demografie in de markt succesvol duurzaam aanspreekt – een vervolgselectie gemaakt. De reden dat marktkapitalisatie als criterium voor selectie is aangebracht is de verwachting dat deze de grootste bron van concurrentie vormen, immers hebben de vijftien grootste cryptomunten 90% van de markt in handen ([www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com)). Prijs is niet geschikt als maatstaaf daar bijvoorbeeld ripple, een van de grootste munten qua marktwaarde, een bijzonder lage prijs per munt nastreeft om de verhandelbaarheid te stimuleren. Daarnaast zijn een aantal munten geselecteerd die ten tijde van uitgifte de eerste differentiërende stappen hebben ondernomen.

Via een van de grootste beurzen, [www.binance.com](http://www.binance.com), worden de meest populaire en kapitaalintensieve cryptomunten verhandeld (bitcoin, ripple en ethereum), waardoor dit bij uitstek een goed begin vormde. Deze site heeft echter beperkte cryptomunten beschikbaar. Ook is er op [www.coinexchange.io](http://www.coinexchange.io) en [www.COE.io](http://www.COE.io) gezocht naar een verzameling representatieve munten, echter ontbreken op de meeste beurzen minimaal één van de belangrijke cryptomunten. Bovendien vragen beurzen geld om inzage te krijgen in historische data.

Om deze redenen is een concessie gedaan, en is via [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com) de benodigde data van de selectie munten opgehaald. Deze website is geen beurs en heeft daarom geen actuele prijzen; in plaats hiervan maakt het gebruik van een gewogen gemiddelde (met handelsvolume als wegingsfactor) van alle beurzen waarop de afzonderlijke munten worden verhandeld. Helaas kan de populariteit van sommige beurzen hierdoor de

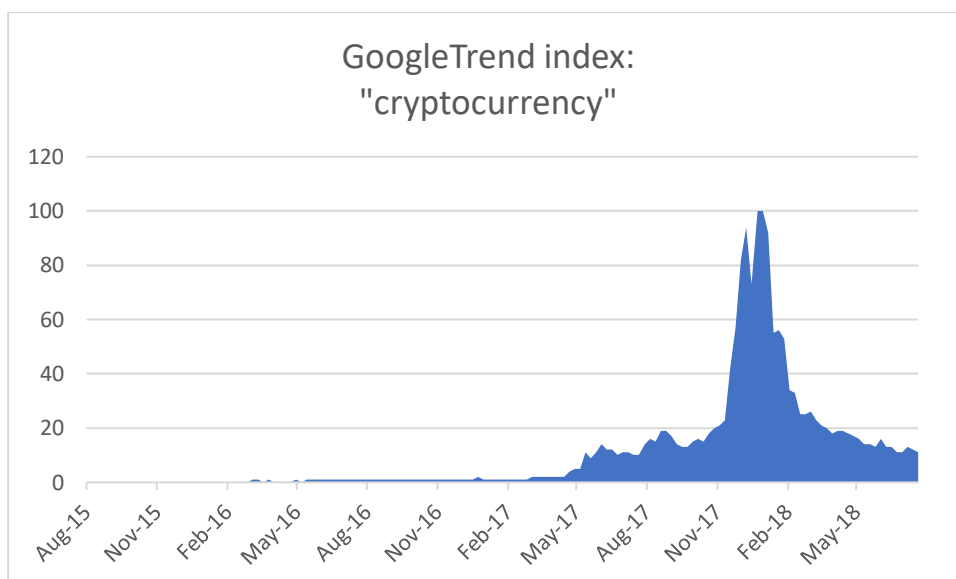
data en resultaten beïnvloeden; het is denkbaar dat er ook andere afwijkingen in de uiteindelijke gepubliceerde cijfers van [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com) komen wegens de vele informatiekkanalen die gebruikt worden. Bijvoorbeeld de vernieuwingstijd van de beursprijzen kunnen zodanig uit elkaar zitten dat de bronwebsite in de berekening van de geaggregeerde prijs één beursprijs actueel meeneemt terwijl een andere beursprijs relatief achterhaald is.

Zoals besproken zijn zes munten gekozen uit de top tien van marktkapitalisatie, daar deze de grootste directe concurrenten van bitcoin vormen; de beperkte selectie zal het mogelijk maken inhoudelijk op elk van de relaties in te gaan. Voor de munten in onderstaande tabel zijn dagelijkse sluitprijzen gebruikt voor de periode tussen 8 augustus 2015 en 1 juni 2018. Er is getracht zoveel mogelijk handelsdagen te verzamelen, zodoende is de periode aan de voorzijde beperkt door ethereum, die pas op 7 augustus voor het eerst op de beurs terug te vinden was. De prijzen worden in dollars gegeven, dus in de vorm  $p(\frac{USD}{...coin})$ .

| (01-06-18)            | Prijs (\$) | Volume        | Marktkapitalisatie (\$) |
|-----------------------|------------|---------------|-------------------------|
| <b>Bitcoin</b> (BTC)  | 7,541.45   | 4,921,460,224 | 128,014,475,264         |
| <b>Ethereum</b> (ETH) | 580.04     | 1,945,890,048 | 57,745,653,760          |
| <b>Ripple</b> (XRP)   | 0.623364   | 263,088,000   | 24,019,240,960          |
| <b>Stellar</b> (XLM)  | 0.290022   | 62,207,300    | 5,509,345,792           |
| <b>Litecoin</b> (LTC) | 119.92     | 290,886,016   | 6,701,526,528           |
| <b>Monero</b> (XMR)   | 157.54     | 29,047,300    | 2,507,869,952           |
| <b>Dash</b> (DAS)     | 315.35     | 82,723,800    | 2,470,670,080           |

Tabel 3.1 Momentopname laatste dag van dataset

Naast de data voor de cryptomunten zal ook een proxy voor de algemene populariteit worden meegenomen, namelijk de data van *Google Trends* met als zoekopdracht "cryptocurrency". Deze tool publiceert een wekelijkse index van de frequentie dat de zoekterm is gebruikt, met het piek aantal zoekacties gelijkgesteld aan 100. Zoals te zien bestaat er een piek gemeten van 100 in de twee opeenvolgende weken, te weten de laatste week van december 2017 en de eerste week van januari 2018.



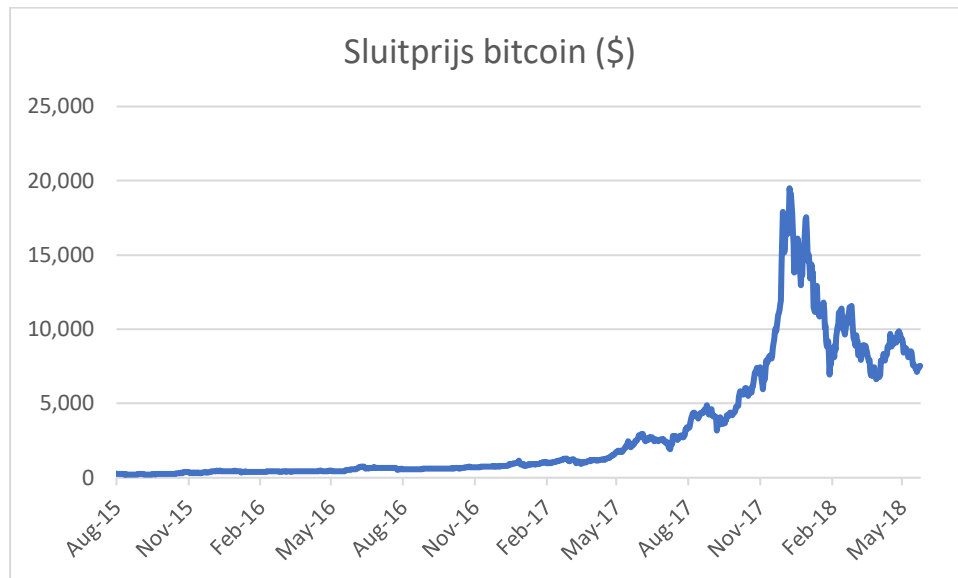
### *Figuur 3.1 Populariteit van de zoekopdracht “cryptocurrency”*

Omdat deze globale interesse in cryptomunten bij benadering samenvalt met de pieken in de prijzen van bitcoin (zie figuur 4.1), zou deze trend een bepalende factor kunnen zijn voor extreme rendementen in deze periode.

Daar bitcoin ten dele synoniem is komen te staan voor de cryptomunt is ook een variabele voort de interactie tussen het rendement van bitcoin en de trendvariabele geconstrueerd:  $GT * r(BTC)$ . De verwachting is dat de manie rondom cryptocurrency in exponentiele mate het rendement van bitcoin stuwt: grote prijstoenames verhogen de aandacht en daarmee de vraag, wat zich wederom vertaalt in opwaartse prijsdruk (een bevestigende illustratie is in appendix figuur 7.1 weergegeven: een logaritmische weergave met stijgende trend). Dit zelfversterkend effect wordt beschreven in het onderzoek van Cheah en Fry (2015), waar wordt gesteld dat de speculatieve bubbel verantwoordelijk is voor de exponentiele prijsstijging. Hier wordt aangenomen dat deze bubbel voor een deel te verklaren is door de toename in belangstelling.

## 4. Resultaten & Analyse

Bij de analyse wordt getracht de verbanden tussen de virtuele munten te onderzoeken, met als doel om een uitspraak te kunnen doen over de concurrentie in de markt voor digitale valuta. Wanneer is vastgesteld dat er concurrentie heerst, kan vanuit de theorie worden gespeculeerd over de aard van de factoren die voor differentiatie zorgen.



*Figuur 4.1 Sluitprijs van bitcoin (\$), dagelijkse frequentie*

In de te onderzoeken periode, van 9 augustus 2015 tot en met 1 juni 2018, zal worden gekeken naar de mate waarin de waarde van zes virtuele munten bepaald wordt door andere variabelen als de waarde van bitcoin. Gezien het koersverloop van bitcoin, met name de vraagtoename eind 2017, is het interessant om te analyseren hoe het prijspeil van de concurrenten van bitcoin – in elk geval wat betreft marktkapitalisatie – in deze onderscheidende periode bewegen. Er zal nadrukkelijk worden gekeken naar eventuele signalen van monopolie-stimulerende netwerkeffecten of concurrentie: de genoemde substitutie- en versterkingseffecten zullen als handvatten dienen om de resultaten te interpreteren.

Allereerst zal oppervlakkig aan de hand van een correlatietabel naar verbanden en gelijkenissen tussen munten worden gekeken. Dit resulteert in het onderscheiden van twee periodes met significant andere correlaties, waarna per periode afzonderlijk wordt gekeken naar het verband tussen de zes altmunten en bitcoin. Afsluitend zal de proxy voor algemene interesse in virtuele munten worden toegevoegd aan een aangepaste regressie op basis van wekelijkse data.

### 4.1 Bitcoin dominantie

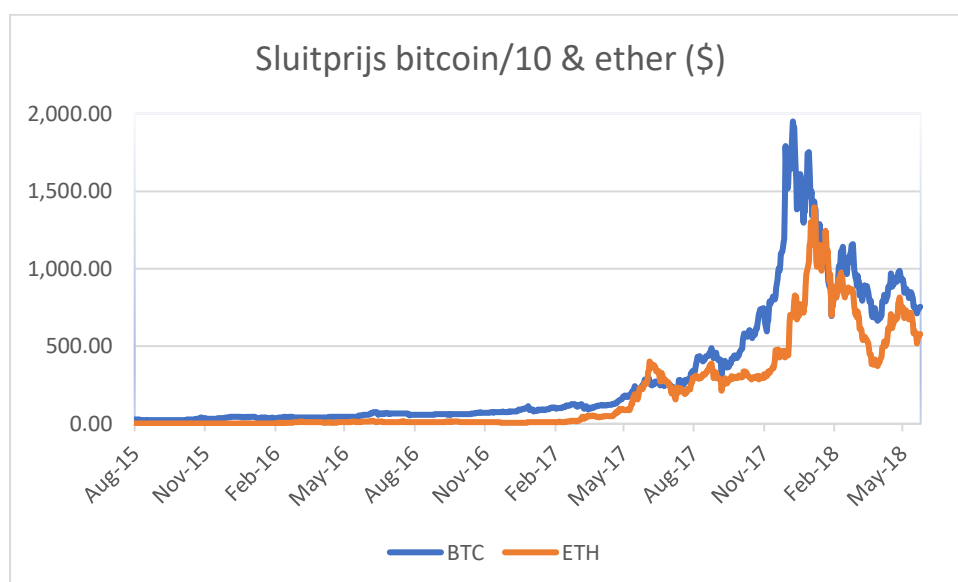
Onderstaand figuur illustreert het verloop van bitcoin's dominantie. In contrast met de hoge piek aan het begin van de onderzoeksperiode, heeft bitcoin in procentpunten van de totale marktwaarde veel terrein verloren. Bitcoin blijft doorgroeien maar de voorsprong wordt verkleind in relatieve termen. Dit lijkt een bevestiging van de eerste hypothese.



*Figuur 4.2 Percentage marktwaarde t.o.v. totale marktkapitalisatie*

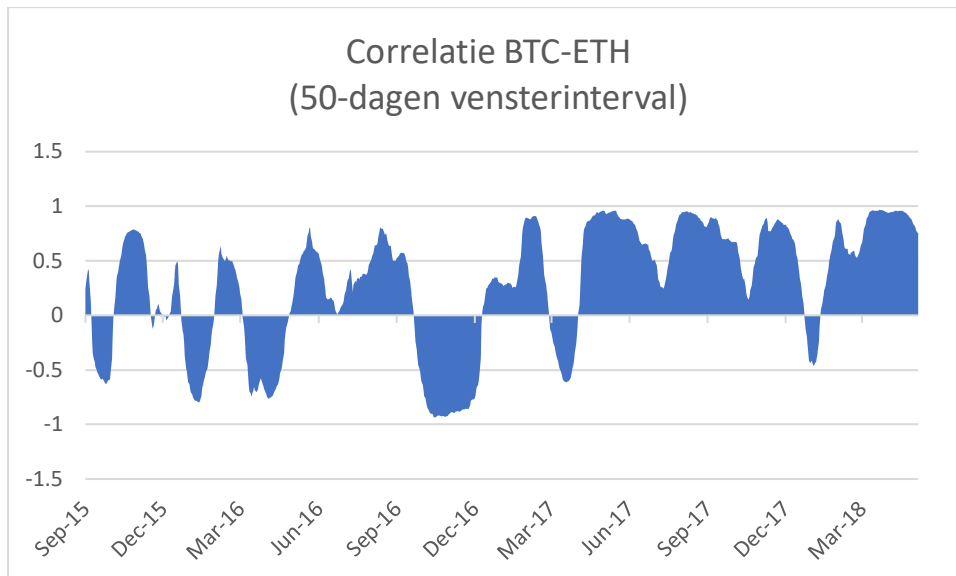
#### 4.2 Correlatie

Aan de hand van onderstaand grafiek is enige co-beweging te zien tussen het prijspeil van bitcoin en ether. Het prijspeil van bitcoin is bij benadering tienmaal groter dan ether; om de twee munten gezamenlijk weer te geven zijn de datapunten van bitcoin met factor tien verkleind. De correlatie blijft ongewijzigd maar het koersverloop van de twee munten is gemakkelijker te vergelijken. Wat opvalt is de groei van ether eind vorig jaar, evenals de correcties daarna, die ook in de koers van bitcoin terug te zien zijn. Dat de extreme stijging in december voor bitcoin ruim eerder is ingezet weerspiegelt de manie rondom deze munt in die periode.



*Figuur 4.3 Sluitprijs bitcoin (factor 10 verkleind) en ether (\$), dagelijks*

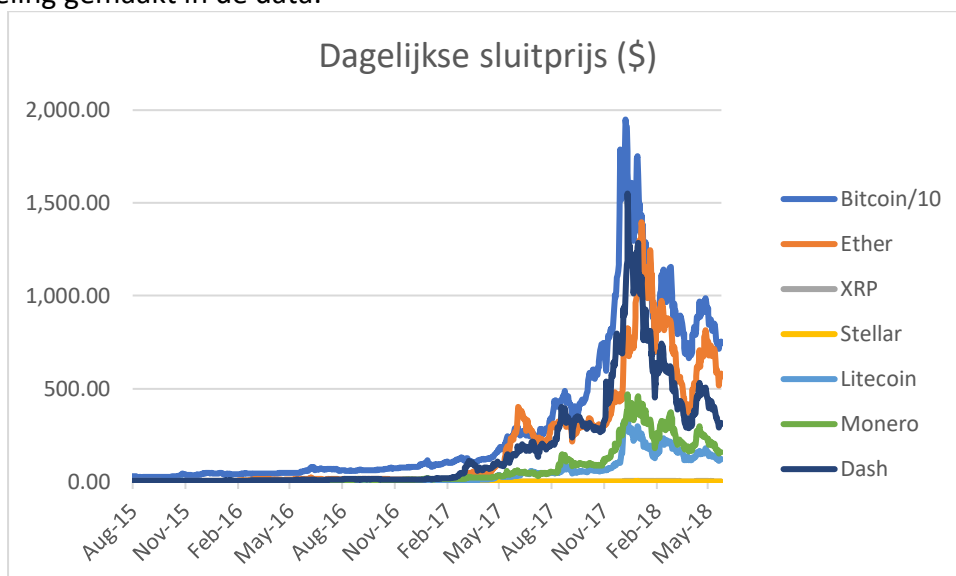
Om inzicht te krijgen in de mate waarin ether van dag-tot-dag met bitcoin meebeweegt is de correlatie gemeten aan de hand van een vensterfunctie met een interval vijftig dagen. Met de 1028 observaties kunnen 979 correlaties worden berekend. Aan de hand van deze punten is wederom een grafiek geconstrueerd, waar het eerste punt (2 september 2015) de correlatie is van de periode 24 dagen voorgaande tot 25 dagen erna.



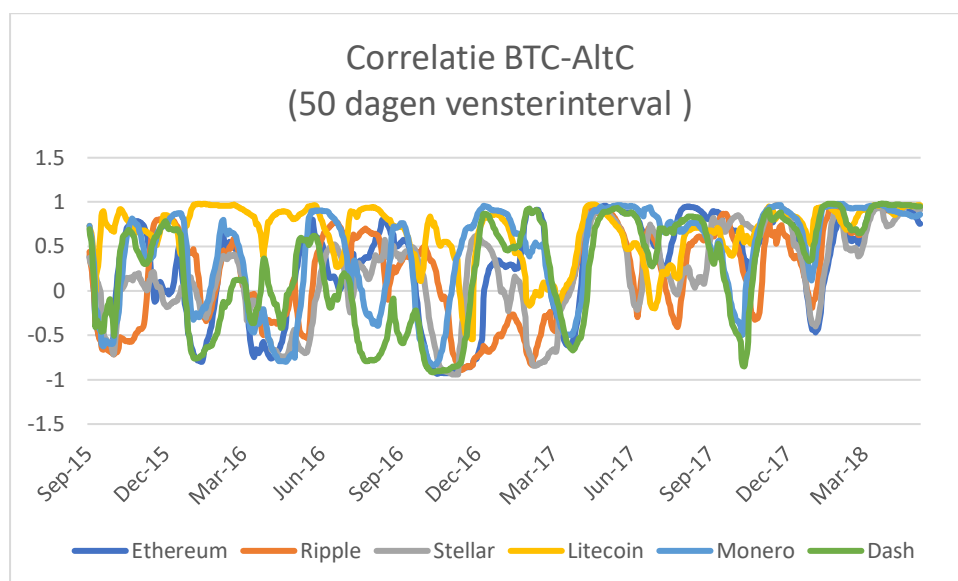
*Figuur 4.4 Correlatie bitcoin en ether a.d.h.v. vensterfunctie met interval 50 dagen*

De correlatie kent meerdere schommelingen door de oorsprong heen. Met name de eerste helft van het tijdsbestek betuigt geen (bij benadering) constante correlatie; in deze periode is bovendien de grootte van de correlatiecoëfficiënt beduidend beperkt. De eerste langere periode van hoge correlatie is het dal eind 2016, waar gedurende een aantal maanden aanhoudende negatieve correlatie richting -1 kan worden waargenomen. Een globale blik wijst daarom op een verandering in de relatie die vanaf het voorjaar van 2017 sterker doorzet. De oppervlakte tussen de grafiek en de x-as is ingekleurd om visueel te benadrukken dat er sprake lijkt te zijn van een verandering in de dynamiek tussen ether en bitcoin. Het substitutie-effect lijkt na deze omslag te domineren.

Het gedrag van de vijf overige munten lijkt naar aanleiding van onderstaande figuren overeen te komen met ether. De lange periode van geringe waardevermeerdering maakt rondom hetzelfde moment plaats voor explosieve groei in 2017. Hoewel er sterke correlatie is over de gehele periode lijken de twee periodes fundamenteel andere karakters hebben. Er is om deze reden aan de hand van de voortschrijdende correlaties en een t-toets een tweedeling gemaakt in de data.



*Figuur 4.5 Sluitprijs bitcoin (factor 10 verkleind) en concurrenten (\$)*



*Figuur 4.6 Voortschrijdende correlatie bitcoin-alt a.d.v. vensterfunctie met interval 50 dagen*

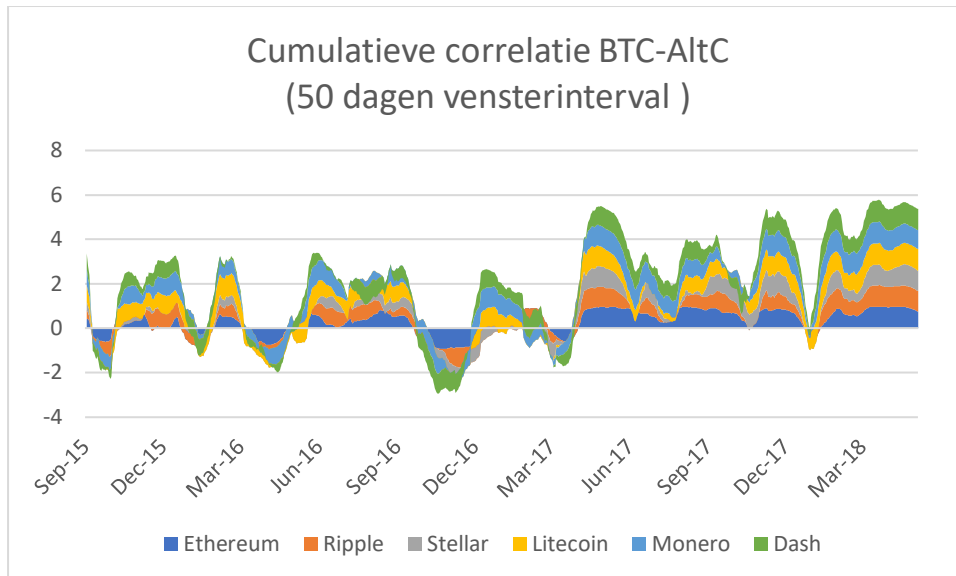
In figuur 4.6 zijn de voortschrijdende correlaties van elke munt uiteengezet; hier vallen de erratische bewegingen op in de eerste periode van de data, gevolgd door overwegend positieve correlaties; dit is gevisualiseerd in figuur 4.6 en 4.7. Op basis van dit correlatiegedrag kan worden gespeculeerd dat het rendement van cryptomunten in het tweede deel van de data sterker samenhangt, indicatief van vergelijkbare marktmechanismen. Per datum zijn de voortschrijdende correlaties van de zes munten bij elkaar opgeteld om de periode aan te wijzen waarin de cryptomunten *gezamenlijk* het rendementsverloop van bitcoin emuleren. Er is aanvankelijk gezocht naar een sommatie die dichtbij de nul lag, en die bovendien in het tijdsbestek van de ommekeer in koersgedrag ligt vanuit de gedachte dat hier de altmunten met bitcoin het minst gemeen hebben.

Met behulp van een F-toets is eerst bepaald of de varianties in deze twee periodes verschillen, waarna de bijbehorende t-toets is uitgevoerd om te controleren of de data in de twee periodes inderdaad statistisch significant van elkaar verschillen. De uitkomsten van deze testen staan in tabel 4.1.

| Statistische toetsen |                    |           |           |
|----------------------|--------------------|-----------|-----------|
|                      | Toetsingsgrootheid | Periode 1 | Periode 2 |
| Gemiddelde           |                    | 0.721     | 3.849     |
| Variantie            |                    | 3.364     | 2.079     |
| F                    | 0.618              |           |           |
| $P(F \leq f)$        | 0.000              |           |           |
| t-statistiek         | 29.821             |           |           |
| $P(T \leq t)$        | 0.000              |           |           |

*Tabel 4.1 F- en t-toets cumulatieve correlatie*

1 april 2017 is aangehouden als eerste dag van de nieuwe periode; de uitkomsten van de F-toets laten zien dat er sprake is van ongelijke variantie, en de t-toets wijst inderdaad op structurele veranderingen in deze periode met een p-waarde op drie decimalen nauwkeurig van nul.



*Figuur 4.7 Cumulatieve correlatie bitcoin-alt a.d.v. vensterfunctie met interval 50 dagen*

Om te onderzoeken hoe de munten zich onderling verhouden worden de correlaties uiteengezet in onderstaand tabel. Er zijn grote verschillen waarneembaar van periode tot periode. Zo zijn de correlatiecoëfficiënten gedurende periode 1 aanzienlijk lager ten opzichte van periode 2. Het gemiddelde is respectievelijk 0.391 en 0.860 voor de eerste en tweede periode; de t-toets sluit inderdaad uit dat dit verschil geen toeval betreft (zie tabel 4.3). Dit geeft aan dat periode twee wordt gekenmerkt door sterkere afhankelijkheid tussen de altmunten en bitcoin, ofwel vergelijkbaarder gedrag van het dagelijkse rendement.

| <b>Correlatie</b> | Bitcoin | Ether | XRP   | Stellar | Litecoin | Monero | Dash |
|-------------------|---------|-------|-------|---------|----------|--------|------|
| <i>Period 1</i>   |         |       |       |         |          |        |      |
| Bitcoin           | 1       |       |       |         |          |        |      |
| Ether             | 0.669   | 1     |       |         |          |        |      |
| XRP               | 0.100   | 0.377 | 1     |         |          |        |      |
| Stellar           | 0.145   | 0.006 | 0.362 | 1       |          |        |      |
| Litecoin          | 0.586   | 0.535 | 0.156 | -0.059  | 1        |        |      |
| Monero            | 0.865   | 0.699 | 0.204 | 0.311   | 0.411    | 1      |      |
| Dash              | 0.651   | 0.869 | 0.235 | 0.015   | 0.315    | 0.754  | 1    |
| <i>Periode 2</i>  |         |       |       |         |          |        |      |
| Bitcoin           | 1       |       |       |         |          |        |      |
| Ether             | 0.831   | 1     |       |         |          |        |      |
| XRP               | 0.737   | 0.849 | 1     |         |          |        |      |
| Stellar           | 0.744   | 0.929 | 0.896 | 1       |          |        |      |
| Litecoin          | 0.928   | 0.882 | 0.805 | 0.821   | 1        |        |      |
| Monero            | 0.943   | 0.920 | 0.841 | 0.866   | 0.960    | 1      |      |
| Dash              | 0.934   | 0.826 | 0.795 | 0.716   | 0.903    | 0.927  | 1    |

*Tabel 4.2 Correlatietabel*

Naast negatieve correlaties die geassocieerd kunnen worden met het versterkingseffect in het voordeel van bitcoin, kunnen lage positieve waarden eenzelfde conclusie ondersteunen omdat bitcoin als snelste groeide. Echter, de opvallend zwakke relaties in periode 1 tussen de altcoins onderling duiden niet op een overweldigend versterkingseffect. Wanneer bitcoin alleen zou genieten van netwerkeffecten en een daar uitvolgend monopolistisch positie zou bekleden, zouden de altcoins naar verwachting sterker met elkaar verbonden zijn door het gezamenlijk verlies ten opzichte van bitcoin.

Op één correlatiekoppel na, te weten ether-dash, is de correlatie in periode twee voor iedere muntencombinatie hoger (het verschil in correlatie tussen ether en dash is in periode twee slechts enkele honderdsten kleiner dan de eerste periode). Zoals genoemd is de gemiddelde correlatiecoëfficiënt 0.860 en is de laagste berekende correlatie 0.716 (tussen stellar en dash). Zowel de richting van het verband als diens intensiteit staan toe om de relaties tussen de munten als robuust en positief te beschrijven.

| <b>Statistische toetsen</b> |                  |           |           |
|-----------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                             | Toetsingsgrootte | Periode 1 | Periode 2 |
| Gemiddelde                  |                  | 0.390     | 0.860     |
| Variantie                   |                  | 0.082     | 0.005     |
| F                           | 15.843           |           |           |
| $P(F \leq f)$               | 0.000            |           |           |
| t-statistiek                | -7.258           |           |           |
| $P(T \leq t)$               | 0.000            |           |           |

*Tabel 4.3 F- en t-toets voor correlatiecoëfficiënten*

Dit wijst in de richting van een substitutie-effect in periode twee; deze hypothese wordt verder gesterkt door het gegeven dat de prijzen van alle munten in deze periode sterke opwaartse druk ervaren. Tabel 4.3 zet de uitkomsten van de statistische toetsen uiteen; de correlatiecoëfficiënten zijn in periode 2 aanzienlijk hoger met een p-waarde van 0.000.

### 4.3 Regressie 1

Voor de regressies wordt gebruik gemaakt van het dagelijkse rendement in plaats van het prijspeil. Een relatieve maatstaf heeft ten opzichte van een nominale schaal het voordeel dat de mate van prijsverschil kan worden beschouwd als aanwijzing van de kracht van onderliggende factoren.

Naast het rendement van bitcoin worden ook variabelen toegevoegd voor het procentuele verschil in handelsvolume van bitcoin, alsmede de ratio marktkapitalisaties altcoin/bitcoin. Omdat een toename in vraag zich vertaalt naar een hogere prijs – de voorraad en toevoer van bitcoins is immers bekend en bovendien niet te manipuleren – zullen ook meer verkopende partijen zich aanbieden op de markt. Het natuurlijke gevolg van een vraagtoename is daarom een toename in handelsvolume. De laatstgenoemde variabele, de ratio tussen de marktkapitalisaties van altcoins en bitcoin, wordt als regressor toegevoegd aan het model om te onderzoeken in hoeverre de relatieve waarde van de munten bepalend is voor het rendement. Hier duidt een negatieve coëfficiënt op een straf voor groei. In onderstaand tabel worden de coëfficiënten van de variabelen en constanten weergegeven per periode, met bijbehorend significantieniveau en toetsingsgrootte. Voordat de formele en inhoudelijke interpretatie van de resultaten wordt gegeven zal oppervlakkig een aantal verbanden, patronen en diens implicaties worden besproken.

Allereerst kan worden opgemerkt dat alle coëfficiënten  $r(BTC)$  positief zijn, en dat per periode deze coëfficiënten een andere orde van grootte lijken aan te nemen. Dit zou impliceren dat het rendement van de alternatieve cryptomunten positief afhangt van het rendement van bitcoin, en dat dit verband door de tijd verschilt in sterkte. Het substitutie- en versterkingseffect lijken met elkaar in een strijd te zijn verwikkeld, waar het substitutie-effect (welke indicatief is van concurrentie) naarmate de tijd vordert dominanter optreedt.

Verder laten de coëfficiënten van de ratio marktkapitalisatie en procentuele verandering handelsvolume een gemengd beeld zien. Negentien van de vierentwintig coëfficiënten zijn negatief, wat indicatief is van een straf voor zowel grootte van de alternatieve munt als voor een hoger handelsvolume van bitcoin.

Vanuit het macro-beeld in de twee voorgaande paragrafen moet worden geconstateerd dat de verklaringskracht van de modellen in gevallen te wensen overlaat. De resultaten van ether in periode 1, waar een *adj. R-squared* van 0.018 gevonden, doen vermoeden dat de belangrijkste factoren ontbreken in het model. Desalniettemin zijn een aantal trends waar te nemen die per periode afzonderlijk zullen worden uitgelicht in de eerstvolgende paragrafen.

#### 4.3.1 Periode 1

In de eerste regressie komen middelhoge positieve coëfficiënten naar voren, met onder- en bovengrenzen van 0.20 en 0.74 voor respectievelijk ripple en litecoin. Er lijkt sprake te zijn van enige correlatie tussen de rendementen van altcoins en bitcoin. De andere twee variabelen laten geen uniform beeld zien, met een hoge variantie van de coëfficiënten per munt en geringe statistische significantie. Periode 1 wordt verder gekenmerkt door lage *adj.*

*R-squared* (één uitschieter 0.28). Ondanks de broze duiding kan alsnog een voorzichtige conclusie worden getrokken. Dat de variatie in het rendement van de onderzochte munten voor een klein deel door het model kan worden verklaard geeft aan dat het rendement van bitcoin niet de belangrijkste driver is van het rendement, noch de relatieve grootte of de verandering in handelsvolume. Het zou daarom onjuist zijn om stellige conclusies te trekken betreffende coëfficiënten in deze periode; deze zijn in gevallen niet significant op 10%.

#### 4.3.2 Periode 2

De resultaten in deze periode geven een duidelijker beeld. Niet alleen is de verklaringskracht voor alle regressies aanzienlijk groter, maar ook hebben de variabele en de constante een significantere betekenis.

De resultaten laten zien dat het rendement van de virtuele munten afhangt van het rendement van bitcoin. De coëfficiënten  $r(BTC)$  zijn in periode 2 bovendien beduidend groter, met een factor van tussen de 1.1 en 2.9 afhankelijk van de munt (gemiddeld met een factor 1.7). Met een t-toets is op 5% significantieniveau gebleken dat de waarden ten opzichte van periode 1 beduidend anders zijn (tabel 7.1 geeft de uitslag van deze toets weer). Deze toename zou geïnterpreteerd kunnen worden als een toename in het substitutie-effect; omdat de rendementen sterker met elkaar samenhangen dan in periode 1 zou er sprake kunnen zijn van een marktbrede toename in vraag. Echter, de lage significantie van de variabelen uit periode 1 tempert deze conclusie.

De variabele voor de ratio tussen de marktkapitalisatie van de altmunt en bitcoin is in deze periode telkens negatief en significant. Verder laat deze coëfficiënt van munt tot munt een interessant patroon zien. De munten zijn in de tabel van links naar rechts gerangschikt op marktkapitalisatie; wanneer van links naar rechts wordt gekeken valt op dat het resultaat per munt groeit. Dit impliceert dat de virtuele munten met een kleinere marktkapitalisatie een hogere straf op het rendement kunnen verwachten wanneer zij in reële termen groeien ten opzichte van bitcoin. Genoteerd moet worden dat de coëfficiënt van stellar niet significant is. Ondanks de waargenomen patronen kan niet worden gesteld dat de waardes gevonden in periode 2 significant verschillen van periode 1; dit zou kunnen betekenen dat de straf op munten met een kleinere marktkapitalisatie hooguit in geringe mate is veranderd tussen de periodes.

De laatste variabele in het model, de verandering in bitcoin's handelsvolume, geeft minder robuuste resultaten. Overwegend negatief zitten deze tussen -0.01 tot -0.05 (uitgezonderd de coëfficiënt van XRP). Wegens de procentuele aard van het rendement  $r(ALT)$  en de regressor leiden deze waardes tot een vermindering van tussen de 0.01% en 0.05% in het rendement van de virtuele munt per procentpunt stijging in het handelsvolume. Dit negatieve effect voor de alternatieve munten kan worden beschouwd als een symptoom van het versterkingseffect: wanneer de vraag voor bitcoin neemt het rendement voor de concurrent af. Afsluitend dient een kanttekening te worden gemaakt betreffende het significantieniveau van deze variabele; driemaal is sprake van een statistisch insignificant coëfficiënt. Ten opzicht van periode 1 is hier geen sprake van een statistisch significant verschil, met een p-waarde van 0.107.

De constante daarentegen is in alle regressies van deze periode op 1% significant. De waarden van de coëfficiënten, tussen de 2.3% en 5.3%, indiceren het rendement wanneer alle variabelen op nul worden gesteld. Deze getallen zijn in de juiste orde van grootte om te spreken van een interpretatie in de werkelijkheid. De constanten uit periode 2 zijn aan de

hand van de t-toets gebleken significant van periode 1 te verschillen (zie appendix 7.1 voor de uitkomsten van deze test).

Ten opzichte van het vergelijkbare onderzoek van Gandal & Halaburda (2016), zijn hier beduidend lagere coëfficiënten gevonden tussen bitcoin en diens concurrenten. Een verklaring hiervoor zou de aanvankelijke onzekerheid kunnen zijn over het toekomstperspectief van cryptomunten. De hogere mate van volatiliteit zou opportunistische investeerders aan kunnen trekken die gelijktijdig op meerdere munten inzetten wegens de grote relatieve prijsstijgingen. In de onderzoeksperiode van reeds genoemde auteurs, mei 2013 tot juli 2014, hebben de voetbodem gecreëerd voor veel type munten, maar inmiddels zijn de grotere en succesvollere munten enigszins losgekoppeld van bitcoin doordat meer informatie bekend is over de specifieke eigenschappen en voordelen van de alternatieven.

| Regressie 1    |  | r(ETH)    | r(XRP)     | r(XLM)    | r(LTC)    | r(XMR)     | r(DAS)     |            |            |            |            |            |
|----------------|--|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Periode 2      |  |           |            |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| r(BTC)         |  | 0.680 *** | 12.569 *** | 0.590 *** | 4.788 *** | 0.828 ***  | 6.693 ***  | 0.829 ***  | 12.605 *** | 12.768 *** | 0.679 ***  | 10.947 *** |
| MCap(Alt/BTC)  |  | -0.046 ** | -2.226 **  | -0.178 ** | -2.513 ** | -0.582 *** | -1.638 *** | -0.949 *** | -3.550 *** | -3.007 *** | -1.779 *** | -3.119 *** |
| %Δvol(BTC)     |  | -0.011    | -1.090     | 0.019     | 0.847     | -0.046 **  | -2.057 **  | -0.031 *** | -2.601 *** | -2.900 *** | -0.012     | -1.069     |
| Constante      |  | 0.023 *** | 2.591 ***  | 0.041 *** | 2.965 *** | 0.027 ***  | 2.894 ***  | 0.051 ***  | 3.897 ***  | 3.233 ***  | 0.053 ***  | 3.211 ***  |
| Observaties    |  | 426       |            | 426       |           | 426        |            | 426        |            |            | 426        |            |
| Adj. R-squared |  | 0.282     |            | 0.067     |           | 0.101      |            | 0.301      |            | 0.299      |            | 0.230      |
| Periode 1      |  |           |            |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| r(BTC)         |  | 0.368 *** | 3.567 ***  | 0.204 *** | 3.017 *** | 0.401 ***  | 5.125 ***  | 0.742 ***  | 15.372 *** | 7.268 ***  | 0.482 ***  | 7.003 ***  |
| MCap(Alt/BTC)  |  | -0.072    | -1.163     | -6.625 ** | -2.061 ** | -0.287     | -0.923 **  | 0.614 **   | 2.020 **   | 1.171      | 0.186      | 0.558      |
| %Δvol(BTC)     |  | 0.000     | -0.051     | -0.009 ** | -1.999 ** | -0.017 *** | -3.204 *** | 0.000      | 0.085      | -0.111     | -0.007     | -1.506     |
| Constante      |  | 0.014 **  | 2.530 **   | 0.013 **  | 2.417 **  | 0.008      | 1.121      | -0.003     | -1.606     | 0.596      | 0.005      | 1.488      |
| Observaties    |  | 600       |            | 600       |           | 600        |            | 600        |            |            | 600        |            |
| Adj. R-squared |  | 0.018     |            | 0.023     |           | 0.055      |            | 0.283      |            | 0.078      |            | 0.075      |

Tabel 4.4 Resultaten regressie 1  
 \*, \*\* en \*\*\* staan respectievelijk voor significantieniveaus 10%, 5% en 1%  
 Toetsingsgrootheden staan achter de coëfficiënten

#### 4.4 Regressie 2

Het is denkbaar dat een verandering in de massaperceptie ten aanzien van cryptomunten de prijzen kan beïnvloeden. Met name de mondiale kennismaking met bitcoin zou een drijvende factor kunnen zijn geweest van de explosieve groei die de cryptomunten hebben getekend. Zoals besproken bij de methodologie zullen twee nieuwe variabelen worden toegevoegd aan de regressies om deze trend te ondervangen.

De frequentie van de trenddata is wekelijks waardoor bij benadering een zevende van het originele aantal datapunten overblijft. De resultaten zijn in de tabel terug te zien; wederom is gekozen voor een uiteenzetting per periode. Opvallend is het gebrek aan eenduidige patronen kenmerkend voor de eerste regressieset. Zo is er geen duidelijk onderscheid te maken voor het gedrag van de data per periode of per munt, en lijkt de significantie van de modellen met enige willekeur te zijn verdeeld.

##### 4.4.1 Periode 1

De uitkomsten van de regressie op de wekelijkse rendementen van bitcoin verschillen per munt enorm. Er lijkt sprake te zijn van een toename in de gemiddelde coëfficiënt in relatie tot de eerdere regressie, maar de zes concurrenten van bitcoin tonen een grote onderlinge discrepantie: de laagste coëfficiënt is -0.74 terwijl de hoogste oploopt tot 1.32. De bijbehorende p-waardes lopen ook sterk uiteen; alleen litecoin en XRP worden gekenmerkt door coëfficiënten significant op 1%, de overige vier munten hebben zodanig lage toetsingsgrootheden dat deze geen van alle onder de 10% norm vallen. Dit heeft uiteraard negatieve implicaties voor de bruikbaarheid van de resultaten.

Ook de andere variabelen schetsen een incoherent beeld; de coëfficiënten voor marktkapitalisatieverhouding en de procentuele handelsvolumeverandering laten grote variantie zien. De eerstgenoemde coëfficiënt begeeft zich in het spectrum tussen 0.40 en 23.01 afhankelijk van de munt, en, dash uitgezonderd, zijn deze waardes niet significant voor  $p = 10\%$ . De waardes voor de coëfficiënt van handelsvolumeverandering liggen nominaal dichtbij de nul, maar hier zit zelfs een grotere factor van variatie tussen de munt met de kleinste coëfficiënt en de munt met de grootste (0.0018 – 0.1279). Wederom zijn deze waardes niet heel betrouwbaar gezien de lage mate van significantie.

De coëfficiënten van de twee nieuwe variabelen – voor de trend en de interactie met  $r(\text{BTC})$  – zijn eveneens niet statistisch significant. De trendvariabele biedt ook geen eenduidig beeld over de richting van een eventueel verband; de zes resultaten schommelen om de nul heen. Het interactie-effect tussen deze variabele en het rendement van bitcoin geven wel hoofdzakelijk negatieve coëfficiënten; dit zou impliceren dat de alternatieve munten minder rendement ervaren wanneer er een piek is in de interesse naar cryptomunten, omdat deze extra aandacht aannemelijk op bitcoin wordt gericht.

Zoals in de eerste regressies voor periode 1 is de verklaringskracht van de modellen beperkt. De metriek voor litecoin is daarentegen buitenproportioneel hoger met een waarde van 0.47; dit lijkt, gezien de context van de overige resultaten, een uitschieter.

##### 4.4.2 Periode 2

De bevindingen van de regressies wijzen analoog aan de eerste uitgevoerde regressies op een (sterker) verband tussen de variabelen in periode twee. De geconstateerde waardes voor  $r(\text{BTC})$  is in vijf gevallen hoger dan de voorgaande periode (echter liggen slechts drie van de bijbehorende p-waardes onder het 10% significantieniveau). De coëfficiënten zijn in vier van

de gevallen hoger dan in dezelfde periode zonder de trendvariabelen. De hogere coëfficiënten duiden op een versterking van het substitutie-effect.

Met een maximumwaarde van 13.41 is het verschil tussen de munten kleiner, maar nog altijd van een grotere orde. Wat verder opvalt is dat de coëfficiënten van regressie één voor periode twee negatief zijn terwijl na het toevoegen van de twee Googletrend-variabelen in alle gevallen waardes groter dan nul worden gevonden; in plaats van een straf lijkt er nu een premie op relatieve groei te zitten.

De coëfficiënten van de variabele voor de algemene interesse in virtueel valuta bevinden zich rondom het nulpunt; driemaal is een coëfficiënt hoger en driemaal lager. Voor ether, ripple en litecoin is een voordeel gemeten bij hogere trendwaardes. Dit zijn precies de drie grootste concurrenten van bitcoin en zouden wellicht om deze reden relatief meer vraag en rendement behalen bij een piek in algemene cryptomunt interesse. Wat enige belemmering oplevert voor de interpretatie is de lage statistische significantie; de toetsingsgrootheden zitten veelal rond 0.5.

Het vermeende interactie-effect is ook in periode twee niet naar voren gekomen in de resultaten. De coëfficiënten van deze variabele hebben telkens een effect in tegengestelde richting van de eerste trendvariabele, en zijn deze weinig significant. Het lijkt erop dat deze variabele weinig verklarende kracht heeft voor het rendement van de munten.

Ondanks het bovenstaande kunnen deze in hun geheel overwegend meer variatie in periode 2 data van  $r(\text{ALT})$  verklaren dan periode 1. De *adj. R-squared* zit in drie gevallen over de 0.3, zoals te zien lopen de overige drie regressies in verklaringskracht af tot een minimum van 0.03 voor XRP.

| Regressie 2    |  | r(ETH)    | r(XRP) | r(XLM) | r(LTC) | r(XMR)    | r(DAS) |         |          |           |        |           |        |            |        |
|----------------|--|-----------|--------|--------|--------|-----------|--------|---------|----------|-----------|--------|-----------|--------|------------|--------|
| Periode 2      |  |           |        |        |        |           |        |         |          |           |        |           |        |            |        |
| r(BTC)         |  | 1.119 *** | 4.699  | 1.694  | 1.605  | 2.419 *   | 1.795  | 0.499   | 1.617    | 0.914 *** | 3.205  | 0.335     | 1.204  |            |        |
| MCap(Alt/BTC)  |  | 0.338 *   | 1.785  | 0.369  | 0.280  | 3.491     | 0.406  | 1.521   | 0.568    | 16.622 ** | 2.480  | 13.405 ** | 2.386  |            |        |
| %Δvol(BTC)     |  | 0.081 **  | 2.113  | 0.222  | 1.313  | 0.592 *** | 2.728  | 0.069   | 1.428    | 0.099 **  | 2.125  | 0.125 *** | 2.784  |            |        |
| GT             |  | 0.002 **  | 2.154  | 0.002  | 0.512  | 0.002     | 0.307  | 0.000   | -0.008   | 0.000     | -0.272 | -0.001    | -0.606 |            |        |
| GT*r(BTC)      |  | -0.007    | -1.314 | -0.012 | -0.484 | -0.021    | -0.705 | 0.012 * | 1.777    | 0.001     | 0.091  | 0.004     | 0.686  |            |        |
| Constante      |  | -0.187 ** | -2.107 | -0.040 | -0.161 | -0.074    | -0.317 | -0.035  | -0.264   | -0.317 ** | -2.448 | -0.354 ** | -2.292 |            |        |
| Observaties    |  | 60        | 60     | 60     | 60     | 60        | 60     | 60      | 60       | 60        | 60     | 60        | 60     |            |        |
| Adj. R-squared |  | 0.396     | 0.027  | 0.121  | 0.311  | 0.310     | 0.208  | 0.310   | 0.208    | 0.310     | 0.208  | 0.310     | 0.208  |            |        |
| Periode 1      |  |           |        |        |        |           |        |         |          |           |        |           |        |            |        |
| r(BTC)         |  | 1.061     | 1.160  | 1.321  | ***    | 3.122     | 0.391  | 1.033   | 1.081    | ***       | 5.467  | 0.191     | 0.157  | -1.250     |        |
| MCap(Alt/BTC)  |  | 0.405     | 0.532  | 1.177  |        | 1.090     | 23.011 | 1.009   | 1.459    |           | 1.322  | 12.436    | 1.090  | 17.272 *** | 3.382  |
| %Δvol(BTC)     |  | 0.062     | 1.272  | -0.050 | **     | -2.189    | -0.017 | -0.856  | 0.002    |           | 0.200  | 0.128 *   | 1.952  | -0.002     | -0.063 |
| GT             |  | -0.032    | -0.311 | 0.084  | *      | 1.843     | 0.051  | 1.277   | 0.036    |           | 1.543  | -0.001    | -0.003 | -0.068     | -0.911 |
| GT*r(BTC)      |  | -1.870    | -2.045 | -1.032 | **     | -2.505    | -0.372 | -1.007  | -0.431   | **        | -2.228 | -0.024    | -0.021 | 1.150 *    | 1.696  |
| Constante      |  | 0.067     | 0.946  | -0.102 |        | -1.541    | -0.074 | -1.192  | -0.073 * |           | -1.799 | -0.014 ** | -0.133 | -0.010     | -0.228 |
| Observaties    |  | 84        | 84     | 84     | 84     | 84        | 84     | 84      | 84       | 84        | 84     | 84        | 84     | 84         | 84     |
| Adj. R-squared |  | 0.047     | 0.103  | -0.017 | 0.467  | 0.036     | 0.178  | 0.036   | 0.178    | 0.036     | 0.178  | 0.036     | 0.178  | 0.036      | 0.178  |

Tabel 4.5 Resultaten regressie 2  
 \*, \*\* en \*\*\* staan respectievelijk voor significantieniveaus 10%, 5% en 1%  
 Toetsingsgrootheden staan achter de coëfficiënten

## 4.5 Vergelijking regressie 1 & 2

Regressie 2 heeft evenals regressie 1 meer verklarende kracht in periode 2, echter zijn de resultaten wisselvalliger: minder vaak is de  $R^2$  groter in de tweede periode. Zodoende kan worden gesteld dat het toevoegen van de trend variabele een negatieve invloed heeft gehad op het model. In onderstaand tabel 4.6 staan de uitkomsten van de t-toets op de  $R^2$  van de twee regressies; de periodes in regressie 1 lijken op zekerheidsniveau van 5% te verschillen, echter is de toets voor regressie 2 niet significant op het 10% zekerheidsniveau. Kennelijk geeft het toevoegen van de trend variabelen niet een beter beeld van het verband tussen de prijsbewegingen van bitcoin en diens concurrenten.

| T-toetsen adj. $R^2$ | Regressie 1      |           |           | Regressie 2      |           |           |
|----------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|
|                      | Toetsingsgrootte | Periode 2 | Periode 1 | Toetsingsgrootte | Periode 2 | Periode 1 |
| Gemiddelde           |                  | 0.213     | 0.089     |                  | 0.229     | 0.136     |
| Variantie            |                  | 0.011     | 0.010     |                  | 0.019     | 0.031     |
| t-statistiek         | 2.133            |           |           | 1.026            |           |           |
| $P(T \leq t)$        | 0.029            |           |           | 0.165            |           |           |

Tabel 4.6 T-toetsen  $R^2$ -waarden

Naast de mate waarin de variatie in prijzen kan worden verklaard is het grootste verschil tussen de twee regressies de significantie van de coëfficiënten. De gedane concessie met betrekking tot de datafrequentie heeft wellicht als gevolg gehad dat de kleine patronen en trends uit de data zijn weggevallen, wat resulteert in een minder duidelijk verband. Tabel 4.7 bevat informatie over de bitcoin-coëfficiënt in beide regressies. De waarden zijn in de tweede periode duidelijk hoger, echter alleen significant op 5% voor regressie 1. De coëfficiënten in Regressie 2 zijn door afronding op drie decimalen significant op 10%.

| T-toetsen BTC-coëfficiënt | Regressie 1      |            |            | Regressie 2      |            |            |
|---------------------------|------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
|                           | Toetsingsgrootte | Periode 2  | Periode 1  | Toetsingsgrootte | Periode 2  | Periode 1  |
| Gemiddelde                |                  | 0.73811304 | 0.4842663  |                  | 1.16327868 | 0.55061192 |
| Variantie                 |                  | 0.01048989 | 0.04326833 |                  | 0.6100705  | 0.5923622  |
| t-statistiek              | 2.682            |            |            | 1.369            |            |            |
| $P(T \leq t)$             | 0.016            |            |            | 0.101            |            |            |

Tabel 4.7 T-toetsen bitcoin coëfficiënt

## 5. Discussie

Het doel van de analyse was om de verbanden tussen bitcoin en diens concurrenten te onderzoeken. In het bijzonder is gezocht naar een mate van correlatie die op concurrentie in de markt voor cryptomunten zou wijzen. Hoge correlatie tussen de prijzen en rendementen zou worden beschouwd als een teken dat de interesse voor virtuele munten in hogere mate verdeeld is over de marktparticipanten. Lage correlatie tussen bitcoin en de andere munten, in ogenschouw nemende dat de prijs van bitcoin fors hoger is van concurrenten, zou duiden op een monopoly-dynamiek in de markt.

De prijs van de cryptomunten in de periode tussen 8 augustus 2015 en 1 juni 2018 zijn sterk gecorreleerd. Zoals besproken in het vorige hoofdstuk is de mate van correlatie niet gelijk over de hele periode; er is geconstateerd dat medio 1 april 2017 een duidelijk ander patroon waar is te nemen. In deze periode is in toenemende mate bitcoin en consorten in de media geweest met berichtgeving betreffende onderwerpen als oplichtpraktijken en strengere regulering, tot lezingen en beurzen gewijd aan het onderwerp. De toenemende vraag is gezien hun koersverloop merkbaar gebleken bij alle onderzochte cryptomunten.

Regressie 1 versterkt het beeld van concurrentie in periode 2 met aanzienlijk hogere coëfficiënten voor  $r(\text{BTC})$ . De resultaten voor periode 1 zijn echter zwak. Met een lage mate van statistische significantie, een hoge variatie in de coëfficiënten van de munten en lage determinatiecoëfficiënten kunnen wij over deze periode stellen dat de variabelen matig kunnen dragen aan een goede verklaring van de variantie in de rendementen van de altcoins, litecoin uitgezonderd. Ondanks dat de resultaten in zekere zin tegenvallen kunnen wij alleen al uit het gegeven dat periode 2 wél relevante uitkomsten genereert concluderen dat er iets in de omgeving is veranderd.

Regressie 2 is gedaan vanuit de speculatie dat interesse in de munt een bepaald momentum heeft gecreëerd die niet geworteld zat in fundamentele waarde maar in een manische opwelling van het volk. Met een correctie voor de trend van wereldwijde interesse in het woord "*cryptocurrency*" en een variabele voor de interactie hiervan met het rendement van bitcoin was gehoopt meer aanwijzingen te vinden naar de aard van de interactie tussen bitcoin en de concurrentie. Deze variabelen hebben in de meeste gevallen geringe statistische waarde gehad. Wederom waren de resultaten voor periode 2 robuuster, maar de nieuwe variabelen zijn zelden significant. Dit lijkt geen goede toevoeging te zijn geweest, hierover later in dit hoofdstuk meer.

Ook de variabele voor de procentuele verandering in handelsvolume van bitcoin is niet een goede voorspeller gebleken voor het rendement van de concurrenten. Dat dit in het verleden wel het geval was (Gandal & Halaburda, 2016), aannemelijk omdat een geobserveerde toename in handelsvolume een teken is van (des)interesse, wat leidde tot heftisch handelsgedrag. Nu de markt in ontwikkeling is lijkt nieuws over grote verschuivingen van eigendom in bitcoins niet meer een verstoring effect als gevolg te hebben.

De variabele voor de relatieve waarde van marktkapitalisatie ten opzichte van bitcoin heeft mooie resultaten laten zien: er bestaat een straf op rendement bij groei. bitcoin heeft in de onderzochte periode een koerswinst van ruim 2,700% geboekt maar in het extreemste geval ruim is ether met ruim 82,500% rendement. Dit laat zien dat de munten aanvankelijk ondergewaardeerd zijn en naarmate de prijs omhoog wordt gedreven (en de marktkapitalisatie stijgt) daalt logischerwijs het rendement. Het is denkbaar dat een mechanisme optreedt die vergelijkbaar is met de onderwaardering van een aandeel met een lage *price-to-earnings* ratio. In deze setting zijn weliswaar geen dividenden gemoeid maar

met de kapitaalwinst van bitcoin in het achterhoofd hebben veel mensen de gok gewaagd op een deel van het rendement.

Naar aanleiding van de resultaten is niet geconstateerd dat bitcoin de enige winnaar is in de markt. De netwerkeffecten die een monopolie voorspellen zijn niet bevestigd. Het is overigens ook niet uit te sluiten dat de cryptomunt in brede zin netwerkeffecten harnast: investeerders kiezen immers ook een cryptomunt uit op basis van de secundaire eigenschappen als transactiesnelheid of de lage dollardenominatie. Wanneer een munt zich zodanig weet te differentiëren zal deze vanzelf een eigen niche-netwerk vormgeven. Uiteraard geniet bitcoin nog altijd de overhand wat betreft marktwaarde, en lijkt dit een overblijfsel te zijn van de *first-mover* voordelen, maar de dominantie neemt af.

Zoals benoemd in het theoretisch kader, kunnen *first-mover* voordelen snel verdwijnen in snelle markten. Het liquide en digitale karakter van de cryptomarkt heeft wellicht bijgedragen aan het snelle verlies van bitcoin. De index voor bitcoin marktdominantie, de verhouding tussen marktkapitalisatie bitcoin en totale marktkapitalisatie, is afgezwakt van 85% in augustus 2015 naar 40% in juni 2018. Dit duidt in elk geval op een afname van de entrepreneurspremie voor bitcoin.

Gezien de relatief hoge positieve coëfficiënten in periode 2 kan worden gespeculeerd dat na een periode van onduidelijkheid de markt definitief is opengebroken voor nieuwe toetreders. De munten hebben bewezen dat zij (voorlopig) naast bitcoin kunnen blijven bestaan. Het substitutie-effect lijkt daarmee sterker waarneembaar dan het versterkingseffect; de implicatie hiervan is uiteraard dat men vertrouwen heeft in de alternatieven van bitcoin.

## 6. Conclusie

In dit onderzoek zijn een aantal verbanden naar voren gekomen. De belangrijkste uitkomst is de discrepantie tussen de twee onderzochte sub periodes: de effecten werkzaam op de markt lijken de ontwikkeling te sturen richting een natuurlijke mate van concurrentie. Gezien de recente nieuwsgeving met betrekking tot toetreders op de markt en de stabiliserende trend van bitcoin lijkt een competitief evenwicht op komst. De hevige onder- en overreacties op de markt lijken daarmee gedaan.

De twee hypothesen kunnen allebei positief worden beantwoord. Om te beginnen, bitcoin heeft in de onderzoeksperiode grofweg de helft van haar relatieve marktdominantie verloren. Daarnaast zijn het aantal concurrenten op te markt toegenomen. Daarmee kan worden gesteld dat bitcoin inderdaad marktaandeel heeft verloren. De tweede hypothese belicht het verband tussen het rendement van bitcoin en de alternatieven, en overwegend is er een positief verband gevonden tussen het rendement van bitcoin en de andere munten.

In welke mate hangen prijsveranderingen van altcoins samen met prijsveranderingen van bitcoin? Afhankelijk van de periode is gezien dat het rendement van bitcoin ten dele samenhangt met de andere rendementen. Afgezien van schommelingen door munt-specifiek nieuws lijkt over de digitale munt in het algemeen een positieve perceptie te heersen, en kan worden gesteld dat de prijzen nu ruim een jaar zich hebben verenigd in hun beweging.

De belangrijkste implicatie van toenemende concurrentie in de markt voor cryptomunten is dat dit het fundament vormt voor een economisch evenwicht. Op den duur verwacht de schrijver daarom dat ook andere overeenkomsten met markten van bestaande financiële instrumenten waargenomen zullen worden, die gezamenlijk de stelling kunnen onderbouwen dat cryptomunten een blijvend onderdeel van de investeringshorizon zijn geworden.

Naast de conclusies zijn er enkele tekortkomingen die gemeld dienen te worden. Allereerst, dit onderzoek heeft gebruik gemaakt van geaggregeerde prijsgegevens van munten in plaats van prijzen afkomstig van eenzelfde handelsplatform. Gezien de populariteit van de onderzochte munten is de verwachting dat dit in mindere mate uitmaakt ten opzichte van obscure munten die maar op enkele beurzen worden verhandeld. Verder, de trendvariabele is gegenereerd op basis van één steekwoord. Het is een proxy, maar de validiteit is te betwijfelen. De aanname is namelijk dat de mensen die een googlezoekopdracht doen representatief is voor de groep mensen die geïnteresseerd is in de aanschaf van virtuele munten. Mogelijk is dat deze laatste groep beter geïnformeerd is en wellicht al eerder dan zijn buur van de rage afwist. Bovendien zijn voor het maken van de tweede regressie (op wekelijkse basis) veel datapunten verloren gegaan.

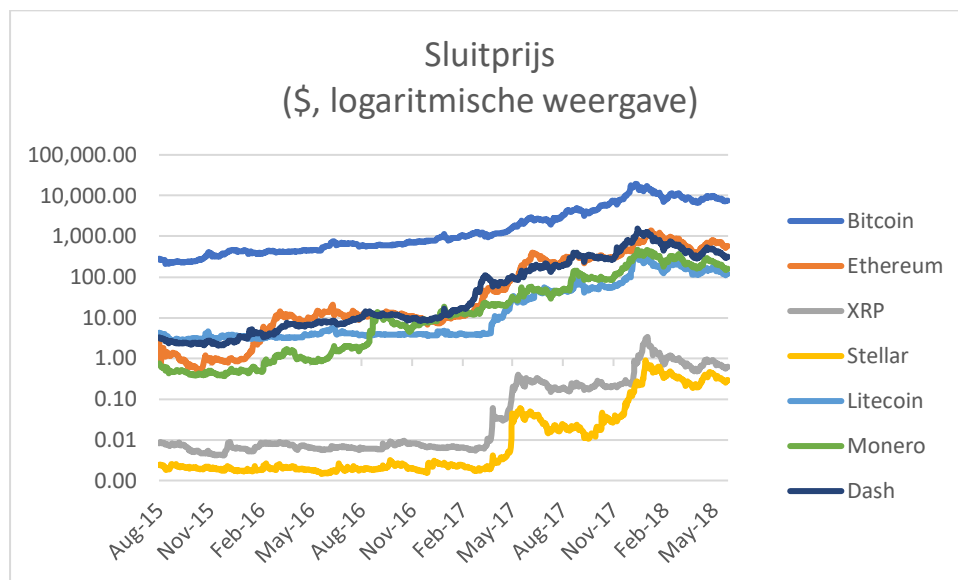
De resultaten hebben niet alle erratische bewegingen van de koers kunnen verklaren, en gezien de leeftijd van de markt is het niet redelijk om de waargenomen hectiek als bewijs aan te voeren tegen de duurzaamheid van virtueel valuta. Het is eerder een signaal dat er meer onderzoek dient te worden gedaan. Zo is uit gerelateerd onderzoek naar voren gekomen dat de prijzen onderhavig zijn aan de productiekosten (hoofdzakelijk stroom). Wanneer deze kosten beter gekwantificeerd worden, kunnen er wellicht uitspraken worden gedaan over het bestaan van een natuurlijke waarde van cryptografische munten. Ook het arbitrage-argument van Hayes uit hoofdstuk 2 veronderstelt het bestaan van een natuurlijke waarde. De markt is momenteel omgeven door onzekerheid en scepsis, maar de tijd en robuust onderzoek zullen moeten uitwijzen of er op lange termijn sprake is van concurrentie en prijsstabilisatie.

De meeste munten beschikken nog niet over praktische toepassingen en gevolg hiervan is aanhoudende speculatie over de waarde van een virtuele munt. Ook voor bitcoin is onduidelijk waar de reis naartoe gaat, maar er is in elk geval voor bitcoin genoeg toekomstperspectief. Vooralsnog bekleedt bitcoin in zekere zin de functie van poortwachter voor de crypto-wereld: veel munten zijn immers uitsluitend in denominaties van bitcoin te verkrijgen. Het is op zijn zachtst uitgedrukt ironisch dat deze cryptomunt, waarvan de filosofie is gestoeld op het boventallig verklaren van tussenpartijen, nu zelf een intermediair is geworden.

## 7. Appendix

| Correlatie | Bitcoin | Ethereum | XRP   | Stellar | Litecoin | Monero | Dash |
|------------|---------|----------|-------|---------|----------|--------|------|
| Bitcoin    | 1       |          |       |         |          |        |      |
| Ethereum   | 0.924   | 1        |       |         |          |        |      |
| XRP        | 0.838   | 0.896    | 1     |         |          |        |      |
| Stellar    | 0.826   | 0.925    | 0.929 | 1       |          |        |      |
| Litecoin   | 0.962   | 0.940    | 0.879 | 0.876   | 1        |        |      |
| Monero     | 0.971   | 0.960    | 0.898 | 0.902   | 0.979    | 1      |      |
| Dash       | 0.968   | 0.919    | 0.871 | 0.811   | 0.950    | 0.963  | 1    |

Tabel 7.1 Correlaties over de gehele onderzoeksperiode



Figuur 7.1 Sluitprijs cryptomunten (\$), logaritmische weergave

## 8. Literatuurlijst

Cheah, E. T., & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32-36.

Cong, L., He, Z., & National Bureau of Economic Research. (2018). *Blockchain disruption and smart contracts*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research Working Paper No. 24399.

Corbet, S., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Datestamping the Bitcoin and Ethereum bubbles. *Finance Research Letters*, 26, 81-88.

Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C., Lucey, B., & Yarovaya, L. (2018). Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets. *Economics Letters*, 165, 28-34.

Frankel, M. (2018, mei 16). *How Many Cryptocurrencies Are There?*. Opgehaald van: <https://www.fool.com/investing/2018/03/16/how-many-cryptocurrencies-are-there.aspx>

Fry, J., & Cheah, E. T. (2016). Negative bubbles and shocks in cryptocurrency markets. *International Review of Financial Analysis*, 47, 343-352.

G.F. (2018, juli 9). Why bitcoin uses so much energy. *The Economist*. Opgehaald van: <https://www.economist.com/the-economist-explains/2018/07/09/why-bitcoin-uses-so-much-energy>

Gandal, N., & Halaburda, H. (2016). Can we predict the winner in a market with network effects? Competition in cryptocurrency market. *Games*, 7(3), 16.

Gandal, N., Hamrick, J. T., Moore, T., & Oberman, T. (2018). Price manipulation in the Bitcoin ecosystem. *Journal of Monetary Economics*, 95, 86-96.

Hayes, A. S. (2017). Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing bitcoin. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1308-1321.

Iwamura, M., Kitamura, Y., & Matsumoto, T. (2014). Is bitcoin the only cryptocurrency in the town? Economics of cryptocurrency. *Social science research network*. Opgehaald van: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2405790](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2405790)

Katz, M. L., & Shapiro, C. (1994). Systems competition and network effects. *Journal of economic perspectives*, 8(2), 93-115.

Levine, M. (matt\_levine). (2017, augustus 29, 12:42p.m.). "my explanation is that they're like if the Wright Brothers sold air miles to finance inventing the airplane". Tweet.

Li, J., & Mann, W. (2018). Initial coin offering and platform building. *Social science research network*. Opgehaald van: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3088726](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3088726)

Li, X., & Wang, C. A. (2017). The technology and economic determinants of cryptocurrency exchange rates: The case of Bitcoin. *Decision Support Systems*, 95, 49-60.

Luther, W. J. (2016). Cryptocurrencies, network effects, and switching costs. *Contemporary Economic Policy*, 34(3), 553-571.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Opgehaald van: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

O'Dwyer, K. J., & Malone, D. (2014). Bitcoin mining and its energy footprint. Opgehaald van: <https://digital-library.theiet.org/content/conferences/10.1049/cp.2014.0699>

Papadopoulos, G. (2015). Blockchain and Digital Payments: An Institutionalist Analysis of Cryptocurrencies. In *Handbook of Digital Currency* (pp. 153-172).

Perloff, J. (2012). *Microeconomics* (6<sup>th</sup> ed., global ed.). Boston, MA: Pearson

Robinson, W. T., Kalyanaram, G., & Urban, G. L. (1994). First-mover advantages from pioneering new markets: A survey of empirical evidence. *Review of Industrial Organization*, 9(1), 1-23.

Sedgwick, K. (2018, februari 23). *46% of Last Year's ICO's Have Failed Already*. Opgehaald van: <https://news.bitcoin.com/46-last-years-icos-failed-already/>

Suarez, F. F., & Lanzolla, G. (2007). The role of environmental dynamics in building a first mover advantage theory. *Academy of Management Review*, 32(2), 377-392.

Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. Sebastopol, Calif.: O'Reilly Media, Inc.

Vasin, P. (2014). Blackcoin's proof-of-stake protocol v2. Opgehaald van: <https://blackcoin.org/blackcoin-pos-protocol-v2-whitepaper.pdf>

White, L. H. (2015). The market for cryptocurrencies. *Cato Journal*, 35(2), 383-402.

Yermack, D. (2015). Is Bitcoin a real currency? An economic appraisal. In *Handbook of digital currency*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.

The great hiccup; cryptocurrencies. (2014, februari 22). *The Economist*. Opgehaald van: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2014/02/22/the-great-hiccup>

Goldman Sachs Is Said to Add Trading Desk. (2018, mei 3). <http://fortune.com/2018/05/02/goldman-sachs-cryptocurrency-trading-desk/>

- [www.investing.com/crypto/currencies](http://www.investing.com/crypto/currencies)
- [www.coinmarketcap.com](http://www.coinmarketcap.com)