



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

***Analyse van de effectiviteit van de MICA-verordening, een Europees juridisch kader
voor cryptocurrencies***

Kaan Agdere

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting
accountancy, financiering en fiscaliteit

PROMOTOR :

Prof. dr. Wim MARNEFFE



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2023
2024



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Analyse van de effectiviteit van de MICA-verordening, een Europees juridisch kader voor cryptocurrencies

Kaan Agdere

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting accountancy, financiering en fiscaliteit

PROMOTOR :

Prof. dr. Wim MARNEFFE

Voorwoord

Ik, Kaan Agdere, ben student aan de Universiteit Hasselt, waar ik de richting handelswetenschappen volg met de master in accountancy, finance en fiscaliteit. Deze masterproef is geschreven ter afronding van mijn masterdiploma.

Het gekozen onderwerp van mijn masterproef komt voort uit mijn persoonlijke interesse in cryptocurrencies. Ik heb veel tijd besteed aan het lezen over en investeren in deze markt. Tijdens mijn betrokkenheid in deze markt merkte ik de extreme volatiliteit en de blootstelling aan fraude op. Toen ik de kans kreeg om mijn masterproef te schrijven, besloot ik me te verdiepen in de vraag of regulering kan bijdragen aan een veiligere en betrouwbaardere cryptomarkt. Daarom richt mijn masterproef zich op de nieuwe Europese regulering, genaamd de Markets in Crypto-Assets (MiCA) regulering, en de impact ervan op de markt.

Graag wil ik iedereen bedanken die mij heeft ondersteund tijdens het proces van het schrijven van deze masterproef. Allereerst wil ik mijn promotor, prof. dr. Wim Marneffe, bedanken voor zijn duidelijke begeleiding en sturing. Daarnaast wil ik mijn vriendin en mijn familie bedanken voor hun voortdurende steun tijdens het schrijven van deze masterproef.

Samenvatting

Cryptocurrencies zijn steeds populairder geworden onder het publiek, vooral vanwege de volatiliteit en anonimiteit (van der Linden & Shirazi, 2023). Echter, deze digitale valuta's zijn uitdagend op het gebied van regulering (Arsi et al., 2022). Het huidige gebrek aan regulering van deze markt maakt het onveilig, waardoor consumenten zich vaak niet bewust zijn van de risico's die gepaard gaan met deze valuta's (European Parliament, 2022). Als oplossing hierop hebben Europese regulerende instanties de Markets in Crypto-Assets (MiCA) regulering geïntroduceerd (Council of the EU, 2023b). Deze wetgeving is bedoeld om de markt de nodige veiligheid en stabiliteit te bieden. Het gebrek aan regulering in het verleden heeft geleid tot grote verliezen, zoals de ineenstorting van de FTX-beurs, waar vijf miljoen mensen hun activa verloren (Radonic, 2023). Deze incidenten hebben de Europese Commissie ertoe aangezet om actie te ondernemen.

Deze masterproef onderzoekt de impact van de MiCA-regulering op verschillende aspecten, waaronder veiligheid, handelsvolumes en valutavoorkeuren. Het onderzoek gebruikt bestaande data van criminele activiteiten, handelsvolumes en de totale marktkapitalisatie. Deze masterproef beoogt te beoordelen of de MiCA-regulering haar doelstellingen heeft bereikt, namelijk het verhogen van de veiligheid van de Europese markten en het wekken van meer interesse in deze markt.

Bevindingen en waarde van het onderzoek

Eerst werd de veiligheid van de cryptomarkt onderzocht en hoe de MiCA-regulering daaraan heeft bijgedragen. De regelgeving brengt strikte registratie- en nalevingsvereisten voor crypto-dienstverleners, wat het oprichten van crypto-activa met kwaadaardige bedoelingen, zoals diefstal of witwassen, aanzienlijk bemoeilijkt (Pieza, 2021; van der Linden & Shirazi, 2023). Bovendien zal de markt door de European Banking Authority (EBA) en de European Securities and Markets Authority (ESMA) gecontroleerd worden (Council of the EU, 2022). Op deze wijze zou het aantal criminele activiteiten afnemen en de bescherming van consumenten verbeteren (Council of the EU, 2023b; van der Linden & Shirazi, 2023).

In de eerste analyse van mijn onderzoek werd de invloed van het toenemende aantal cryptocurrencies op criminele activiteiten bekeken. Een correlatieanalyse toonde aan dat er een positieve relatie bestaat tussen het aantal criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies. Dit toont ons aan dat het reguleren van uitgevers en dienstverleners in de toekomst de frequentie van criminele activiteiten zal verlagen door strenge toezicht en registratie. Bovendien is onderzocht of de MiCA-regulering daadwerkelijk het aantal criminele activiteiten heeft beïnvloed, door de periodes voor en na de implementatie met elkaar te vergelijken. De resultaten toonden geen significant verschil aan, wat impliceert dat de MiCA-regulering tot zover geen verandering heeft gebracht in de frequentie van criminele activiteiten binnen de cryptomarkt.

Daarnaast zijn de handelsvolumes van Bitcoin in euro en dollar onderzocht, evenals de volumes op de Europese beurs Bitstamp en de Amerikaanse beurs Coinbase. Deze analyse is van belang omdat volgens de EU de MiCA-regulering niet alleen consumentenbescherming biedt, maar ook innovatie stimuleert (Read & Diefenbach, 2022). Dit zou bedrijven die de regels naleven een competitief voordeel moeten opleveren (Di Palma, 2023), aangezien investeerders geneigd zijn meer vertrouwen te hebben in deze dienstverleners en bijgevolg eerder voor hen kiezen (van der Linden

& Shirazi, 2023). Er is een analyse uitgevoerd op de handelsvolumes om te bepalen of de MiCA-regulering invloed heeft gehad op de handelsactiviteit. Uit de resultaten blijkt dat er geen significante veranderingen in de handelsvolumes op de genoemde beurzen of in de betreffende valuta's zijn opgetreden. Hoewel Europese regelgevende instanties stellen dat verhoogd vertrouwen en veiligheid een competitief voordeel zouden moeten opleveren voor Europese crypto-activa en dienstverleners, blijkt uit de analyses dat dit niet het geval is. Een kortetermijnanalyse van 60 dagen voor en na de invoering van de MiCA-regulering wijst zelfs op een significante afname van het Bitcoin-handelsvolume in euro's, hetgeen duidt op verminderde interesse.

Verder is de totale marktkapitalisatie van cryptocurrencies onderzocht, wat de totale waarde van de markt weergeeft. Gezien MiCA aspecten zoals registratievereisten, internationale samenwerking, marktintegriteit, consumentenbescherming en bevordering van innovatie omvat (van der Linden & Shirazi, 2023), zou men verwachten dat de marktkapitalisatie toeneemt, aangezien de markt aantrekkelijker zou moeten zijn door dergelijke reguleringen. De impact van de MiCA-regulering op de marktkapitalisatie is geanalyseerd met de Mann-Whitney U-test, die een significante invloed van de regulering aantoonde.

Het is van belang te benadrukken dat de Mann-Whitney U-test een non-parametrische test is en over het algemeen als minder krachtig wordt beschouwd dan parametrische tests. Bovendien wordt de markt beïnvloed door complexe en externe factoren. Naast MiCA spelen ook andere recente gebeurtenissen een rol, zoals de goedkeuring van Bitcoin Exchange Traded Funds (ETF's) door de Securities and Exchange Commission (SEC) en het Bitcoin halving event (CFTC, 2024; Milmo, 2024). De goedkeuring van de ETF's maakt het mogelijk voor meer mensen om te investeren in deze digitale valuta (Napolitano, 2024), wat net als de MiCA-regulering vertrouwen brengt. Het halving event vermindert het aantal nieuwe Bitcoins dat in omloop wordt gebracht, wat theoretisch zou moeten leiden tot een prijsstijging bij een constante vraag (Milmo, 2024). Wanneer we de effecten van de MiCA-regulering op de marktkapitalisatie bekijken, is het cruciaal om deze externe factoren op te nemen.

De resultaten bieden waardevolle inzichten in de effectiviteit van de MiCA-regulering en zijn invloed op de cryptomarkt. Door de implementatie van MiCA te analyseren, kan er gekeken worden of de regelgeving haar doelstellingen, zoals verhoogde consumentenbescherming en meer interesse in de Europese markt heeft kunnen bereiken. Uit de resultaten blijkt echter dat er geen significant verschil is in de afname van criminele activiteiten, ondanks dat een belangrijk doel van MiCA is om de markt veiliger te maken. Daarnaast is volgens de tests gericht op beurzen en valuta's de verwachte toename van interesse in Europese beurzen of in euro's niet gerealiseerd. Bovendien moeten externe factoren niet buiten beschouwing worden gelaten, aangezien cryptocurrencies, als grensoverschrijdende digitale valuta, gevoelig zijn voor wereldwijde gebeurtenissen.

Kritische beschouwingen

Verder zijn er enkele beperkingen die besproken moeten worden. Ten eerste vertoonde de data voor de meeste analyses geen normale verdeling, zelfs niet na het toepassen van logaritmische transformaties. Daarom zijn er non-parametrische tests gebruikt, zoals de Mann-Whitney U-test. Bovendien konden er geen causale verbanden worden vastgelegd. Hoewel een correlatieanalyse op een verband wees, kon er geen causaal verband worden vastgesteld tussen de invoering van MiCA

en veranderingen in criminele activiteiten. Een meer diepgaande regressieanalyse had mogelijk meer inzicht kunnen geven in de causale effecten.

Bovendien is er een geografische beperking in het onderzoek naar criminele activiteiten. Hoewel de MiCA-regulering Europees is, zijn de gegevens over criminele activiteiten wereldwijd, wat de resultaten kan beïnvloeden omdat MiCA geen betrekking heeft op incidenten buiten Europa. Het is echter niet uitgesloten dat Europeanen de mogelijkheid hebben om te investeren in crypto-activa die buiten de EU gevestigd zijn.

Verder was er vaak een onevenwichtige verdeling van de data, met aanzienlijk meer observaties voor de implementatie van MiCA dan erna. Dit kan de resultaten beïnvloeden en vraagt om een kritische interpretatie. Tot slot is MiCA een relatief nieuwe regulering, waardoor de langetermijneffecten niet zichtbaar zijn in dit onderzoek.

Inhoudsopgave

VOORWOORD.....	1
SAMENVATTING.....	3
1 INLEIDING.....	9
2 LITERATUURSTUDIE.....	11
2.1 ACHTERGROND VAN CRYPTOCURRENCIES	11
2.2 HET CONCEPT VAN CRYPTOCURRENCIES: BLOCKCHAIN, DECENTRALISATIE EN CONSENSUSMECHANISMEN.....	11
2.3 TYPES CRYPTOCURRENCIES	15
2.4 CENTRALISEERDE EN GEDECENTRALISEERDE CRYPTOBEURZEN (CEX & DEX).....	19
2.5 BEZORGDHEDEN	19
2.6 MICA-REGULATIE	22
3 METHODOLOGIE.....	29
3.1 DATAVERZAMELING	29
3.2 DATAVERWERKING.....	31
3.3 ANALYTISCHE TECHNIEKEN.....	31
4 RESULTATEN	33
4.1 CRIMINELE ACTIVITEITEN	33
4.2 BITCOIN BEURZEN	43
4.3 BITCOIN VALUTA	52
4.4 MARKTKAPITALISATIE	62
5 CONCLUSIE	67
5.1 WAT ZIJN DE PRIMAIRE DOELSTELLINGEN?	67
5.2 CRIMINELE ACTIVITEITEN	68
5.3 BEURZEN	69
5.4 VOORKEUR VALUTA'S	70
5.5 MARKTKAPITALISATIE	70
5.6 CONCLUSIE.....	71
6 DISCUSSIE.....	73
6.1 CRIMINELE ACTIVITEITEN	73
6.2 MARKTKAPITALISATIE	73
6.3 BEPERKING VAN BEURS- EN VALUTADATA:	75
6.4 TOEKOMSTIG ONDERZOEK	76
7 REFERENTIES.....	77

1 Inleiding

Cryptocurrencies worden steeds populairder en lijken alleen maar bekender te worden. Volgens Statista maken momenteel meer dan 425 miljoen mensen wereldwijd gebruik van cryptocurrencies, een opmerkelijke stijging vergeleken met de vijf miljoen in 2016 (Howarth, 2024). Deze toenemende bekendheid zorgt ook voor officiële regelgeving in Europa, de Markets in Crypto-Assets regulering (Council of the EU, 2023b). Ook de Securities and Exchange Commission (SEC) in de Verenigde Staten heeft stappen ondernomen om de cryptomarkt te reguleren. In de Verenigde Staten hebben deze reguleringen ertoe geleid dat Bitcoin is geaccepteerd als een exchange traded fund (ETF) (Browne, 2024; Hayes, 2024). Dit stelt particuliere beleggers in staat om Bitcoin te kopen, waardoor meer mensen kunnen deelnemen aan de cryptomarkt. Niewold (2024) stelt dat de handel in Bitcoin op traditionele beurzen zowel de acceptatie als de toegankelijkheid zal verhogen.

In traditionele financiën vervult een centrale entiteit, zoals een bank, een cruciale rol. Deze oefent controle uit en mensen vertrouwen hun financiële middelen toe aan banken en andere tussenpersonen zoals PayPal om digitale transacties te beheren (Amsyar et al., 2020). Volgens Fauzi et al. (2020) is het vertrouwen van het publiek gebaseerd op het feit dat er een centrale entiteit is die een bepaalde verantwoordelijkheid draagt. Cryptocurrencies vermijden deze tussenpersonen, waardoor transacties rechtstreeks kunnen plaatsvinden tussen individuen (Riley, 2021). Ze maken gebruik van een technologie genaamd blockchain om dit mogelijk te maken (Vujičić et al., 2018). Blockchain is een lijst van transacties, zoals banktransacties, die wereldwijd worden gedeeld en gekopieerd door duizenden computers. Dit maakt het bijna onmogelijk om transacties te manipuleren, omdat elke computer een kopie heeft (Härdle et al., 2020).

Volgens de ESMA zijn cryptocurrencies verbonden aan risico's. Ze zijn kwetsbaar voor illegale activiteiten zoals fraude, witwassen van geld en marktmanipulatie vanwege de beperkte regulering (van der Linden & Shirazi, 2023). Om deze risico's aan te pakken heeft de Europese Commissie besloten de Markets in Crypto-Assets Regulatie (MiCA) te introduceren (Council of the EU, 2023b). Het doel van deze regulering is juridische zekerheid bieden, innovatie ondersteunen, en passende niveaus van consumenten- en investeerdersbescherming te waarborgen (Read & Diefenbach, 2022).

Zetzsche et al. (2023) vertelt dat de Europese Commissie het ontbreken van een centrale entiteit als een probleem ziet. In een traditioneel systeem hebben tussenpersonen, zoals banken, een cruciale rol bij het valideren van transacties (Milutinović, 2018; Nakamoto, 2008). Deze tussenpersonen houden toezicht op en dragen verantwoordelijkheid voor de werking van het financiële systeem. Bij cryptocurrencies ontbreekt echter een dergelijke centrale entiteit, wat betekent dat er niemand specifiek verantwoordelijk is als het systeem niet naar behoren functioneert (Chen & Bellavitis, 2020).

Daarnaast meldt de Europese Centrale Bank (ECB, 2024) dat de technologie van cryptocurrencies worden gebruikt in de ontwikkeling van centrale bank digitale valuta's (CBDC's) (Leetham, 2022). Het doel van CBDC's is om door de overheid uitgegeven digitaal contant geld te introduceren, waardoor ze modernisering en verbetering van financiële activiteiten aanbieden (Härdle et al., 2020). Kort na de bekendmaking van MiCA, heeft de Europese Centrale Bank (ECB) een rapport gepubliceerd over de digitale euro, waarbij de nadruk wordt gelegd op de digitalisering van geld

(Read & Diefenbach, 2022; Rijksoverheid, 2023). Ook heeft de Bank of England (2023) de ontwikkeling van een digitaal pond aangekondigd. Grote banken beschouwen deze technologieën van cryptocurrencies als interessant, waarbij ze de potentie zien voor efficiëntere transacties (van der Linden & Shirazi, 2023).

Toch zijn er enkele bezorgdheden met betrekking tot de MiCA-regulering en cryptocurrencies. Het is een eerste stap in het reguleren van deze markt, maar aantal belanghebbenden hebben ook bedenkingen geuit. Allereerst wordt er kritiek geleverd op het oneerlijk speelveld dat wordt verkregen voor kredietinstellingen om cryptocurrencies aan te bieden. Kleinere bedrijven en start-ups moeten een vergunning aanvragen voor deze diensten, waardoor ze benadeeld worden (van der Linden & Shirazi, 2023). Verder is er zorg betreft het toezicht op cryptocurrencies, waar de Europese Centrale Bank (ECB) aangeeft dat ze te weinig controle krijgen (van der Linden & Shirazi, 2023). Bovendien benadrukt de International Association for Trusted Blockchain Applications (INATBA) dat het onduidelijk is welke Europese wetgevingen toegepast moeten worden (Zetsche et al., 2023). Deze onduidelijkheden kunnen leiden tot rechtsonzekerheid, extra kosten en verminderde innovatie in de crypto-industrie. Volgens van der Linden and Shirazi (2023) worden deze bezorgdheden ook verder gedeeld door andere belanghebbenden, waaronder de ESMA en de Financial Action Task Force (FATF).

Onderzoeksvraag

Dit onderzoek analyseert de efficiëntie en impact van de Markets in Crypto-Assets (MiCA) regelgeving op aanbieders, consumenten en dienstverleners van cryptocurrencies, met speciale aandacht voor het identificeren van mogelijke tekortkomingen in deze regelgeving. Door middel van een kwantitatieve analyse zal de situatie voor en na de invoering van MiCA, specifiek marktkapitalisatie, transactievolume, valutagebruik en fraude onderzocht worden. De EU heeft MiCA ingevoerd om harmonisatie en bescherming van investeerders te bevorderen, specifiek gericht op crypto-ondernemingen die eerder door gebrek aan regulering essentiële veiligheidsmaatregelen negeerden. De regelgeving zou moeten zorgen voor een eerlijke en transparante markt die uiteindelijk veiliger moet zijn.

De centrale onderzoeksvraag luidt als volgt: "Op welke wijze heeft de invoering van MiCA invloed gehad op de veiligheid van de markt, handelsvolumes en valuta-voorkeuren binnen de crypto-industrie?" Ook worden de volgende subvragen geformuleerd:

1. Wat is de relatie tussen het aantal cryptocurrencies en de frequentie van criminele activiteiten op de markt?
2. Hoe effectief is de MiCA-regulering in het aanpakken van criminele activiteiten?
3. Hoe verschillen de verwachtingen van de impact van MiCA op de crypto-beurzen van de daadwerkelijke effecten?
4. In hoeverre heeft de MiCA-regulering de voorkeur van het gebruik van bepaalde valuta's beïnvloed?
5. Heeft de MiCA-regulering een impact gehad op de wereldwijde marktkapitalisatie?

2 Literatuurstudie

Cryptocurrencies zijn een bekend fenomeen geworden de laatste jaren. In deze literatuurstudie is het de bedoeling om cryptocurrencies en MiCA in diepte te analyseren. Aangezien cryptocurrencies de mogelijkheid bieden van totale anonimiteit en snelle transacties, vindt de Europese Commissie het noodzakelijk om deze te reguleren omdat er veel illegale activiteiten aan de gang zijn zoals witwassen, financieren van terrorisme en fraude.

2.1 Achtergrond van cryptocurrencies

De eerste cryptocurrency is Bitcoin, een digitale valuta die is ontworpen om tussenpersonen, zoals banken en overheidsinstanties, te elimineren (Nakamoto, 2008). De opkomst van Bitcoin viel samen met een periode van aanzienlijke risico's genomen door financiële instellingen, die bijdroegen aan de wereldwijde bankencrisis. Dit resulteerde in een aanzienlijke afname van het vertrouwen van de burger in traditionele banken (van der Linden & Shirazi, 2023). Bitcoin werd gecreëerd als een alternatief dat niet afhankelijk is van een centrale entiteit (Fauzi et al., 2020). Het concept rond decentralisatie heeft aandacht getrokken bij mensen die op zoek waren naar alternatieve methoden om financiële transacties uit te voeren (Härdle et al., 2020).

Nakamoto (2008) legt uit dat in traditionele financiële systemen elke transactie afhankelijk is van een derde partij, zoals een bank of overheid. Bitcoin elimineert de noodzaak voor tussenpersonen, waardoor gebruikers anonieme betalingen kunnen verrichten zonder afhankelijk te zijn van derden. Bitcoin maakt gebruik van een technologie genaamd blockchain, die de traditionele tussenpersonen vervangt (Vujičić et al., 2018).

2.2 Het concept van cryptocurrencies: blockchain, decentralisatie en consensusmechanismen

Het is cruciaal om enkele kernconcepten uit te leggen voordat er dieper wordt ingegaan op cryptocurrencies. Er wordt gestart met de uitleg van blockchains, aangezien deze technologie wordt gebruikt door veel cryptocurrencies. Van daaruit zullen de principes van decentralisatie, waarbij traditionele entiteiten worden vervangen door netwerken, worden uitgelegd. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op consensusmechanismen, met speciale aandacht voor Proof of Work (PoW) en Proof of Stake (PoS). Deze spelen een belangrijke rol bij het beveiligen van transacties in blockchain-netwerken. Ook zal hashing uitgelegd worden, wat voor de onveranderlijkheid van de blockchain zorgt. Tot slot zullen gedecentraliseerde financiën (DeFi) en smart contracts uitgelegd worden. Hier zullen voorbeelden aangehaald worden om deze concepten duidelijker te maken.

2.2.1 Blockchain

Volgens Rodeck and Curry (2022) is blockchain een gedistribueerd digitaal grootboek dat verschillende soorten gegevens opslaat. Kort gezegd is het een lijst van transacties die voor iedereen zichtbaar is. De bekende beurs Coinbase (2024) vertelt dat in het geval van Bitcoin, blockchain wordt gebruikt om transacties wereldwijd te tonen, wat fraude onmogelijk maakt. Deze technologie werkt zonder een centrale entiteit en functioneert als een gedecentraliseerd systeem waarin

computers gezamenlijk transacties valideren en vastleggen, zonder de noodzaak van een centrale autoriteit (Guegan, 2017).

Blockchain wordt gebruikt om gegevens op te slaan en te delen op een manier die veilig, transparant en moeilijk te manipuleren is. Het werkt door gegevens op te slaan in blokken die aan elkaar zijn gekoppeld als een ketting (van der Linden & Shirazi, 2023). Wanneer er bijvoorbeeld Bitcoins worden verstuurd, worden deze transacties in een blok gezet. Deze moeten door alle computers in het netwerk gecontroleerd en goedgekeurd worden, waardoor meerdere computers dus bevestigen dat de transactie heeft plaatsgevonden (Rodeck & Curry, 2022).

Vujičić et al. (2018) vertellen dat een blok in de blockchain verschillende transacties bevat. Elk blok is voorzien van een samenvatting van transacties, die bekend zijn onder de term "hash". Deze wordt gegenereerd uit de informatie in dat specifieke blok. Deze blokken zijn met elkaar verbonden, wat betekent dat elk blok gekoppeld is aan het vorige (Sarmah, 2018). Bij pogingen om een transactie te wijzigen in een voorgaand blok, wijzigt de samenvatting van deze. Aangezien blokken van elkaar afhankelijk zijn, ondergaan alle volgende codes een wijziging, waardoor elke computer in het blockchain-netwerk detecteert dat er een aanpassing is plaatsgevonden (Härdle et al., 2020). Het gebruik van deze codes en koppeling van blokken, dragen bij aan de veiligheid en betrouwbaarheid van deze technologie (Rodeck & Curry, 2022).

2.2.2 Hashing

Om de werking van blockchain beter te begrijpen, is het belangrijk om het concept van "hashing" uit te leggen. De blokken in de blockchain bevatten veel transacties en het doel is om deze invoer te veranderen naar één enkele uitvoer, ook wel "hash" genoemd (Härdle et al., 2020). Deze hash is cruciaal omdat zelfs de kleinste wijziging in de invoer, zoals een spatie of komma, resulteert in een volledig verschillende output of hashwaarde. Dit benadrukt de noodzaak van de onveranderlijkheid van de hashfunctie (Ghimire, 2019).

Dit zal duidelijk worden gemaakt aan de hand van een voorbeeld (Härdle et al., 2020):

□ Invoer 1: hallo

Uitvoer: 598d4c200461b81522a3328565c25f7c

□ Invoer 2: Hallo

Uitvoer: d1bf93299de1b68e6d382c893bf1215f

Het is opvallend dat zelfs een kleine wijziging, zoals één letter, resulteert in een volledig verschillende hash-uitvoer. Dit betekent dat als er een wijziging in de transacties van een blockchain plaatsvindt, dit de hash-uitvoer van alle transacties verandert (Ünsal et al., 2023). Hierdoor wordt elke deelnemer in het netwerk onmiddellijk op de hoogte gebracht van deze verandering (Härdle et al., 2020).

2.2.3 Decentralisatie

Blockchain-technologie geeft de mogelijkheid om gedecentraliseerde financiën te vormen waarbij het mogelijk is om peer-to-peer transacties uit te voeren (Chen & Bellavitis, 2020). Cryptocurrencies, zoals Bitcoin, maken gebruik van deze technologie (Milutinović, 2018). In gedecentraliseerde systemen zijn het geen centrale entiteiten waar men op vertrouwt, maar eerder een reeks van

duizenden computers, waarbij verzender en ontvanger direct met elkaar communiceren (Amsyar et al., 2020).

Cryptocurrencies hebben verschillende doelen. Allereerst streven ze ernaar financiële diensten toegankelijk te maken voor iedereen, waardoor zelfs mensen zonder bankrekening eigenaar kunnen worden van cryptocurrencies (Paul et al., 2021). Dit zorgt ervoor dat deze beschikbaar zijn voor een wereldwijd publiek. Een ander belangrijk kenmerk is de grensoverschrijdende aard van cryptocurrencies, waardoor mensen over de hele wereld moeiteloos digitale valuta's kunnen uitwisselen (Zetsche et al., 2023). Decentralisatie brengt in tegenstelling tot centralisatie duidelijkheid met zich mee doordat iedereen de mogelijkheid heeft om transacties te controleren (Milutinović, 2018). Bovendien bieden ze voordelen op het gebied van veiligheid, privacy en anonimiteit doordat transacties worden geverifieerd door meerdere computers (Arsi et al., 2022). Deze kenmerken maken cryptocurrencies aantrekkelijk voor degenen die streven naar veilige en volledige anonieme transacties (Kethineni & Cao, 2020).

Toch zijn er ook zorgen met betrekking tot de wereldwijde toegang, decentralisatie, snelheid van transacties en gebruiksgemak, omdat er geen centraal systeem is dat controle uitoefent. Het feit dat cryptocurrencies door iedereen gecontroleerd kunnen worden, terwijl niemand er volledige macht over heeft, brengt uitdagingen met zich mee op het gebied van regulering (Kethineni & Cao, 2020).

2.2.4 Consensusmechanisme

In de context van cryptocurrencies worden transacties gedistribueerd over het gehele netwerk. Door dit gedecentraliseerde systeem kunnen computers samenwerken om een gemeenschappelijk doel te bereiken en dat is het valideren van nieuwe transacties op de blockchain (Zhang et al., 2020). De deelnemers aan het netwerk worden aangemoedigd tot deelname door consensusmechanismen. Deze dienen als systemen die deelnemers stimuleren om transacties te valideren (Vujičić et al., 2018). Een voorbeeld hiervan is de blockchain, en consensusmechanisme van Bitcoin, waar deelnemers Bitcoins krijgen als beloning voor het valideren van transacties. Deze beloningen creëren een aanzienlijke motivatie om actief deel te nemen aan het netwerk (Kraken, 2024; Milutinović, 2018).

Er zijn volgens Hassan and Azhar (2022) verschillende consensusmechanismen die van toepassing zijn binnen de blockchain, zoals Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), delegated Proof of Stake (DPoS), Proof of Capacity (PoC), Proof of Elapsed Time (PoET), Proof of Identity (PoI), Proof of Authority (PoAu) en Proof of Activity (PoA) (Arora et al., 2021; Bansal, 2022). Onder deze mechanismen zijn de belangrijkste Proof of Work (PoW), gebruikt door Bitcoin, en Proof of Stake (PoS), gebruikt door Ethereum. Deze twee zullen hieronder verder besproken worden, aangezien zij van essentieel belang zijn in de wereld van cryptocurrencies.

2.2.4.1 *Proof of Work (PoW)*

Blockchains met Proof of Work (PoW) betrekken deelnemers om hun computers in te zetten voor de ondersteuning van het netwerk, waardoor ze beloningen krijgen in de vorm van cryptocurrencies (Vujičić et al., 2018). Deze computers die worden ingezet, moeten complexe berekeningen uitvoeren om blokken goed te keuren, waardoor de blockchain veilig blijft en transacties worden verwerkt

(Baliga, 2017). Proof of Work is het meest eenvoudig uit te leggen aan de hand van Bitcoin, aangezien deze cryptocurrency dit concept toepast (Härdle et al., 2020).

Volgens Lin (2023) is het belangrijk om te begrijpen dat in het Proof of Work (PoW) consensusmechanisme elke deelnemer gelijk is aan elkaar. Iedereen die deelneemt aan het systeem heeft een kopie van alle transacties en geeft goedkeuring zodat deze kunnen worden geaccepteerd. Als een specifieke transactie wordt gewijzigd, zullen alle daaropvolgende blokken ook worden aangepast, aangezien de hash-functies verbonden zijn met elkaar. Het systeem detecteert en corrigeert deze verandering, waardoor het bijna onmogelijk is om de blockchain te wijzigen (Härdle et al., 2020).

In het systeem van Bitcoin is het niet simpelweg vereist om alleen de uitvoer van de transacties te vinden, maar ook het aantal specifieke nullen dat vereist is voor de "hash"-functie (Nakamoto, 2008). Dit maakt het op te lossen probleem complexer (Porat et al., 2017). Netwerkteleemers nemen dus transacties en doorlopen willekeurige getallen totdat ze een bepaald aantal nullen tegenkomen in de samenvatting van de transacties (Härdle et al., 2020). Dit willekeurige getal, "nonce" genoemd, wordt toegevoegd aan de invoer van de samenvatting van de transacties. Dit willekeurige getal moet geraden worden, totdat de juiste is gevonden (Zhang & Lee, 2020). Verder is de noodzaak aan rekenkracht groot omdat het vinden van het aantal nullen zeer onwaarschijnlijk is. De waarschijnlijkheid van één nul te vinden is klein, maar om 16 nullen te vinden in het geval van Bitcoin, is er veel rekenkracht nodig (Härdle et al., 2020).

De eerste computer die de vereiste nullen vindt, presenteert deze aan het hele netwerk. Iedereen in het netwerk verifieert de transacties en het bijbehorende willekeurige getal (Zhang & Lee, 2020). Zodra iedereen dit blok heeft geverifieerd, wordt het toegevoegd aan de Bitcoin-blockchain. Dit proces vormt het Bitcoin-consensusmechanisme. De miner die het blok heeft opgelost, wordt beloond met nieuwe Bitcoins, waardoor ze gemotiveerd blijven om het netwerk te ondersteunen (Fauzi et al., 2020).

Dit consensusmechanisme waarbij computers in het netwerk de transacties controleren, is een veilige maar energie-intensieve methode. Het totale energieverbruik voor Bitcoin-mining in april 2018 was ongeveer gelijk aan het jaarlijkse energieverbruik van Zwitserland (Härdle et al., 2020). Het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van deze methode groeit, aangezien er steeds meer deelnemers zijn in het netwerk. Momenteel zijn er volgens Chamanara et al. (2023) meer dan een miljoen deelnemers die het netwerk ondersteunen. Dit heeft geleid tot onderzoek naar alternatieve consensusmechanismen, waarvan Proof of Stake (PoS) één van is (Lin, 2023).

2.2.4.2 Proof of Stake

Het Proof of Work consensusmechanisme staat bekend als minder milieuvriendelijk vanwege de machines en energiekosten die nodig zijn (Hassan & Azhar, 2022). Hier komt Proof of Stake (PoS) als duurzame oplossing naar voren. Proof of Work heeft een competitief karakter, waarbij het deelnemers aanmoedigt om manieren te vinden om beter te zijn dan anderen door betere infrastructuur aan te schaffen (Nevil, 2024). Bij Proof of Stake ondersteunen individuen het netwerk door hun eigen crypto-middelen in te zetten, wat ervoor zorgt dat zij verantwoordelijkheid dragen voor het netwerk (Zhang et al., 2020).

Hassan and Azhar (2022) vertellen dat validators, diegenen die middelen inzetten, worden geselecteerd op basis van hun deelname en vertrouwenswaardigheid binnen het netwerk. Mensen die actief bijdragen aan het netwerk worden beloond met transactiekosten of nieuwe cryptomunten, terwijl personen die het systeem proberen te verstoren een sanctie krijgen in de vorm van verlies van hun ingezette middelen (Lin, 2023). Proof of Stake is verder ook veel duurzamer dan Proof of Work.

2.2.5 Smart contracts en gedecentraliseerde financiën (DeFi)

Er is altijd de noodzaak geweest voor traditionele financiële systemen bij het uitvoeren van transacties en verkrijgen van leningen (Cryptopedia Staff, 2021). Echter, met de opkomst van nieuwe technologieën zoals smart contracts is het nu mogelijk deze taken via codes te automatiseren, wat totale decentralisatie mogelijk maakt (Tokenminds Team, 2023). Dit staat ook bekend als gedecentraliseerde financiën, waarbij smart contracts zelfuitvoerende en onveranderlijke overeenkomsten zijn die op de blockchain worden vastgelegd (Dmitry, 2023).

Smart contracts stellen individuen in staat om verschillende financiële handelingen uit te voeren, zoals aan- en verkopen, lenen en uitlenen (Pixelplex, 2023a; Sruthy, 2024). Voorheen waren dergelijke transacties enkel veilig en toepasbaar binnen het bankwezen. Echter, met smart contracts is het niet meer noodzakelijk om gebruik te maken van tussenpersonen voor dergelijke handelingen (Benetti & Piazza, 2023). Hierdoor kunnen individuen direct onderling deze contracten opstellen en uitvoeren, wat de deur opent naar een gedecentraliseerd systeem dat tussenpersonen uitschakelt (ImmuneBytes, 2022; LCX Team, 2023).

Een concreet voorbeeld van het gebruik van blockchain voor het afsluiten van overeenkomsten betreft de cryptocurrency Aave. Aave stelt gebruikers in staat om cryptocurrencies te lenen en uit te lenen, waarbij smart contracts worden gebruikt in het automatiseringsproces (Malvika, 2023). Verder is er bijvoorbeeld Hedera, een onderneming die zich specifiek richt op het uitvoeren van vastgoedtransacties via smart contracts op een gedecentraliseerde manier. Dit stelt partijen in staat contracten in de vorm van codes op te stellen in plaats van traditionele documenten, waardoor hoge makelaarskosten worden vermeden (Hedera, 2024).

In dit geval automatiseren smart contracts vastgoedtransacties, verminderen de afhankelijkheid van tussenpersonen en versnellen het gehele proces. Elk smart contract kan worden opgesteld volgens specifieke voorwaarden, en zodra deze zijn vervuld wordt het contract automatisch uitgevoerd (Tokenminds Team, 2023). Deze technologische innovatie biedt een gedecentraliseerd en efficiënt alternatief voor traditionele financiële methoden (Abdelhamid & Hassan, 2019).

2.3 Types cryptocurrencies

Schwiderowski et al. (2024) vertellen dat de term cryptocurrencies vaak wordt gebruikt als een algemene benaming voor verschillende soorten digitale valuta, maar het is belangrijk om een onderscheid te maken tussen crypto-coins en crypto-tokens. Bitcoin, bijvoorbeeld, is een coin omdat het een eigen blockchain heeft. Daarnaast heb je tokens, die geen eigen blockchain hebben, maar gebruikmaken van bestaande blockchains (Aaron, 2024). Dit wordt gedaan aangezien het bouwen van een volledig nieuwe blockchain duur en complex kan zijn (Brave, 2023).

Het is belangrijk om op te merken dat tokens en coins verschillende doelen hebben. Digitale coins worden vergeleken met fysiek geld, waarbij het hoofddoel het behoud ervan is of het verrichten van betalingen (Aaron, 2024). Terwijl tokens meer mogelijkheden bieden, zoals het verlenen van diensten (Brave, 2023). Het gebruik van tokens biedt de mogelijkheid om allerlei activa te digitaliseren, waaronder fysieke bezittingen zoals goud en aandelen (Sruthy, 2024). Deze digitalisering vergroot de toegankelijkheid van dergelijke activa voor een breder publiek, waardoor er meer handelsmogelijkheden ontstaan, zelfs voor traditioneel minder toegankelijke investeringen (Sehgal, 2023; van der Linden & Shirazi, 2023).

Er zijn hoofdzakelijk verschillende coins en tokens die besproken moeten worden, aangezien ze een belangrijke rol spelen in de nieuwe MiCA-regulering.

2.3.1 Security tokens

Security tokens zijn, volgens van der Linden and Shirazi (2023), digitale activa die eigendom of andere rechten van een belegging representeren en vormen de digitale equivalent van traditionele investeringen zoals aandelen of obligaties. Bedrijven kiezen voor het gebruik van security tokens als een moderne en digitale benadering om fondsen te verwerven (Majaski, 2023). In tegenstelling tot traditionele effecten maken security tokens gebruik van blockchain-technologie. Deze digitale activa verlenen investeerders specifieke rechten, zoals eigendom en het recht op dividenden. Een security token vertegenwoordigt een digitaal bezit dat op de blockchain gecreëerd wordt, waardoor de noodzaak voor tussenpersonen geëlimineerd wordt (Aaron, 2024; Schwiderowski et al., 2024).

In de Verenigde Staten ondergaan security tokens strikte regulering om frauduleuze activiteiten te voorkomen. Wanneer een investering wordt gedaan met de verwachting van winst die voortvloeit uit de inspanningen van een derde partij, valt deze onder de effectenregelgeving van de Verenigde Staten (Ferreira, 2020). Dankzij deze regulering zijn organisaties verplicht om zich te registreren bij de Securities and Exchange Commission (SEC). Hierbij zijn bedrijven verplicht om gedetailleerde informatie te verstrekken over hun activiteiten. Daarnaast zijn deze bedrijven verplicht zich te houden aan het beleid voor anti-witwassen en het voorkomen van terrorismefinanciering (AML/CFT-beleid). Dit houdt in dat ze verplicht zijn verdachte transacties op te sporen en te melden, en ook interne controlemaatregelen moeten implementeren (Pierre E et al., 2023; van der Linden & Shirazi, 2023).

Verder moet men wel bewust zijn dat niet alle landen dezelfde regelgeving hebben voor security tokens, waardoor investeerders moeilijk kunnen bepalen of een project frauduleus is (Council of the EU, 2022; Pieza, 2021). Dit komt doordat security tokens op sommige platforms zomaar gecreëerd worden zonder strenge controles te hoeven doorlopen (van der Linden & Shirazi, 2023).

2.3.2 Payment tokens

Daarnaast zijn er payment tokens die worden gebruikt als alternatief betaalmiddel. In tegenstelling tot fiatvaluta's zoals de Amerikaanse dollar of de euro zijn payment tokens onafhankelijke betaalmiddelen die geen gebruikmaken van een centrale entiteit. Ze kunnen worden gebruikt voor het aanschaffen van goederen en diensten zonder de noodzaak van een bank, waardoor de waarde direct van koper naar verkoper gaat (Schwiderowski et al., 2024; Sruthy, 2024).

2.3.3 Stablecoins

Daarnaast zijn er volgens Bains et al. (2022) stablecoins die ontworpen zijn om stabiliteit op de cryptomarkt te waarborgen door te worden gekoppeld aan een vaste wisselkoers. Vanwege de volatiliteit van cryptocurrencies zijn ze beperkt bruikbaar als betaalmiddel (Sruthy, 2024). Hierdoor zijn stabiele digitale valuta ontwikkeld die voornamelijk zijn gekoppeld aan bijvoorbeeld de Amerikaanse dollar of de euro (Chainlink, 2023). Er zullen verschillende soorten stablecoins besproken worden.

2.3.3.1 *Fiat-gekoppelde stablecoins*

Ten eerste zijn er, volgens Härdle et al. (2020), fiat-gekoppelde stablecoins die rechtstreeks gekoppeld zijn aan valuta zoals de Amerikaanse dollar of de euro. Omdat cryptocurrencies in het algemeen zeer volatiel zijn, bieden stablecoins stabiliteit (Neeti, 2024). Een voorbeeld van een stablecoin is de USD Coin (USDC), een zeer bekende en volledig gereguleerde digitale valuta (Coinbase, 2021). Een cruciaal aspect van fiat-gekoppelde stablecoins, zoals USDC, is dat de uitgegeven digitale valuta volledig gedekt is door equivalente reserves. Dit betekent dat de hoeveelheid digitale valuta in omloop gelijk moet zijn aan de hoeveelheid Amerikaanse dollars die in reserve wordt aangehouden (van der Linden & Shirazi, 2023).

De norm vereist dat fiat-gekoppelde stablecoins evenveel in reserve moeten hebben als uitgegeven, maar in de praktijk blijkt dat niet altijd het geval te zijn. Tether (USDT) is een ander voorbeeld van een fiat-gekoppelde stablecoin die ook gekoppeld is aan de Amerikaanse dollar. Deze is in het verleden bekritiseerd vanwege een gebrek aan transparantie. Ze boden onvoldoende bewijs om aan te tonen dat ze daadwerkelijk in staat waren om een een-op-een koppeling te houden tussen de stablecoin en fiatvaluta (Lopatto, 2021; van Krieken, 2021).

2.3.3.2 *Commodity-gekoppelde stablecoins*

Daarnaast zijn er commodity-gekoppelde stablecoins, die digitale versies vertegenwoordigen van edelmetalen zoals goud en zilver. Net als fiat-gekoppelde stablecoins zijn commodity-gekoppelde stablecoins een-op-een gedekt (Hafner et al., 2023). Elke uitgegeven stablecoin zou een equivalent bedrag aan fysieke edelmetalen moeten vertegenwoordigen, waardoor investeerders vertrouwen kunnen hebben in de waarde van hun digitale activa (Sruthy, 2024).

Een bekende uitgever binnen dit domein is Paxos, met PAX Gold (PAXG) als de dominante stablecoin in deze categorie. PAX Gold vertegenwoordigt digitaal eigendom van fysiek goud en valt onder de regulering van het New York Department for Financial Services (NYDFS) (Kiriimi, 2022). De digitalisering van goud in de vorm van PAX Gold biedt een meerwaarde doordat het een bredere groep mensen in staat stelt te investeren in deze activa, waardoor goud toegankelijker wordt voor het publiek (Hamilton, 2023).

2.3.3.3 *Algoritmische stablecoins*

Daarnaast bestaan er algoritmische stablecoins die niet worden ondersteund door activa, wat betekent dat er geen reserves achter hen liggen. In plaats daarvan maakt men gebruik van algoritmes die het aanbod automatisch verhogen of verlagen (Jayaraj, 2023). Als de prijs van een algoritmische stablecoin bijvoorbeeld rond een dollar moet blijven en de waarde stijgt, zal het

algoritme automatisch het aanbod verhogen om de prijs te verlagen. Indien de prijs daalt onder een dollar, zal het algoritme het aanbod verminderen om de prijs weer omhoog te brengen (Ozair, 2022).

2.3.3.4 Voordelen en risico's van stablecoins

Stablecoins bieden verschillende voordelen en brengen tegelijkertijd enkele risico's met zich mee. Cryptocurrencies en digitale betalingssystemen zijn toegankelijker voor het publiek dan traditionele banken, wat de financiële inclusie kan vergroten, vooral in ontwikkelingslanden (Bains et al., 2022; Sehgal, 2023). Deze toegankelijkheid kan ook de internationale handel stimuleren door snellere verwerking en lagere transactiekosten te bieden voor zowel internationale transacties als dagelijkse betalingen (Fauzi et al., 2020; Härdle et al., 2020)

Echter, er moeten ook enkele nadelen worden overwogen. Het ontbreken van internationale richtlijnen vormt een uitdaging, omdat het moeilijk is om regels vast te stellen voor stablecoins (Arsi et al., 2022). Bovendien kan het hoge niveau van anonimiteit dat stablecoins bieden, het voor autoriteiten lastig maken om transacties te volgen en de eigenaren te identificeren (Hallak & Salén, 2023; van der Linden & Shirazi, 2023). Een ander risico is dat bedrijven die stablecoins uitgeven mogelijk niet voldoen aan de vereiste regels. Een specifiek risico dat zich voordoet bij algoritmische stablecoins is dat ze de koppeling aan de fiatvaluta verliezen. Een voorbeeld is TerraUSD, een stablecoin zonder reserves, die zijn koppeling aan de Amerikaanse dollar verloor, waardoor de waarde van de stablecoin daalde van één dollar naar twee cent. Hierdoor is er 450 miljard dollar verloren in de cryptomarkt (Ozair, 2022; Shumba & Handagama, 2023).

Er is dus behoefte aan regelgeving met betrekking tot stablecoins, aangezien deze instabiel kunnen zijn, waardoor investeerders niet voldoende beschermd zijn. Bovendien bestaat het risico dat entiteiten zich niet houden aan de geldende regels.

2.3.4 Niet-vervangbare tokens (NFT's)

Niet-vervangbare tokens (NFT's) vertegenwoordigen unieke, niet-vervangbare activa op de blockchain en geven een specifieke identiteit aan zowel fysieke als digitale items. Er zijn verschillende manieren waarop NFT's worden gebruikt, zoals het vastleggen van eigendom (Debono & Caruana Scicluna, 2023; Entrepreneur Staff, 2023). Men kan bijvoorbeeld bij de verkoop van een huis een NFT creëren die het eigendom ervan vertegenwoordigt (Garnett, 2024). Volgens Garnett (2024) wordt deze vervolgens overgedragen aan de koper wanneer alle benodigde voorwaarden zijn vervuld. Propy is een voorbeeld van een platform dat gedecentraliseerde eigendomsregisters ondersteunt en gebruikmaakt van blockchain-technologie om dit proces te faciliteren. In het geval van voertuigen biedt het bedrijf CarForCoin al NFT's aan om het eigendom van luxevoertuigen vast te stellen. Dit kan potentiële voordelen bieden, zoals een efficiëntere registratie van eigendom en mogelijk zelfs het elimineren van papierwerk (Garnett, 2024; Nagarajan, 2023).

2.3.5 Utility tokens

Ook zijn er utility tokens, die volgens Schwiderowski et al. (2024) steeds bekender worden. Ze bieden gebruikers voordelen zoals toegangsrechten die door de uitgever ervan worden aangeboden. Het verwerven van deze tokens verleent individuen niet alleen toegang, maar stelt hen ook in staat om deze in te wisselen voor specifieke voordelen (Hallak, 2023). Een concreet voorbeeld is Binance Coin (BNB), een cryptocurrency die handelaars voordelen biedt, zoals verlaagde handelskosten. Een

ander voorbeeld is de token Uniswap (UNI), waarmee houders stemrechten krijgen op het platform (Neeti, 2024).

2.4 Centraliseerde en gedecentraliseerde cryptobeurzen (CEX & DEX)

Er zijn twee soorten platformen om te kunnen handelen in cryptocurrencies, namelijk gecentraliseerde beurzen (CEX) en gedecentraliseerde beurzen (DEX). Het recente ineensstorten van de populaire gecentraliseerde beurs FTX heeft veel cryptocurrency-investeerders naar alternatieven doen zoeken (George & Bochan, 2022). Gecentraliseerde beurzen zoals Coinbase, Gemini en Binance regelen de transacties tussen kopers en verkopers. Dit proces vereist echter gebruikersverificatie, waardoor persoonlijke gegevens met de cryptobeurs worden gedeeld (CFTE, 2023).

Hierdoor zijn volgens Benetti and Piazza (2023) gedecentraliseerde beurzen ontwikkeld, die smart contracts en blockchain-technologie gebruiken om directe handel tussen gebruikers mogelijk te maken. Voorbeelden hiervan zijn Uniswap, dYdX en Kyber. Deze platforms maken gebruik van codes om mogelijkheden van gecentraliseerde beurzen over te nemen, maar dan zonder tussenpersonen. Gebruikers van gedecentraliseerde beurzen hoeven geen verificatieproces te doorlopen, waardoor volledig anonieme transacties mogelijk zijn (CFTE, 2023). Bedrijven die dergelijke beurzen ontwikkelen, omzeilen de rol van tussenpersonen, waardoor ze niet aan regelgevingen zoals 'ken-uw-klant' (KYC) of antiwitwas (AML) hoeven te voldoen. Omdat ze KYC-vereisten vermijden, is het niet nodig voor gebruikers om zich te identificeren waardoor ze in volledige anonimiteit kunnen handelen (George & Bochan, 2022).

2.5 Bezorgdheden

Cryptocurrencies zijn alternatieven voor traditionele valuta's die door de overheid zijn uitgegeven, bedoeld om snelle, veilige en anonieme transacties uit te voeren (van der Linden & Shirazi, 2023). Het is echter belangrijk om op te merken dat deze anonimiteit kan worden misbruikt (Arsi et al., 2022). Bovendien bestaan er zorgen voor consumenten, aangezien zij momenteel niet onderhevig zijn aan enige beschermende regelgeving en vaak onvoldoende geïnformeerd zijn over de risico's die cryptocurrencies met zich meebrengen (European Parliament, 2022).

2.5.1 Regelgevende bezorgdheden

In tegenstelling tot fiatgeld, dat wordt gereguleerd door de centrale bank en daardoor zekerheid biedt aan gebruikers, brengen cryptocurrencies uitdagingen met zich mee op het vlak van regelgeving (Arsi et al., 2022). Er ontbreken duidelijke controleprocedures, waardoor het mogelijk is om illegale activiteiten zoals fraude en criminaliteit uit te voeren (van der Linden & Shirazi, 2023). Volgens de ESMA is de anonimiteit van cryptocurrencies aantrekkelijk voor criminelen en fraudeurs om zo hun identiteit verborgen te houden (European Parliament, 2022).

Het reguleren van cryptocurrencies blijft wereldwijd een uitdaging, aangezien overheden verschillende benaderingen aannemen. Sommige landen zoals Canada hebben specifieke benaderingen om cryptocurrencies te reguleren, terwijl andere landen geen maatregelen nemen of zelfs het gebruik ervan verbieden (Arsi et al., 2022; Liew, 2024). Bijvoorbeeld: in El Salvador is het sinds 2021 mogelijk voor mensen om met cryptocurrencies goederen en diensten te betalen,

waardoor deze digitale valuta's de rol van fiatvaluta's overnemen (Weston, 2022). Aan de andere kant hebben landen als Vietnam en Marokko alle activiteiten met betrekking tot cryptocurrencies verboden (Arsi et al., 2022; van der Linden & Shirazi, 2023).

Volgens Arsi et al. (2022) brengen cryptocurrencies door het gebrek aan duidelijke regulering risico's met zich mee, zoals fraude, hacking en diefstal. De anonimiteit die cryptocurrencies bieden, maakt ze moeilijk traceerbaar, wat illegale activiteiten vergemakkelijkt. Dit creëert een aantrekkelijke omgeving voor criminelen (Hassan & Azhar, 2022). Het Internet Crimes Complaint Center (IC3) meldt dat van de drie miljard dollar aan beleggingsfraude die werd gerapporteerd in 2022, 2,5 miljard dollar verband hield met cryptocurrencies (U.S. Department of Justice, 2023).

Brix Newbury and Kerse (2023) geven PlusToken als voorbeeld, een in China gevestigde crypto-activa, waarbij fraudeurs drie miljard dollar aan cryptocurrencies buitmaakten door middel van een Ponzi-schema. Dit type fraude houdt in dat criminele individuen investeerders werven voor een niet-bestaand bedrijf, om vervolgens met het geïnvesteerde geld te verdwijnen. Om de schijn van rendementen op te houden, werven criminelen nieuwe investeerders en gebruiken hun bijdragen om eerdere investeerders terug te betalen (Alekseenko, 2023; Kerr et al., 2023). Een vergelijkbaar voorbeeld deed zich voor met OneCoin, waarbij oplichters op dezelfde manier vier miljard dollar wisten te stelen (The Investopedia Team, 2024).

Europese regelgevende instanties hebben opgemerkt dat de markt voor crypto-activa aanzienlijk wordt beïnvloed door marktmanipulatie (Hallak, 2023). In een goed gereguleerde omgeving neemt de neiging tot fraude en marktmanipulatie af, wat resulteert in een stabielere en betrouwbaardere markt voor zowel bedrijven als investeerders (Pixelplex, 2023b). Marktmanipulatie omvat praktijken waarbij individuen misbruik maken van voorkennis over bepaalde transacties om te profiteren van de prijsbewegingen die door deze transacties veroorzaakt worden (ESA, 2022). De markt is herhaaldelijk getroffen door manipulatie. Uit een onderzoek in 2023 bleek dat 54 procent van de genoteerde tokens blootgesteld is aan marktmanipulatie (Nelson, 2024). In het jaar 2021 leidde marktmanipulatie tot verliezen van meer dan 2,8 miljard dollar (Crypto Desk, 2022). Een bekend voorbeeld hiervan is Elon Musk, die in 2020 en 2021 tweets over Bitcoin en Dogecoin plaatste, wat resulteerde in aanzienlijke prijsstijgingen en een verhoogd handelsvolume (Carlisle, 2022). Een ander voorbeeld is de creatie van de Squid Game-token in 2021, geïnspireerd door de populaire Netflix-serie. De makers van deze token slaagden erin de prijs op te drijven om vervolgens hun eigen rendementen veilig te stellen en daarnaast nog eens 12 miljoen dollar te stelen (Marquit, 2024).

Daarnaast is informatieasymmetrie ook een probleem binnen de crypto-markt omdat niet alle investeerders evenredige toegang hebben tot cruciale informatie. Dit leidt tot een oneerlijke verdeling van kennis, waardoor sommige investeerders ongerechtvaardigde voor- of nadelen kunnen ervaren (FasterCapital, 2024). Volgens Coinbase, een van de grote crypto-beurzen, is deze ongelijkheid een groot probleem (Singer, 2022). Zo zijn er situaties waarbij bepaalde groepen of individuen, zoals overheidsfunctionarissen in China, voorafgaand aan publieke aankondigingen al op de hoogte zijn van beslissingen met betrekking tot bijvoorbeeld regulatie van Bitcoin-miningactiviteiten (Singer, 2022).

Verder wijst de ESMA op cyberaanvallen binnen de wereld van cryptocurrencies, waarbij enkele op investeerdersportefeuilles zijn gericht (van der Linden & Shirazi, 2023). Zo hebben Noord-Koreaanse hackers in 2022 maar liefst 1,7 miljard dollar gestolen (Bonderud, 2024). Daarnaast blijkt uit verschillende incidenten dat de beveiliging van sommige cryptocurrencies ontoereikend is. Een welbekend voorbeeld is de hack van het Poly Network in 2021, waarbij 600 miljoen dollar is gestolen (Chavez-Dreyfuss & Price, 2021). Ondanks de identificatie van de dader en de teruggave van het gestolen bedrag, wat leidde tot zijn aanstelling als Chief Security Consultant, benadrukken deze gebeurtenissen de grote beveiligingsproblemen binnen de sector (Bonderud, 2024). Volgens de Consumer Financial Protection Bureau (CFPB) melden steeds meer gebruikers dat ze slachtoffer worden van fraude, diefstal en hacks (CFPB, 2022). Dit illustreert de behoefte aan verbeterde beveiligingsprotocollen en bewustwording onder investeerders om dergelijke verliezen in de toekomst te voorkomen (Brix Newbury & Kerse, 2023).

Wereldwijd nemen landen diverse maatregelen voor het beheer van cryptoactiviteiten, wat leidt tot onduidelijkheid. Deze diversiteit in regels zorgt voor onzekerheid bij bedrijven die actief zijn in de cryptosector en maakt het volgen van de uiteenlopende nationale wetgevingen moeilijker (Arsi et al., 2022; Hassan & Azhar, 2022). Het World Economic Forum's Global Future Council on Cryptocurrencies wijst op het ontbreken van internationaal gecoördineerde regelgeving voor cryptocurrencies (WEF, 2022). Dit gebrek aan uniformiteit kan leiden tot financiële instabiliteit en risico's op wereldwijd niveau (European Parliament, 2022). Internationale organisaties en regelgevende instanties zoals het Basel Comité voor Banktoezicht, de Financial Action Task Force (FATF), en de Financial Stability Board (FSB) bevelen aan dat nationale autoriteiten hun regelgeving zouden moeten harmoniseren met opkomende internationale richtlijnen (Tobias et al., 2023). Hierdoor heeft de Europese Unie de Markets in Crypto-Assets (MiCA) regelgeving geïntroduceerd, een grote stap richting het creëren van een uniform regelgevingskader voor cryptocurrencies en gerelateerde activiteiten binnen Europa (Di Palma, 2023). Dit Europees kader zal zorgen voor veiligheid en stabiliteit binnen de EU (Council of the EU, 2023b). Hoewel MiCA een goede stap is richting regulering binnen Europa, is het essentieel dat andere landen vergelijkbare initiatieven ontwikkelen of zich aansluiten bij internationale inspanningen om een samenhangend wereldwijd systeem te vormen. De grensoverschrijdende aard van crypto-activa benadrukt het belang van internationale samenwerking (Alekseenko, 2023; Tobias et al., 2023).

Details over MiCA zullen verder besproken worden in paragraaf 3.6, waarbij er dieper wordt ingegaan op hoe dit Europese kader kan dienen als een gebruiksmiddel voor toekomstige wereldwijde regelgeving in de crypto-sector.

2.5.2 Duurzaamheidszorgen

Hoewel consensusmechanismen zoals Proof of Work (PoW) cruciaal zijn voor het valideren van transacties, worden ze bekritiseerd vanwege hun gebrek aan duurzaamheid (Fauzi et al., 2020). Het PoW-mechanisme vereist krachtige computers en verbruikt veel energie, wat een probleem vormt (Hassan & Azhar, 2022). Volgens onderzoek van de Universiteit van Cambridge overtreft het jaarlijkse energieverbruik van Bitcoin dat van Argentinië en zelfs het gecombineerde verbruik van technologiebedrijven zoals Google, Apple, Facebook en Microsoft (Hassan & Azhar, 2022; Küfeoğlu & Özkuran, 2019). Deze inefficiëntie in energieverbruik is een probleem dat aangepakt moet worden.

Verskillende oplossingen zijn voorgesteld om deze problematiek aan te pakken, zoals het eerder vermelde concept van Proof of Stake (PoS). Bij PoS is het niet nodig om krachtige computers te gebruiken. Bij dit consensusmechanisme is het principe dat deelnemers een bepaalde activa inzetten op een blockchain om het systeem te ondersteunen (Hassan & Azhar, 2022; Lin, 2023). In het kader van de MiCA-regulering wordt het energieverbruik van deze consensusmechanismen besproken, aangezien het een aanzienlijke impact heeft op duurzaamheid (Council of the EU, 2022).

2.6 MiCA-regulatie

De Europese Centrale Bank (ECB) heeft crypto-activa geïdentificeerd als een potentieel risico dat bezorgdheden met zich meebrengt. Europese regelgevende instanties streven naar strengere toezicht op cryptocurrencies om marktstabiliteit te waarborgen en bescherming te bieden aan investeerders (van der Linden & Shirazi, 2023).

De aankondiging van Diem, het wereldwijde stablecoin-project van Facebook, heeft een belangrijke rol gespeeld bij het benadrukken van de dringende behoefte aan een geharmoniseerd kader voor crypto-activa (van der Linden & Shirazi, 2023). De opkomst van stablecoins heeft de Europese Commissie zorgen gebracht, vooral omdat deze door de private sector kunnen worden uitgegeven met vergelijkbare kenmerken als traditionele valuta, maar zonder publieke controle. Deze bezorgdheid heeft geleid tot de noodzaak voor een gereguleerd kader voor cryptocurrencies (Schickler, 2023; van der Linden & Shirazi, 2023).

De ESMA heeft gewaarschuwd voor de risico's van cryptocurrencies, zoals fraude en marktmanipulatie (van der Linden & Shirazi, 2023). Bovendien valt slechts een zeer klein percentage van de cryptomarkt onder de regelgeving van MiFID II, die de beleggingsdiensten in Europa reguleert. Dit laat een aanzienlijk deel van de cryptocurrencies ongereguleerd, omdat velen niet worden beschouwd als beleggingen of andere soorten activa (van der Linden & Shirazi, 2023).

Ook brengen bestaande nationale wetgevingen binnen de EU met betrekking tot cryptocurrencies complexiteiten met zich mee doordat verschillende lidstaten andere regels toepassen (Arsi et al., 2022). Als reactie hierop is de MiCA-verordening voorgesteld, met als voornaamste doel een duidelijk juridisch kader voor crypto-activa te bieden. Hierbij wordt er gestreefd naar een evenwicht tussen innovatie, consumentenbescherming en marktintegriteit (Hallak, 2023; Pierre E et al., 2023).

2.6.1 Voor de MiCA-regulatie

2.6.1.1 *MiFID II*

MiFID II, de Europese richtlijn voor de regulering van beleggingsdiensten en gereguleerde markten, heeft als doel Europese financiële markten veiliger te maken en beleggers te beschermen (van der Linden & Shirazi, 2023). Hoewel MiFID II cryptocurrencies reguleert die worden beschouwd als financiële instrumenten, blijven veel crypto-activa ongereguleerd (Council of the EU, 2023b; Hallak, 2023).

MiFID II reguleert aandelen, obligaties en effecten zoals die van bedrijven. Maar deze regulatie sluit veel crypto-activa uit, omdat deze niet ingaan op activa waarmee betalingen kunnen worden uitgevoerd (van der Linden & Shirazi, 2023). Verder wordt opgemerkt dat de classificatie van crypto-activa volgens de Zwitserse toezichthouder op de financiële markt (FINMA) afhangt van hun

kenmerken. Volgens de ESMA vallen cryptocurrencies die kenmerken hebben van financiële instrumenten ook onder het toepassingsgebied van MiFID II, maar dit is niet genoeg, aangezien veel crypto-activa buiten beschouwing worden gelaten (van der Linden & Shirazi, 2023).

2.6.1.2 AMLD5

De Vijfde Antiwitwasrichtlijn (AMLD5) is binnen de Europese Unie geïntroduceerd om witwassen en de financiering van terrorisme te bestrijden. Deze richtlijn legt de focus op dienstverleners zoals beurzen, met als doel hun activiteiten strenger te reguleren. De verplichtingen die AMLD5 oplegt aan deze dienstverleners zijn het uitvoeren van klantonderzoeken, het melden van verdachte activiteiten en de registratie bij lokale toezichthouders. Bovendien dienen cryptobeurzen te voldoen aan strikte ken-uw-klant (KYC) en antiwitwas (AML) procedures (van der Linden & Shirazi, 2023).

Toch heeft AMLD5 kritiek ontvangen vanwege het gebrek aan consistentie tussen EU-lidstaten bij de implementatie, wat leidt tot onduidelijkheden en complexiteit in de naleving. Interpretatieverschillen zorgen voor gebrek aan harmonisatie waardoor er ruimte ontstaat voor ontduiking van deze richtlijn (Houben & Snyers, 2020; van der Linden & Shirazi, 2023). Vanwege de grensoverschrijdende aard van cryptocurrencies is internationale samenwerking cruciaal om effectieve maatregelen tegen witwassen en financiering van terrorisme te nemen (Auer & Claessens, 2018; Hallak, 2023). Bovendien richt de richtlijn zich voornamelijk op uitwisselingen tussen fiat-valuta en crypto-activa, met weinig controle op crypto-naar-crypto-uitwisselingen. Dit betekent dat zodra cryptocurrencies van bijvoorbeeld een bank naar een cryptobeurs worden overgebracht, er geen verdere controle plaatsvindt (Ordekian et al., 2023; van der Linden & Shirazi, 2023).

Hoewel de AMLD5 en MiFID II cryptocurrencies en dienstverleners reguleren, is het niet genoeg om consumentenbescherming, marktintegriteit en veiligheid aan te bieden. Hierdoor is de MiCA-regulatie geïntroduceerd als een aanvulling op de bestaande regelgeving (van der Linden & Shirazi, 2023).

2.6.2 Regulatie van de cryptocurrencies door MiCA

De Markets in Crypto-Assets Regulatie (MiCA) introduceert geharmoniseerde regels voor crypto-activa binnen de EU (Di Palma, 2023). Voor entiteiten die crypto-activa uitgeven, legt MiCA belangrijke bepalingen vast met betrekking tot transparantie, autorisatie en toezicht op transacties (Carney & Scanlon, 2022; Pixelplex, 2023b).

Deze nieuwe wetgeving is ontworpen om de financiële stabiliteit te bevorderen door het reguleren van crypto-activa. Tegelijkertijd zorgt MiCA ervoor dat consumenten grondig worden geïnformeerd over de bijbehorende risico's (BBVA, 2023). Met een focus op transparantie en het waarborgen van eerlijke praktijken in de cryptomarkt, vormt MiCA een cruciale stap naar een veiligere en beter gereguleerde digitale financiële omgeving binnen de EU (Pixelplex, 2023b; Société Générale, 2023).

2.6.3 Omvang van MiCA-regulering

2.6.3.1 Verschillende soorten crypto-activa

De eerste categorie crypto-activa die onder MiCA valt, zijn stablecoins, ook bekend als Electronic Money Tokens (EMT's) volgens de terminologie van MiCA. Dit zijn digitale activa die verbonden zijn met de stabiliteit van traditionele fiatvaluta's zoals de euro of dollar (Debono & Caruana Scicluna,

2023). De stabiliteit van EMT's is een kenmerk dat hen onderscheidt van andere vormen van cryptocurrencies, zoals Bitcoin. Ze zijn direct gekoppeld aan fiatvaluta, wat ze minder volatiel maakt. De European Banking Authority (EBA) heeft toezicht over deze EMT's gekregen en zorgt voor integriteit van deze uitgegeven cryptocurrencies (Hallak, 2023). MiCA benadrukt ook dat EMT's gedekt moeten worden door daadwerkelijke activa. Dit betekent dat voor elke eenheid van EMT die wordt uitgegeven, de uitgever een gelijkwaardig bedrag aan fiatvaluta in reserve moet hebben. Bijvoorbeeld, als er voor 100 000 EUR aan EMT's elektronisch wordt uitgegeven, moet de uitgever een gelijkwaardig bedrag in reserve houden (21analytics, 2024; van der Linden & Shirazi, 2023).

Bovendien zijn er ook asset-gerelateerde tokens (ART's), die kunnen worden vergeleken met de commodity-gerelateerde stablecoins die eerder zijn genoemd. Deze tokens zorgen voor een stabiele waarde doordat ze verbonden zijn aan andere activa (BBVA, 2023). Deze activa gaan verder dan enkel fiatvaluta's en kunnen een combinatie zijn van meerdere fiatvaluta's, fysieke activa en cryptocurrencies (Debono & Caruana Scicluna, 2023). Ze kunnen gekoppeld zijn aan bijvoorbeeld goud, wat helpt een consistente waarde in de cryptomarkt te behouden. Voorbeelden zijn Digix (DGX) en Pax Gold (PAXG).

De laatste categorie omvat alle andere tokens, waaronder utility tokens. Deze crypto-activa zijn specifiek ontworpen om toegang te verlenen tot bepaalde goederen of diensten die worden aangeboden door de uitgever van de token (Council of the EU, 2023b; King, 2022). Een concreet voorbeeld van utility tokens is tickets voor evenementen. In dit geval kan een token worden aangeschaft als toegangsbewijs voor een bepaald evenement (van der Linden & Shirazi, 2023).

2.6.4 Belangrijkste doelstellingen van de MiCA-regulatie

2.6.4.1 Registratie- en nalevingsvereisten voor crypto-ondernemingen

Bedrijven die actief zijn in dienstverlening rond cryptovaluta binnen de Europese Unie moeten nu hun registratie verkrijgen in erkende lidstaten, wat hen de mogelijkheid biedt om binnen de Europese Unie te opereren (Pieza, 2021). Zij zullen ook onder toezicht worden gehouden door de European Banking Authority (EBA) en de ESMA (Council of the EU, 2022). De regelgeving is ontworpen om marktstabiliteit te verzekeren (Hallak & Salén, 2023).

De MiCA-regulering vereist dat uitgevers en dienstverleners voldoen aan antiwitwasregels en transparantievereisten. Deze uitbreiding richt zich op het aanpakken van problemen die eerder werden ondervonden met reguleringen zoals MiFID II en AMLD5 (van der Linden & Shirazi, 2023). Elisabeth Svantesson, minister van Financiën van Zweden, benadrukt de dringende noodzaak van deze regulering om misbruik van crypto-activa te voorkomen en investeerders te beschermen (Council of the EU, 2023a).

De nieuwe regelgeving vereist ook dat aanbieders en dienstverleners van crypto-activa een licentie aanvragen voordat ze hun activiteiten mogen voortzetten. Dit dwingt hen om strikte normen te volgen, waardoor de naleving van de regelgeving wordt afgedwongen (Clifford Chance, 2022). Aanbieders van crypto-diensten worden nu geconfronteerd met strenge eisen en zijn aansprakelijk voor incidenten (Council of the EU, 2022). Deze verhoogde normen, samen met de aansprakelijkheid, zijn bedoeld om de sector te professionaliseren en bescherming te bieden. (Beck et al., 2022; Read & Diefenbach, 2022)

2.6.4.2 Internationale samenwerking en standaardisatie

De Europese Unie heeft een geharmoniseerd regelgevingskader ingevoerd voor de regulering van crypto-activa (Di Palma, 2023). Voorheen waren er uiteenlopende nationale wetgevingen, wat resulteerde in onduidelijkheden voor de crypto-sector, aangezien er geen uniforme regelgeving beschikbaar was (Auer & Claessens, 2018). Het vermogen van cryptocurrencies om gemakkelijk grenzen te overschrijden benadrukt de noodzaak van regulering (Alekseenko, 2023; Tobias et al., 2023).

Volgens Hallak (2023) zorgt harmonisatie niet alleen voor de bescherming van de belangen van individuele lidstaten, maar ook voor de veiligheid van de uitwisseling van crypto-activa. Europa speelt een belangrijke rol bij het bevorderen van een gezonde ontwikkeling van de cryptomarkten, en met deze regulering zet het een belangrijke eerste stap (Carney & Scanlon, 2022).

2.6.4.3 Behouden van marktintegriteit

Het behouden van integriteit in markten is zeer belangrijk, en aangezien er een gebrek aan vertrouwen is in de cryptowereld, zijn er specifieke regels ontstaan om dit probleem aan te pakken. Zo probeert Europa de marktintegriteit te behouden door strenge reguleringen in te voeren, waardoor uitgevers van cryptocurrencies transparanter en duidelijker moeten zijn. Voor ondernemingen die crypto-activa uitgeven is dit ook van groot belang (Hallak, 2023; Pierre E et al., 2023).

In de cryptowereld hebben veel fiasco's plaatsgevonden, waaronder die van FTX, een grote cryptobeurs. FTX verloor het vertrouwen door financiële praktijken die investeerders schaadden, wat resulteerde in een faillissement (Shumba & Handagama, 2023; Torpey, 2023). Deze gebeurtenissen hebben geleid tot de erkenning van de volatiliteit en risico's van fraude en manipulatie in cryptomarkten (Hallak & Salén, 2023). Dit faillissement heeft geleid tot een verlies van 8.7 miljard dollar (Torpey, 2023).

Een vergelijkbare situatie deed zich voor bij TerraUSD (UST), een stablecoin ontworpen om een waarde te behouden van één dollar. Deze werkte met algoritmen die probeerden deze waarde te behouden, maar deze coderingsmechanismen hebben gefaald, wat leidde tot grote verliezen voor investeerders (Balbi, 2022; Ozair, 2022).

Om zulke situaties in de markt te voorkomen en bescherming te voorzien voor consumenten, zullen registratievereisten, internationale samenwerkingen en toezichthoudende instanties zoals de EBA, ESMA, ECB, de Europese Commissie en nationale toezichthouders in de Europese Unie zich inzetten om deze fiasco's te vermijden (van der Linden & Shirazi, 2023).

2.6.4.4 Voorkomen van witwassen en terrorisme

In het jaar 2022 werd volgens het rapport van blockchainanalysebedrijf Chainalysis 4 miljard dollar aan cryptocurrencies gestolen, wat wordt toegeschreven aan het gebrek aan regelgeving (Chainalysis Team, 2023). Het faillissement van de FTX-beurs, gebruikt door ongeveer vijf miljoen mensen, is een reden dat velen hun activa niet konden recupereren (Browne, 2022; Radonic, 2023). Deze situaties komen vaak voor, waardoor de Europese Commissie verder ook de noodzaak zag voor regulering (Hallak, 2023).

De crypto-dienstverleners (CASP's) worden nu onderworpen aan strikte normen, waarbij een licentievereiste hen vergelijkbare verplichtingen oplegt als traditionele financiële instellingen (van der Linden & Shirazi, 2023). Het verkrijgen van een licentie vereist dat CASP's aan diverse criteria voldoen, waaronder het verkrijgen van goedkeuring van bevoegde autoriteiten, het aantonen van naleving van regelgeving, implementatie van interne controlemechanismen, en het informeren van klanten over de risico's en kosten van crypto-activa (Carney & Scanlon, 2022; Pixelplex, 2023b). Daarnaast zijn zij verplicht om effectieve maatregelen te nemen voor het voorkomen van witwassen van geld (AML) en het tegengaan van de financiering van terrorisme (CFT) (Council of the EU, 2023a).

Deze maatregelen zorgen ervoor dat dienstverleners nu onder een strak regelgevingskader vallen, wat resulteert in een veiligere markt met verminderde corruptie, fraude en criminele activiteiten.

2.6.4.5 Consumentenbescherming en innovatie

Het is zeer belangrijk om niet alleen consumentenbescherming aan te bieden, maar ook innovatie niet te belemmeren (Council of the EU, 2023b). Door duidelijkheid te verschaffen over de regulering van crypto-activa, wordt tegelijkertijd zowel innovatie als consumentenbescherming bevorderd (Société Générale, 2023). De naleving van deze regels kan dienstverlenende bedrijven rond cryptocurrencies een concurrentieel voordeel bieden (Di Palma, 2023). Volledige regulering creëert vertrouwen bij investeerders, die eerder geneigd zullen zijn om dergelijke dienstverleners te kiezen (van der Linden & Shirazi, 2023).

Bovendien worden uitgevers van stablecoins onderworpen aan specifieke eisen, zoals een een-op-een verhouding en toezicht door de EBA (Clifford Chance, 2022). Omdat dergelijke autoriteiten uitgevers en dienstverleners controleren en zo consumentenbescherming waarborgen, zal het vertrouwen in de wereld van cryptocurrencies toenemen (Hallak, 2023; van der Linden & Shirazi, 2023).

2.6.5 Kritiek op MiCA-regulatie

De MiCA-regulering is een eerste stap in de regulering van cryptocurrencies, maar er zijn ook een aantal bezorgdheden van belanghebbenden. Ten eerste is de definitie van crypto-activa veel te breed, waardoor er onduidelijkheden ontstaan in welke reguleringen toegepast moeten worden. International Association for Trusted Blockchain Applications (INATBA) maakt zich zorgen over de consistentie van de implementatie door lidstaten (van der Linden & Shirazi, 2023). Bitcoin en Ethereum vallen bijvoorbeeld beide onder MiCA, maar ze behoren tot geen enkele specifieke categorie zoals electronic money tokens, asset-gerelateerde tokens of utility tokens die in de nieuwe regulering staan (King, 2022). De ECB deelt deze bezorgdheid en vraagt voor meer helderheid in de definities van crypto-activa onder MiCA en MiFID II waardoor conflicten vermeden en regelgeving afgestemd zullen worden (van der Linden & Shirazi, 2023).

Een algemene kritiek is dat het instellen van een centrale toezichthouder in een sector die draait om decentralisatie, wordt gezien als een inbreuk op de privacy door cryptocurrency-enthousiastelingen. Voor hen zijn cryptocurrencies bedoeld voor totale anonimiteit, en plotselinge strenge regels en controles worden beschouwd als een strijd tegen de principes van anonimiteit en decentralisatie (Kaur, 2023).

MiCA vereist dat tokens die op beurzen worden genoteerd, een uitgever hebben. Maar het vinden van een uitgever voor bijvoorbeeld Bitcoin kan echter problematisch zijn, aangezien deze simpelweg niet bestaat. De oplossing van MiCA is dat beurzen zelf een whitepaper moeten opstellen over bijvoorbeeld Bitcoin en deze moeten voorleggen aan de nationale bevoegde autoriteit. Dit brengt echter grote verantwoordelijkheden met zich mee, aangezien de beurs aansprakelijk zal zijn voor de inhoud van de whitepaper. Voor nieuwe beurzen onder MiCA is dit een cruciale beslissing, gezien de zware verantwoordelijkheden en het feit dat het lastig is om een beurs te lanceren zonder grote cryptocurrencies als Bitcoin en Ethereum (King, 2022).

Gedecentraliseerde beurzen worden bovendien niet in MiCA vermeld omdat ze geen centrale entiteit hebben, waardoor gebruikers van deze beurzen de regulering kunnen omzeilen. Dit creëert een gat in de naleving van de regels. Bovendien vallen NFT's buiten de regulering, ondanks hun kwetsbaarheid voor fraude (BBVA, 2023; Zetzsche et al., 2023). Tussen juli 2021 en 2022 werd openbaar gemeld dat er voor 100 miljoen dollar aan fondsen werd gestolen door oplichting in NFT's. Daarnaast zijn NFT's ook aantrekkelijk voor witwassen vanwege hun wereldwijde en anonieme karakter, wat de dringende behoefte aan regulering op dit gebied benadrukt. (Chainalysis Team, 2022; Elliptic)

3 Methodologie

In deze masterthesis wordt een kwantitatieve analyse uitgevoerd naar de invloed van MiCA op de cryptomarkt. Dit onderzoek richt zich specifiek op de effecten van deze Europese regelgeving op het aantal criminele activiteiten gerelateerd aan cryptocurrencies, het handelsvolume van Bitcoin op Europese en Amerikaanse beurzen, en het gebruik van de euro en de dollar in Bitcoin-transacties. Daarnaast wordt ook de marktkapitalisatie van cryptocurrencies onderzocht. Het doel is om te onderzoeken of MiCA significante veranderingen teweeg heeft gebracht in deze aspecten van de cryptomarkt. Door het gebruik van numerieke secundaire data is een kwantitatieve onderzoeksmethode gekozen, wat optimaal is voor het beoordelen van de impact van regulering op kwantificeerbare elementen zoals handelsvolumes, marktkapitalisatie en criminele activiteiten.

De steekproef omvat secundaire data afkomstig van bronnen zoals Statista, Bitcoinity en Comparitech (Bitcoinity, 2024; Moody, 2024; Statista, 2024a, 2024b). Zij verzamelen informatie over marktkapitalisatie, handelsvolumes en incidenten van criminele activiteiten. Deze data dekken een periode van enkele jaren en omvatten waarnemingen zowel voor als na de implementatie van MiCA, wat een gedetailleerd inzicht geeft in de veranderingen over tijd. Het onderzoek kan beschreven worden als longitudinaal omdat het zich richt op het observeren van veranderingen over een langere periode, waardoor het mogelijk is om trends en patronen te identificeren die direct gerelateerd zijn aan de invoering van de MiCA-regulering. Deze aanpak maakt het mogelijk om te onderzoeken of er een verband bestaat tussen MiCA en de geobserveerde veranderingen in de cryptomarkt.

3.1 Dataverzameling

Bij de aanvang van dit onderzoek was het belangrijk om betrouwbare secundaire data te vinden die relevant waren voor de gestelde onderzoeksvragen. Na het zoeken op verschillende dataplatforms zoals Statista, Bitcoinity en Comparitech zijn datasets geselecteerd die actuele en historische gegevens over de cryptomarkt bijhouden. Deze bronnen zijn gekozen vanwege hun reputatie op het gebied van cryptogerelateerde gegevens en nauwkeurigheid.

3.1.1 Criminele activiteiten & aantal cryptocurrencies

In de eerste analyse van het onderzoek werd er gekeken naar hoe effectief de MiCA-regulering is in het aanpakken van criminele activiteiten. De data voor dit onderzoek zijn afkomstig van Comparitech (Moody, 2024), dat maandelijks incidenten vanaf januari 2018 tot maart 2024 heeft bijgehouden. Deze gegevens zijn verzameld door een data-onderzoeker genaamd Rebecca Moody, die gespecialiseerd is in dit veld. Zo worden elke maand de data bijgewerkt op basis van officiële rapporten, nieuws uit de industrie, juridische documenten en analyses van beveiligingsexperts. Een variabele van de criminele activiteiten is het aantal gerapporteerde activiteiten per maand. Indien er in een bepaalde maand geen criminele activiteiten worden gerapporteerd, wordt deze maand uit de dataset weggelaten, wat aangeeft dat er geen relevante incidenten hebben plaatsgevonden.

Daarnaast wordt gebruikgemaakt van gegevens over het aantal beschikbare cryptocurrencies, verzameld van de website Statista (Statista, 2024b). Deze dataset omvat het aantal geregistreerde cryptocurrencies van 2013 tot januari 2024. De snelgroeende markt maakt het voor regulerende

instanties steeds ingewikkelder om alle cryptocurrencies te controleren. Met de toename van het aantal cryptocurrencies, stijgt ook het risico op criminele activiteiten, aangezien meer mogelijkheden ontstaan voor misbruik. De keuze voor deze dataset is gebaseerd op de noodzaak om te onderzoeken of regulering van entiteiten noodzakelijk is om criminele activiteiten te voorkomen. Voor MiCA werden veel cryptocurrencies niet gereguleerd, waardoor iedereen vrij is om een digitale activa te creëren, ongeacht de intenties.

Van 2013 tot 2017 werd deze data jaarlijks bijgehouden, en vanaf 2018 worden updates verstrekt wanneer er significante veranderingen in het aantal cryptocurrencies plaatsvinden. Bijvoorbeeld, in januari 2022 waren er 9 929 cryptocurrencies geregistreerd, en de volgende update in februari 2022 vermeldde 10 397 cryptocurrencies. Dit illustreert dat updates plaatsvinden bij een significante toename in het aantal geregistreerde cryptocurrencies.

3.1.2 Bitcoin beurzen & valuta

Bovendien werd er gekeken naar de werkelijke effecten van de MiCA-regulering op de markt, specifiek op beurzen en valuta's. In het kader hiervan werd er gebruikgemaakt van de website Bitcoinity (Bitcoinity, 2024), die grafieken en statistieken bood over Bitcoin. Deze bron leverde zowel historische als recente data en was vooral waardevol voor het verstrekken van gedetailleerde informatie over beurzen en valuta's. Bitcoinity bood de flexibiliteit om data aan te passen, waardoor er gekozen kon worden voor dagelijkse updates van jaarlijkse gegevens of wekelijkse updates van gegevens over een periode van vijf jaar. Voor het globale beeld werd er gekozen voor een periode van vijf jaar met wekelijkse updates. Voor de analyse van de korte termijn, specifiek 60 dagen voor en na de implementatie van de MiCA-regulering, werden dagelijkse gegevens over een periode van 120 dagen geselecteerd.

Specifiek werd er gefocust op het handelsvolume op beurzen en de impact van MiCA hierop. Bitcoinity voorzag de mogelijkheid om handelsvolumes van verschillende beurzen en valuta's te vergelijken door het mogelijk te maken om specifieke beurzen te selecteren die relevant waren voor het onderzoek. Voor de analyse werden data gebruikt van 15 april 2019 tot en met 8 april 2024. Verder werd er data gebruikt rond de implementatie van MiCA, specifiek 60 dagen voor en na de publicatie. Deze specifieke datums waren eenvoudig te verkrijgen via Bitcoinity, waarna de gegevens gemakkelijk konden worden geëxporteerd naar een Excel-bestand voor verdere analyse.

3.1.3 Marktkapitalisatie

Daarnaast werd er onderzocht of de MiCA-regulering een impact heeft gehad op de marktkapitalisatie van cryptocurrencies. Deze data waren afkomstig van de website van Statista (Statista, 2024a). Deze dataset bevatte wekelijkse gegevens die teruggingen tot juli 2010, maar voor de analyse werd de periode beperkt vanaf begin 2019 tot en met 13 maart 2024. Deze periode werd gekozen omdat de groei en expansie van cryptocurrencies vooral in deze jaren zijn begonnen.

Een van de doelen van de thesis was het onderzoeken van de impact van MiCA op de marktkapitalisatie van cryptocurrencies. De beschikbare wekelijkse data van Statista boden de mogelijkheid om gedetailleerde analyses uit te voeren over hoe de marktkapitalisatie zich had ontwikkeld in relatie tot de invoering van deze regelgeving. Deze gegevens waren essentieel om de invloed van regelgevende instanties te bekijken.

3.2 Dataverwerking

De verzamelde datasets werden geëxporteerd naar een Excel-document voor verdere analyse. Voor de datasets over de handelsvolumes en marktkapitalisatie, die afkomstig waren van Bitcoinity en Statista, was het mogelijk om de data direct te exporteren naar Excel. Vervolgens werden deze gegevens geïmporteerd in SPSS, waar verdere statistische analyse werd uitgevoerd. De data betreffende criminele activiteiten, afkomstig van Comparitech, boden echter geen directe exportmogelijkheid naar Excel. Daarom moesten deze gegevens handmatig gekoppeld worden aan de bijbehorende maanden. Elk crimineel incident werd zorgvuldig genoteerd en toegevoegd aan de dataset op maandelijkse basis.

Voordat de datasets naar SPSS overgezet werden, werd gecontroleerd of gegevens ontbraken. Dit was niet het geval, waardoor direct kon worden overgegaan tot de statistische verwerking en analyse in SPSS. Deze grondige voorbereiding zorgde voor een betrouwbare basis voor het onderzoek naar de impact van MiCA-regulering op zowel de markt als criminele activiteiten in de cryptosector.

Voorafgaand aan de statistische tests in SPSS, werd een grondige controle uitgevoerd om er zeker van te zijn dat er geen gegevens ontbraken of foutief waren ingevoerd. Deze stap was essentieel om te zorgen dat de verwerking en analyses gebaseerd waren op volledige en correcte informatie. Deze zorgvuldige voorbereiding vormde een betrouwbare basis voor het onderzoek naar de impact van de MiCA-regulering.

Bij de verwerking van de data werden logaritmische transformaties toegepast om de datasets die niet normaal verdeeld waren, om te zetten naar een normale verdeling. Deze transformaties werden uitgevoerd in SPSS, waarbij de transformatie die het beste resultaat opleverde in termen van het bereiken van een normale verdeling, werd geselecteerd voor verdere analyses. Alle statistische tests werden zorgvuldig gecontroleerd op juistheid van de gebruikte variabelen en werden herhaald om consistente resultaten te verkrijgen. Deze herhaalde tests hielpen om kleine fouten te vermijden en droegen bij aan de betrouwbaarheid van de bevindingen.

3.3 Analytische technieken

Voor elke beschikbare dataset in het onderzoek werden dezelfde analytische stappen gevolgd. Ten eerste werd een beschrijvende analyse uitgevoerd voor iedere dataset, variërend van histogrammen tot gedetailleerde beschrijvingen van statistieken zoals het maximum, minimum en de standaarddeviatie. Deze analyses boden visuele representaties die een duidelijk beeld gaven van de datastructuur.

Vervolgens werden tests voor normaliteit toegepast, waaronder de Shapiro-Wilk- en Kolmogorov-Smirnov-tests. Deze stappen waren cruciaal om te bepalen of de data een normale verdeling volgde, wat bepalend was voor het type statistische tests dat kon worden gebruikt. Bij een normale verdeling werden parametrische tests toegepast, die een normale verdeling als voorwaarde hebben. Bij datasets die niet normaal verdeeld waren, werd er gebruikgemaakt van non-parametrische tests. Indien de data initieel niet normaal verdeeld leken, werden logaritmische transformaties uitgevoerd om de scheefheid te verminderen. Als na verschillende pogingen de data nog steeds niet normaal verdeeld waren, werden non-parametrische tests gebruikt en werden de parametrische tests uitgesloten.

Zodra de normaliteit van de data vastgesteld was, werden afhankelijk van de verdeling parametrische of non-parametrische tests toegepast. De meest gebruikte tests waren de Mann-Whitney U-test voor non-parametrische gegevens en de T-test voor onafhankelijke steekproeven voor parametrische gegevens. Deze tests werden gebruikt om de verschillen tussen de twee groepen te analyseren: de periode voor en de periode na de implementatie van de MiCA-regulering.

De keuze voor deze specifieke statistische tests werd gedreven door de behoefte om conclusies te trekken over de impact van de MiCA-regulering. De Independent Samples T-test is geschikt voor gevallen waarin de gegevens een normale verdeling volgen, zelfs na logaritmische transformaties. Deze test biedt een manier om te beoordelen of er significante verschillen zijn in de gemiddelden van marktkapitalisaties, handelsvolumes en criminele activiteiten voor en na de invoering van MiCA.

Aan de andere kant wordt de Mann-Whitney U-Test gebruikt als de gegevens niet voldoen aan de criteria voor normaliteit. Deze test is een effectief alternatief om te beoordelen of de medianen verschillen, wat nuttig is bij scheve verdelingen. Deze aanpak zorgt ervoor dat de analyse minder gevoelig is voor extreme waarden, die kunnen voorkomen in datasets gerelateerd aan criminele activiteiten en aan de volatiliteit van de cryptomarkt.

Het gebruik van zowel parametrische als non-parametrische tests stelt ons in staat om een uitgebreide evaluatie te maken van de data, waarbij de methode direct gerelateerd is aan de distributie-eigenschappen van elke dataset. Dit verzekert dat, ongeacht de vorm van de data, de test die wordt toegepast de meest geschikte is om conclusies te trekken over de invloed van MiCA op de cryptosector.

4 Resultaten

De invoering van de MiCA-regulering is bedoeld om een einde te maken aan ongereguleerde omstandigheden en om beleggers te beschermen tegen volatiliteit en potentieel misbruik. De gevolgen van dergelijke regelgeving zijn van cruciaal belang voor zowel beleggers als toezichthouders. Daarom onderzoekt deze studie de impact van MiCA op verschillende aspecten van de cryptomarkt, waaronder criminele activiteiten, het handelsvolume op beurzen, de verhouding tussen Bitcoin-handel en bepaalde valuta's, en de marktkapitalisatie van cryptocurrencies.

Terwijl de descriptieve statistieken en histogrammen een eerste blik werpen op de gegevens, tonen de tests de bewegingen over tijd en geven de normale verdelingstests inzicht in de geschiktheid van de datasets voor verdere toetsing. De volgende secties zullen de specifieke resultaten van deze analyses weergeven, die gezamenlijk tonen hoe de markt reageert op de regelgevende ontwikkelingen.

4.1 Criminele activiteiten

Voor het onderzoek naar het effect van MiCA op criminele activiteiten met betrekking tot cryptocurrencies is er data gebruikt van Statista over het aantal cryptocurrencies in omloop. Hier zijn er gegevens over het aantal cryptocurrencies van 2013 tot en met januari 2024. Aangezien de andere dataset, criminele activiteiten begint vanaf één januari 2018, zal er vanaf 2018 tests uitgevoerd worden. Deze dataset meet iedere maand vanaf 2018 het vermelde aantal criminele activiteiten over cryptocurrencies. Dit onderzoek zal zich richten op de volgende specifieke vragen:

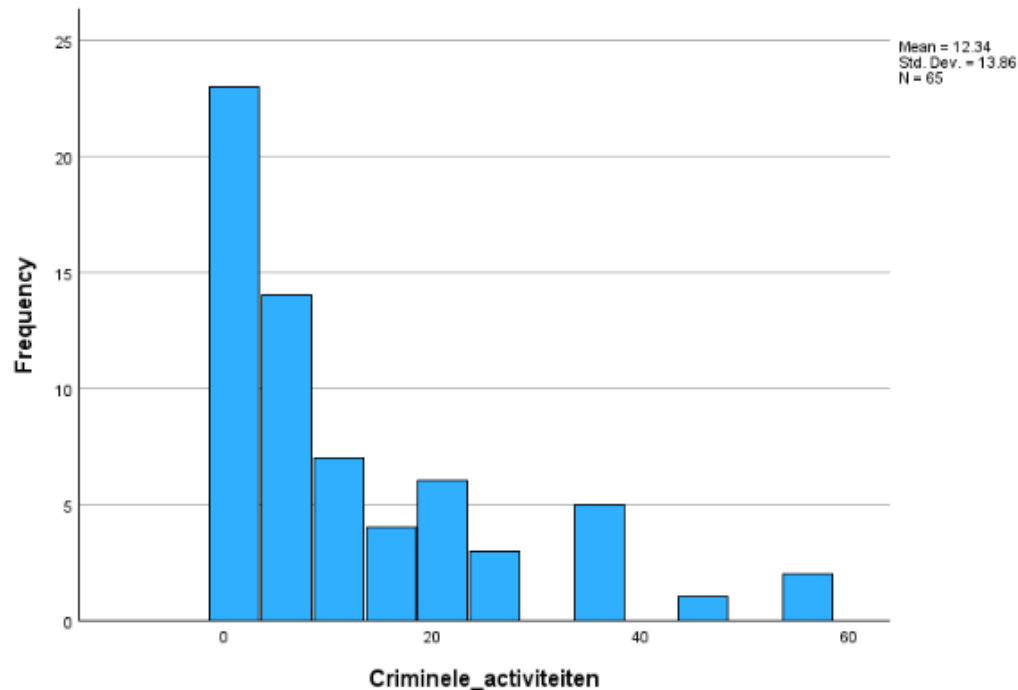
- 1) Wat is de relatie tussen het aantal cryptocurrencies en de frequentie van criminele activiteiten op de markt?
- 2) Is er een significant effect op criminele activiteiten ten gevolge van de MiCA-regulering?

Deze onderzoeksvragen zijn bedoeld om een gedetailleerd beeld te schetsen van de relatie tussen marktgroei, regelgeving en illegale activiteiten in het domein van cryptocurrencies. Met behulp van maandelijkse data variabelen en een dummy-variabele om de perioden voor en na de MiCA-regulering te onderscheiden, zullen de vragen beantwoord worden via descriptieve en statistische methoden. Het doel is om de impact van de regelgeving op de veiligheid te onderzoeken.

4.1.1 Beschrijving van de data

4.1.1.1 Criminele activiteiten

De data bestaan uit 65 maanden die op maandbasis werden opgenomen. Met behulp van een histogram, gepresenteerd in grafiek 1, wordt de verspreiding en frequentie van de criminele activiteiten weergegeven.



Grafiek 1: Histogram - criminele activiteiten

Het histogram toont de maandelijkse frequentie van criminele activiteiten, waarbij de horizontale as het aantal criminele activiteiten vertegenwoordigt en de verticale as de frequentie aangeeft. Het vertoont een ongelijke verdeling met een positieve scheefheid, wat impliceert dat er meer criminele activiteiten zijn met een lage frequentie dan met een hoge frequentie. Met een gemiddelde van 12,34 criminele incidenten per maand en een standaarddeviatie van 13,86 wijst dit op een aanzienlijke spreiding en variatie in het aantal criminele activiteiten over de maanden heen.

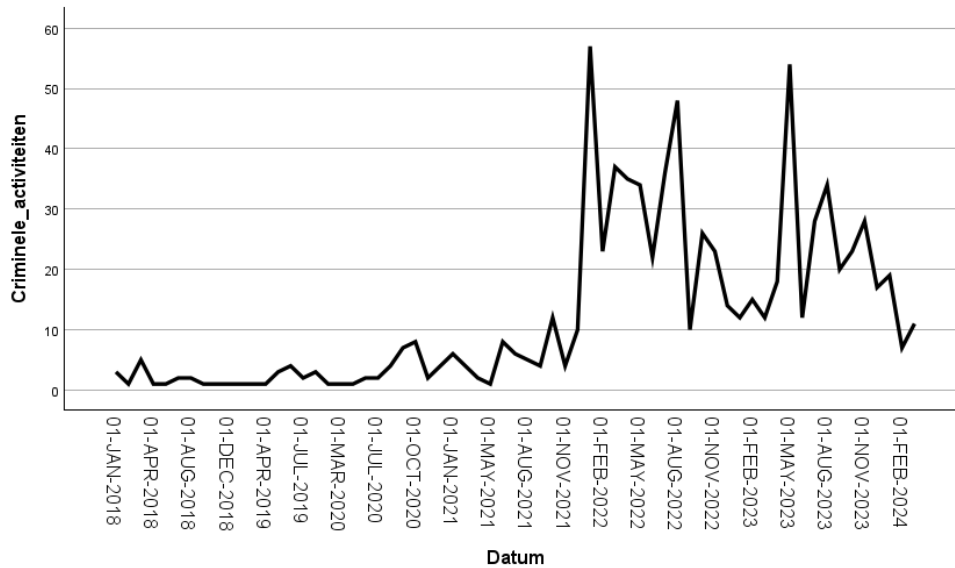
Verder wordt een descriptieve analyse uitgevoerd op de maandelijkse frequentie van criminele activiteiten.

Statistics		
Criminele_activiteiten		
N	Valid	65
	Missing	0
Mean		12.34
Std. Error of Mean		1.719
Median		6.00
Mode		1
Skewness		1.504
Std. Error of Skewness		.297
Kurtosis		1.766
Std. Error of Kurtosis		.586
Minimum		1
Maximum		57
Sum		802

Tabel 1: Beschrijvende statistiek

De mediane waarde van de dataset staat op zes, wat impliceert dat de helft van de maanden zes of minder criminele activiteiten kent, terwijl de andere helft zes of meer criminele activiteiten vertoont. De scheefheid (Skewness) van de dataset bedraagt 1,504, wat wijst op een langere staart aan de rechterkant van de verdeling, zoals gevisualiseerd in de eerste grafiek. Bovendien vertoont de Kurtosis een waarde van 1,786, wat aangeeft dat er meer uitschieters zijn dan bij een normale verdeling. De dataset laat een minimum van één zien en een maximum van 57, met in totaal 802 geregistreerde criminele activiteiten.

De resultaten van de statistische analyses geven aan dat er aanzienlijke variatie is in het maandelijkse aantal van criminele activiteiten. Terwijl sommige maanden een laag aantal laten zien, wijzen de aanwezige uitschieters op significante pieken in andere perioden. Om deze fluctuaties gedetailleerder te bekijken, zullen de gegevens visueel worden weergegeven in een tijdreeksdiagram. Door elke maand afzonderlijk weer te geven, kan nauwkeurig gekeken worden hoe en wanneer de criminele activiteiten zich in de loop van de tijd voordoen.

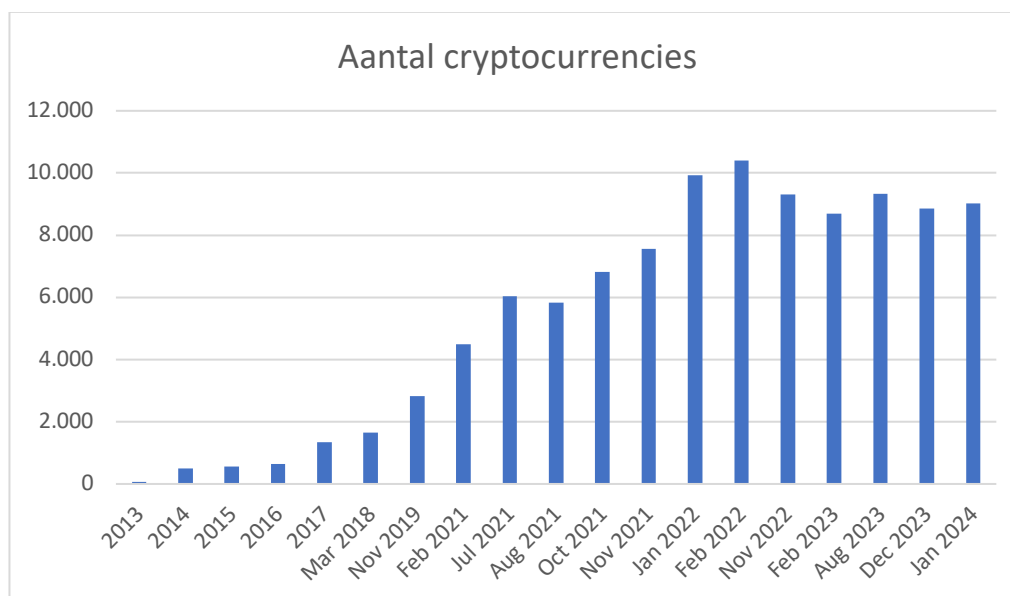


Grafiek 2: Tijdreeksdiagram

De beschrijving van criminele activiteiten, ondersteund door descriptieve statistieken en een histogram, toont een ongelijke verdeling met een positieve scheefheid. De tijdreeksgrafiek, die de maandelijkse criminele activiteiten over een periode van zes jaar weergeeft, bevestigt de algemene toename van incidenten. Ondanks maandelijkse schommelingen wijst de grafiek op een duidelijke toename. Perioden van verminderde criminele activiteiten worden afgewisseld met pieken. Opvallend is de stijgende trendlijn, waarbij recentere jaren een hoger aantal criminele activiteiten vertonen dan de beginjaren van de dataset. Dit suggereert dat er waarschijnlijk factoren zijn die bijdragen aan de groeiende criminaliteit.

4.1.1.2 Aantal cryptocurrencies

Verder zal de volgende dataset van het aantal beschikbare cryptocurrencies bekeken worden. De volgende grafiek illustreert de data van de groei van het aantal beschikbare cryptocurrencies vanaf 2013 tot januari 2024. Op de horizontale as wordt de tijd weergegeven, terwijl de verticale as het geregistreerde aantal cryptocurrencies aanduidt.



Grafiek 3: aantal cryptocurrencies

De grafiek toont een voortdurende groei in het aantal cryptocurrencies. Deze groei neemt toe vanaf 2018, wat wijst op een versnelling in het tempo waarin nieuwe cryptocurrencies worden geïntroduceerd. Deze grafiek is niet alleen relevant voor de groei van cryptocurrencies, maar kan ook gekoppeld worden aan de analyse van het aantal gerapporteerde criminele activiteiten. De toename van het aantal cryptocurrencies zou een impact kunnen hebben op de criminele activiteiten, gezien de anonieme en grensoverschrijdende aard van digitale valuta.

Met de opwaartse trends zichtbaar in zowel het aantal cryptocurrencies als het aantal gerapporteerde criminele activiteiten, rijst de vraag naar de onderlinge relatie tussen deze twee variabelen. Daarom zal specifiek worden gekeken naar de aanwezigheid van een statistische correlatie tussen de groei van cryptocurrencies en het aantal criminele activiteiten om de relatie tussen deze te bekijken.

4.1.2 Normale verdeling - criminele activiteiten

Voordat er statistische tests op de dataset kunnen worden toegepast, is het van cruciaal belang om te controleren of de verdeling van de gegevens voldoet aan de veronderstellingen van normaliteit. Hiervoor worden de Shapiro-Wilk- en Kolmogorov-Smirnov-normaliteitstesten gebruikt. Deze tests bieden een benadering om te bepalen of onze gegevens van criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies afwijken van een normale verdeling, wat essentieel is om te bepalen welke statistische methoden toepasbaar zijn.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Criminele_activiteiten	.207	65	<,001	.797	65	<,001
AMOUNT_CRYPTOS	.236	65	<,001	.838	65	<,001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 2: Normale verdeling

De resultaten van zowel de Kolmogorov-Smirnov- als de Shapiro-Wilk-tests wijzen op p-waarden van minder dan 0,001 voor zowel de datasets van criminele activiteiten als het aantal cryptocurrencies in omloop. Deze p-waarden liggen onder de gebruikelijke drempel voor statistische significantie van vijf procent, wat sterk suggereert dat de datasets niet normaal verdeeld zijn. Daarom zullen logaritmische transformaties op deze datasets worden toegepast, waardoor de verdelingen genormaliseerd worden. Het gebruik van een logaritmische transformatie is geschikt voor scheve verdelingen, aangezien het helpt bij het stabiliseren van de variantie en het verminderen van de invloed van uitschieters.

4.1.2.1 Normale verdeling – data criminele activiteiten – logaritmies

De normale verdeling wordt verder getest door verschillende logaritmische transformaties toe te passen. Deze transformaties zijn bedoeld om de positieve scheefheid in de oorspronkelijke gegevens te corrigeren en de data aan te passen aan de veronderstelling van normaliteit.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LNCA	.120	65	.022	.926	65	<,001
LG10	.120	65	.022	.926	65	<,001
LG10xx3	.206	65	<,001	.806	65	<,001
LG10xx2	.177	65	<,001	.878	65	<,001
LG10xx4	.242	65	<,001	.739	65	<,001
LG10xx5	.272	65	<,001	.677	65	<,001
LNvierkantswortel	.120	65	.022	.926	65	<,001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 3: Normale verdeling - criminele activiteiten

De toegepaste transformaties omvatten de natuurlijke logaritme, logaritme met grondtal 10 en natuurlijke logaritme van criminele activiteiten, variërend van twee tot de zesde macht. Vervolgens werden de Kolmogorov-Smirnov en Shapiro-Wilk toegepast op de getransformeerde datasets.

Ondanks de verschillende benaderingen bleven de p-waarden lager dan het standaard significantieniveau van vijf procent. Dit resultaat is consistent over de verschillende transformaties. Bij het toepassen van de logaritmische berekening met een vierkantswortel en bij de logaritme met grondtal 10 is er een kleine stijging te zien in de p-waarde bij Kolmogorov-Smirnov, maar bij de Shapiro-Wilk-test is er geen stijging te zien. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat de hypothese van normale verdeling verworpen moet worden, wat aantoont dat de data niet normaal verdeeld zijn.

4.1.3 Normale verdeling – aantal cryptocurrencies

Daarnaast wordt ook een test uitgevoerd op de logaritmische transformaties van het aantal cryptocurrencies, waarbij dezelfde functies worden toegepast als bij de criminele activiteiten. Aangezien het aantal cryptocurrencies positief scheef verdeeld is, is omvormen naar een meer symmetrische verdeling wenselijk.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LNaatnal	.223	65	<,001	.842	65	<,001
LG10aatnal	.223	65	<,001	.842	65	<,001
LNsqrt	.223	65	<,001	.842	65	<,001
LNxx3	.223	65	<,001	.844	65	<,001
LNxx2	.223	65	<,001	.844	65	<,001
LNxx5	.224	65	<,001	.843	65	<,001
LNxx4	.222	65	<,001	.844	65	<,001
LNxx6	.228	65	<,001	.842	65	<,001
AMOUNT_CRYPTOS	.236	65	<,001	.838	65	<,001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 4: Normale verdeling - aantal cryptocurrencies

De resultaten van de normaliteitstests, uitgevoerd op de logaritmisches getransformeerde data van het aantal cryptocurrencies, wijzen unaniem op een niet-normale verdeling. Zowel de Kolmogorov-Smirnov als Shapiro-Wilk tonen significante afwijkingen van normaliteit, met p-waarden kleiner dan 0,001 voor alle transformaties. Dit is aanzienlijk lager dan het gebruikelijke significantieniveau van vijf procent.

Gezien de consistentie in de niet-normale verdeling van zowel de dataset van criminele activiteiten als het aantal cryptocurrencies, zal voor het onderzoeken van een mogelijk verband tussen deze twee variabelen gebruikgemaakt worden van een correlatietest die geen normaliteitsassumptie vereist. Door het toepassen van een non-parametrische correlatietest zoals Spearman's correlatietest, kan de sterkte en richting van de criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies op de markt onderzocht worden.

4.1.4 Spearman's correlatietest: aantal cryptocurrencies en criminele activiteiten

De correlatie tussen het aantal cryptocurrencies en criminele activiteiten is onderzocht met behulp van Spearman's correlatietest, een non-parametrische test die geen normale verdeling van gegevens vereist.

Correlations				
			Criminele_acti viteiten	AMOUNT_CRY PTOS
Spearman's rho	Criminele_activiteiten	Correlation Coefficient	1.000	.873**
		Sig. (2-tailed)	.	<.001
		N	65	65
	AMOUNT_CRYPTOS	Correlation Coefficient	.873**	1.000
		Sig. (2-tailed)	<.001	.
		N	65	65

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 5: Spearman's correlatietest

De resultaten tonen een correlatiecoëfficiënt van 0,873, wat wijst op een sterk positief verband tussen het aantal cryptocurrencies en de hoeveelheid criminele activiteiten. Met andere woorden, een toename in het aantal cryptocurrencies lijkt samen te gaan met een toename van criminele activiteiten. De significantie van deze bevinding wordt versterkt door de p-waarde die onder de drempel voor statistische significantie ligt, waardoor de kans dat dit verband op toeval berust zeer onwaarschijnlijk is.

Vanwege het positieve verband tussen de twee variabelen zal in de volgende fase van de analyse een ratio tussen het aantal cryptocurrencies en de criminele activiteiten worden berekend. Deze ratio biedt een genormaliseerde maatstaf voor het vergelijken van de veranderingen in het aantal criminele activiteiten ten opzichte van de fluctuaties in het aantal beschikbare cryptocurrencies. Door de data op deze manier te interpreteren, wordt rekening gehouden met de groei van de cryptomarkt en wordt ervoor gezorgd dat de metingen van criminaliteit evenredig worden weergegeven. Dit stelt ons in staat om een duidelijker beeld te krijgen van eventuele veranderingen in de frequentie van criminele activiteiten.

4.1.5 Criminele activiteiten voor en na de MiCA-regulering

Verder zal de mogelijke invloed van de implementatie van de MiCA-regulering op de criminele activiteiten binnen de cryptocurrency markt onderzocht worden. De volgende hypothesen worden gesteld:

- Hypothese 1 (H1): De MiCA-regulering heeft geen verandering gebracht in de frequentie van criminele activiteiten binnen de cryptomarkt
- Hypothese 2 (H2): De frequentie van criminele activiteiten is veranderd sinds de invoering van de MiCA-regulering

De dataset bevat de volgende variabelen:

- Datum: deze kolom bevat de specifieke maanden waarin de data zijn verzameld
- Aantal incidenten: deze kolom geeft het aantal gerapporteerde criminele activiteiten per maand weer
- Dummy variabele: deze indicator, die de waarde 0 of 1 kan aannemen, duidt aan of de observatie plaatsvond voor of na de implementatie van de MiCA-regulering

Aangezien het aantal cryptocurrencies correleert met het aantal criminele activiteiten, wordt er een ratio berekend. Deze ratio wordt verkregen door het aantal criminele activiteiten te delen door het aantal cryptocurrencies in omloop, vermenigvuldigd met 100. Deze benadering staat ons toe om een eerlijke beoordeling te geven over het aantal cryptocurrencies in omloop en de criminele activiteiten. Ook zal deze ratio getest worden op de normale verdeling samen met de logaritmische functies.

4.1.5.1 Normale verdeling – ratio criminele activiteiten/aantal cryptocurrencies

Ook hier zal de normale verdeling getest worden, aangezien dit zal bepalen of er parametrische of non-parametrische tests gebruikt zullen worden.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LN	.078	65	.200*	.979	65	.350
LG10	.078	65	.200*	.979	65	.350
Criminaliteit_per_crypto	.163	65	<.001	.863	65	<.001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 6: Normaliteitstests - ratio

Zoals te zien is, is de ratio zelf niet normaal verdeeld. Beide tests van Kolmogorov-Smirnov en Shapiro-Wilk zijn onder de significantiedrempel van vijf procent, wat betekent dat de nulhypothese niet verworpen kan worden. Daardoor zijn er logaritmische transformaties toegepast, en in tabel zes is te zien dat de resultaten van de Kolmogorov-Smirnov en Shapiro-Wilk geen statistisch significante afwijking van een normale verdeling vertonen. De p-waarden van beide tests voor de logaritmisch getransformeerde datasets zijn respectievelijk 0,200 voor de Kolmogorov-Smirnov en 0,350 voor de Shapiro-Wilk, wat ruim boven de significantiedrempel van vijf procent ligt.

Aangezien verondersteld wordt dat de data normaal verdeeld zijn, zal er getest worden of er een verschil is in het aantal criminele activiteiten als gevolg van de MiCA-regulering. Deze toetsing zal plaatsvinden met behulp van parametrische tests, die uitgaan van een normale verdeling

4.1.5.2 Analyse van de impact van MiCA op de ratio van criminele activiteiten en aantal cryptocurrencies

Er is een independent samples t-test toegepast op de natuurlijke logaritmische transformatie. De transformatie naar natuurlijke logaritme (LN) werd uitgevoerd om de data normaal verdeeld te maken, wat een voorwaarde is voor het gebruik van deze parametrische statistische test.

Independent Samples Test											
Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
LN	Equal variances assumed	3.952	.051	-2.065	63	.022	.043	-.53883	.26099	-1.06038	-.01727
	Equal variances not assumed			-2.892	19.371	.005	.009	-.53883	.18631	-.92827	-.14938

Tabel 7: Independent Samples T-test

Volgens Levene's test voor gelijkheid van varianties is er met een p-waarde van 0,051 niet een significant verschil in varianties tussen de groepen, wat niet boven de drempel van vijf procent significantieniveau ligt. Hierdoor kan de gelijkheid van varianties verondersteld worden. De resultaten van de independent samples t-test geven een statistisch significant verschil aan tussen de groepen, met een p-waarde van 0,043. Dit wijst op een toename in de ratio van criminele activiteiten na de MiCA-regulering, aangezien een lagere LN-waarde een hogere werkelijke waarde betekent.

Deze bevindingen impliceren dat de invoering van de MiCA-regulering niet geassocieerd is met de verwachte daling in de ratio van criminele activiteiten binnen de cryptocurrency-markt. Integendeel, de resultaten suggereren een toename van criminele activiteiten sinds de invoering van de regelgeving. Bij het interpreteren van de resultaten van de independent samples t-test moet rekening worden gehouden met een beperking van de dataset: de ongelijke steekproefgroottes voor en na de MiCA-regulering (N=55 en N=10 respectievelijk) kunnen de testresultaten beïnvloeden.

4.2 Bitcoin beurzen

Verder zal er onderzocht worden of MiCA een impact heeft gehad op het handelsvolume van beurzen, met een focus op Bitstamp in Luxemburg (Europa) en Coinbase in de Verenigde Staten. De beschikbare data bestaan uit wekelijkse gegevens van 15 april 2019 tot en met acht april 2024. Eerst wordt onderzocht of er een impact is op het handelsvolume ten gevolge van de MiCA-regulatie.

Daarnaast is er dagelijkse data beschikbaar, specifiek om de periode rond de publicatie van de MiCA-regulatie op negen juni 2023 te onderzoeken. Hierbij wordt specifiek gekeken naar de 60 dagen voor en na de publicatie van MiCA om eventuele verschillen in het handelsvolume van Bitcoin op deze beurzen vast te stellen. Bitcoin is gekozen vanwege zijn status als meest verhandelde cryptocurrency en de beschikbaarheid van de relevante data. De eerste stappen omvatten de beoordeling van de normale verdeling van het handelsvolume. Vervolgens wordt de dagelijkse data geanalyseerd, waarbij verdere tests worden toegepast, afhankelijk van of de handelsvolumes een normale verdeling volgen.

Deze sectie richt zich op de onderzoeksvraag:

- 1) Hoe verschillen de verwachtingen van de impact van MiCA op de crypto-beurzen van de werkelijke impact?

Hier wordt er gekeken of er een duidelijk verband kan worden gelegd tussen de regelgeving en marktgedrag.

4.2.1 Beschrijvende statistiek beurzen – 15 april 2019 tot en met acht april 2024

Eerst zal de data beschreven worden aan de hand van verschillende beschrijvende statistieken zoals het minimum, maximum en gemiddelde.

Descriptive Statistics									
	N Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Mean Statistic	Std. Deviation Statistic	Skewness		Kurtosis	
						Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
bitstamp	261	9626.7525384	212827.06597	43504.764884	36853.400243	1.769	.151	3.449	.300
coinbase	261	2307.6132305	455949.26584	133263.44653	68927.067257	1.900	.151	5.159	.300
Valid N (listwise)	261								

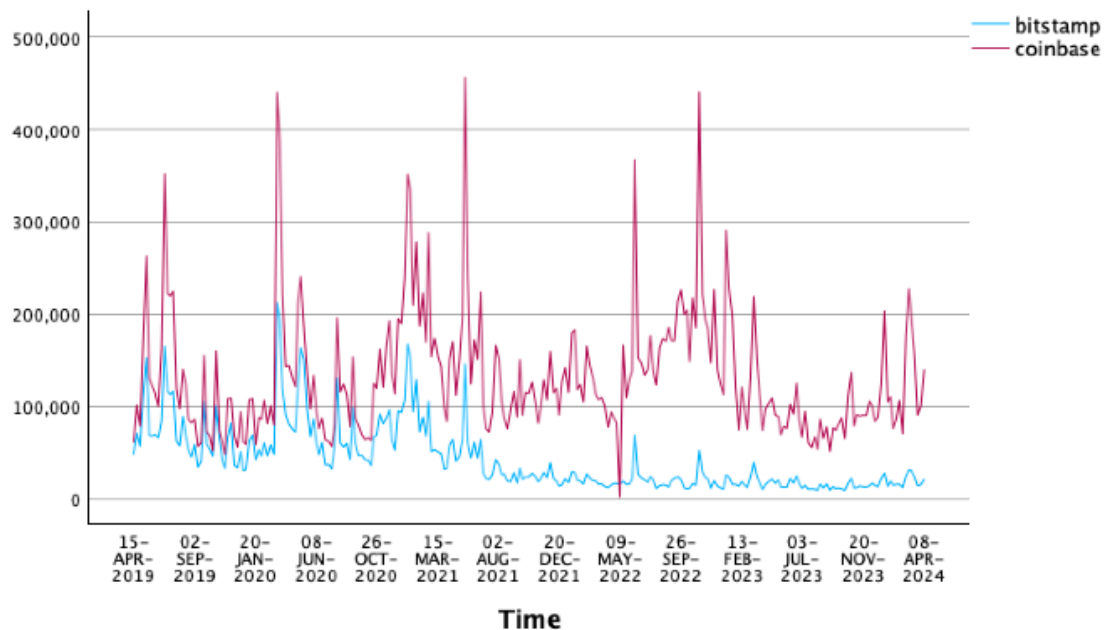
Tabel 8: Beschrijvende statistiek

De beschrijvende statistieken van het handelsvolume op de beurzen Coinbase en Bitstamp gedurende een periode van 261 weken tonen significante verschillen. Het handelsvolume op Coinbase varieert van 2.307,61 tot 455.949,27 Bitcoins met een gemiddelde van 133.263,45 Bitcoins en een standaarddeviatie van 68.927,07 Bitcoins, wat wijst op aanzienlijke volatiliteit in de wekelijkse handelsvolumes. De scheefheid van de verdeling is 1,9, wat aangeeft dat de verdeling rechtsscheef is. Bovendien is de Kurtosis 5,159, wat aangeeft dat de verdeling zwaardere staarten en een scherpere piek dan een normale verdeling heeft.

Voor Bitstamp varieert het handelsvolume van 9.626,75 tot 212.827,07 Bitcoins, met een gemiddelde van 45.504,76 Bitcoins en een standaarddeviatie van 36.853,40 Bitcoins. Ook hier is er

sprake van aanzienlijke volatiliteit, maar minder dan bij Coinbase. De scheefheid van de verdeling is 1,869, wat wijst op een rechtsscheve verdeling.

Verder zal er ook grafisch naar deze data gekeken worden, waarbij op de x-as de tijd van 2019 tot en met 2024 staat, en op de y-as het handelsvolume van Bitcoin.



Grafiek 4: Volume beurzen (Coinbase & Bitstamp)

De grafiek biedt een visuele weergave van de wekelijkse handelsvolumes van Coinbase en Bitstamp gedurende een periode van vijf jaar, van 2019 tot en met 2024. De blauwe lijn vertegenwoordigt het handelsvolume bij Bitstamp, terwijl de rode lijn de data van Coinbase weergeeft. Opvallende fluctuaties in de handelsactiviteiten worden geïllustreerd, met pieken die buitengewoon hoge handelsvolumes markeren.

Verder onthult de grafiek een duidelijk verschil in handelsvolumes tussen de twee platforms. Hoewel in het begin beide beurzen vergelijkbare handelsvolumes tonen, toont de grafiek een trend waarbij Coinbase een vergelijkend handelsvolume behoudt, terwijl Bitstamp vanaf augustus 2021 een meer consistente, lagere lijn vertoont. Dit suggereert mogelijk dat Bitstamp, als Europese beurs, minder aantrekkelijk of relevant is geworden voor Bitcoin-handelaren in vergelijking met zijn Amerikaanse tegenhanger, Coinbase.

Voor de handelsvolumes op de beurzen zal een test op normaliteit worden uitgevoerd om te bepalen welke tests geschikt zijn voor de data.

4.2.2 Normale verdeling – 15 april 2019 tot en met acht april 2024

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
bitstamp	.179	261	<.001	.801	261	<.001
coinbase	.132	261	<.001	.844	261	<.001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 9: Normale verdeling tests

De resultaten van de normaliteitstests voor de handelsvolumes van de beurzen Coinbase en Bitstamp tonen significante bevindingen. Zowel de Kolmogorov-Smirnov-test als de Shapiro-Wilk-test zijn toegepast op beide datasets, waarbij in alle gevallen de p-waarde minder dan 0,001 was, wat lager is dan het gebruikelijke significantieniveau van vijf procent. Dit impliceert dat de nulhypothese van normaliteit voor zowel Coinbase als Bitstamp wordt verworpen.

Vanwege deze uitkomst zullen er transformaties worden toegepast om de data meer op een normale verdeling te laten lijken. Hiervoor wordt de logaritmische transformatie gebruikt, die kan helpen bij het verminderen van de scheefheid en het minimaliseren van de invloed van uitschieters.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
bitstamp	.179	261	<.001	.801	261	<.001
coinbase	.132	261	<.001	.844	261	<.001
LNcoinbase	.055	261	.056	.894	261	<.001
LNbitstamp	.106	261	<.001	.953	261	<.001
LG10coinbase	.055	261	.056	.894	261	<.001
LG10bitstamp	.106	261	<.001	.953	261	<.001
Insqrtbitstamp	.106	261	<.001	.953	261	<.001
Insqrtcoinbase	.055	261	.056	.894	261	<.001
Inxx2bitstamp	.115	261	<.001	.947	261	<.001
Inxx3bitstamp	.124	261	<.001	.939	261	<.001
Inxx4bitstamp	.132	261	<.001	.929	261	<.001
Inxx5bitstamp	.139	261	<.001	.918	261	<.001
Inxx6bitstamp	.145	261	<.001	.905	261	<.001
Inxx2coinbase	.051	261	.200*	.929	261	<.001
Inxx3coinbase	.059	261	.029	.948	261	<.001
Inxx4coinbase	.067	261	.007	.955	261	<.001
Inxx5coinbase	.075	261	.001	.954	261	<.001
Inxx6coinbase	.083	261	<.001	.948	261	<.001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 10: Normale verdeling - logaritmische transformaties

Na het toepassen van natuurlijke logaritmische (LN), logaritme met basis 10 (LG10), machtsfuncties, en vierkantswortels, werd een kleine verbetering in de normale verdeling waargenomen, met name voor Coinbase volgens de Kolmogorov-Smirnov-test, waarbij de p-waarde steeg tot 0,200. Echter, de Shapiro-Wilk-test blijft significante afwijkingen van de normale verdeling tonen voor alle

logaritmisch getransformeerde data, met p-waarden die significant onder de vijf procent drempel liggen.

De uitkomsten van de normaliteitstests leiden tot de conclusie dat de aanname van een normale verdeling moet worden verworpen. Hierdoor zijn statistische tests die uitgaan van deze verdeling niet geschikt voor onze dataset.

4.2.3 Impact MiCA op volume van beurzen

De volgende fase van het onderzoek zal de potentiële impact van de MiCA-regulering op het handelsvolume van verschillende cryptocurrency-beurzen evalueren. De doelstelling is om te achterhalen of de invoering van deze regelgeving de handelsactiviteit op Europese beurzen heeft beïnvloed. Hiervoor zijn de volgende hypothesen geformuleerd:

- Hypothese 3 (H3): De implementatie van de MiCA-regulering heeft geleid tot een toename van het handelsvolume op Europese beurzen
- Hypothese 4 (H4): Er is geen significante verandering in het handelsvolume op Europese beurzen als gevolg van de MiCA-regulering

Structuur van data:

- Beursvariabele: geeft aan van welke specifieke beurs de gegevens vandaan komen
- Volumevariabele: totale handelsvolume voor elke beurs, vastgesteld op wekelijkse basis
- MiCA Dummy variabele:
 - o 0: voor MiCA
 - o 1: na MiCA
- Percentuele verandering beurzen: de week-op-week percentuele verandering in handelsvolume voor elke beurs
 - o Berekend in SPSS:
 - Europese beurs: $(\text{Bitstamp} - \text{lag}(\text{Bitstamp})) / \text{lag}(\text{Bitstamp})$
 - Amerikaanse beurs: $(\text{Coinbase} - \text{lag}(\text{Coinbase})) / \text{lag}(\text{Coinbase})$

Het onderzoeken van de data op percentuele verandering in handelsvolume is belangrijk, aangezien er grote variaties in handelsvolume over tijd zijn. Dergelijke variaties kunnen het gevolg zijn van markttrends, prijsschommelingen van Bitcoin, en algemene marktgroei. Door naar de percentuele verandering te kijken, wordt de data gestandaardiseerd. Deze benadering houdt ook rekening met seizoensgebonden effecten en langetermijntrends, zoals de expansie van cryptomarkten.

De Mann-Whitney U-test is nuttig voor deze analyse omdat deze ons in staat stelt om twee onafhankelijke groepen te vergelijken zonder te vertrouwen op de veronderstelling van een normale verdeling van de gegevens. Gegevens zoals handelsvolumes wijken vaak af door uitschieters waardoor parametrische tests deze niet goed kunnen behandelen. Deze test zal een effectieve manier bieden om te bepalen of er een statistisch significant verschil is tussen de handelsvolumes voor en na de MiCA-regulering.

4.2.3.1 Interpretatie

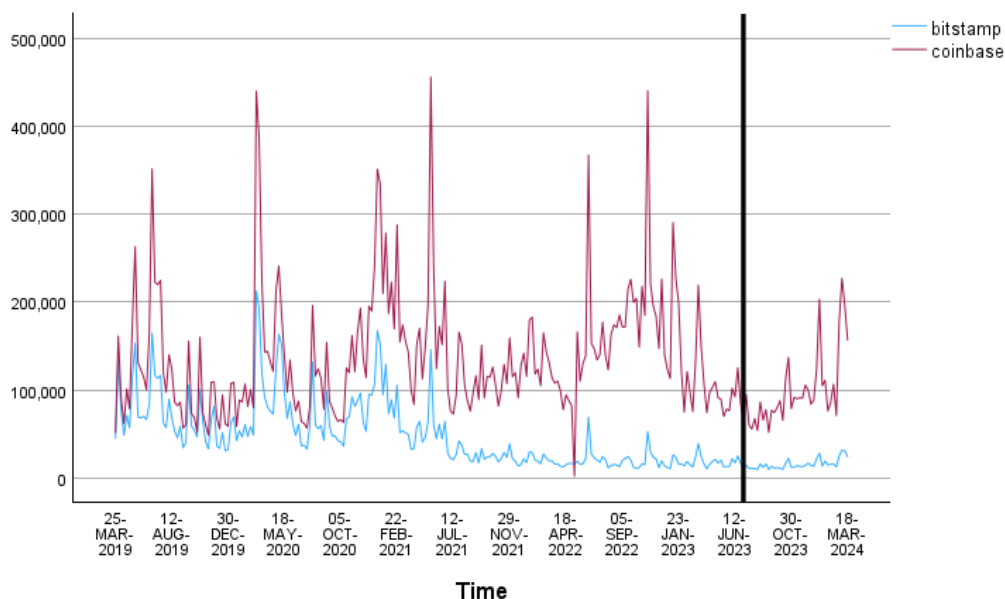
Test Statistics ^a		
	pctbitstamp	pctcoinbase
Mann-Whitney U	3204.000	3209.000
Wilcoxon W	19675.000	19680.000
Z	-.662	-.648
Asymp. Sig. (2-tailed)	.508	.517

a. Grouping Variable: Post_MICA

Tabel 11: Mann-Whitney U-Test

Uit de Mann-Whitney U-test blijkt dat de verkregen p-waarden van 0,508 en 0,517 aangeven dat er op het vijf procent significantieniveau geen statistisch significant verschil is in de verandering van het handelsvolume op de Europese beurzen na de implementatie van de MiCA-regulering. Dit resultaat leidt tot de verwerping van Hypothese drie, die een toename in handelsvolume voorspelde als gevolg van de MiCA-regulering. Er wordt geen bewijs gevonden dat wijst op een direct verhoogd handelsvolume. Daarentegen bevestigt dit Hypothese vier, die stelt dat de implementatie van MiCA geen merkbaar effect heeft gehad op de handelsvolumes.

4.2.3.2 Vervolgende interpretatie



Grafiek 5: Tijdreeksanalyse

De tijdreeksanalyse visualiseert de fluctuaties in het handelsvolume van Bitcoin op twee beurzen: Bitstamp, weergegeven in blauw, en Coinbase, afgebeeld in rood. Uit de grafiek blijkt dat Bitstamp, de Europese beurs, een afname in handelsactiviteit vertoont vanaf juli 2021, terwijl deze in eerdere jaren competitief was met Coinbase. Tegen september 2022 stabiliseert het volume op Bitstamp zich op een lager niveau met slechts kleine pieken. Bij Coinbase zien we een consistente handelsactiviteit.

De invoering van de MiCA-regulering op negen juni 2023 lijkt geen zichtbare invloed te hebben op het handelsvolume van Bitstamp. Het volume blijft consistent met de trend die voor die datum is vastgesteld. Deze observatie, in combinatie met de resultaten van de Mann-Whitney U-test, suggereert dat de MiCA-regulering niet heeft geresulteerd in een verandering in het handelsvolume op de Europese beurs.

Er zal verder dieper ingegaan worden op de periode van 60 dagen voorafgaand aan de implementatie van de MiCA-regulering en 60 dagen na de implementatie van MiCA. Er zal onderzocht worden of er op korte termijn een invloed is geweest op het handelsvolume van Bitcoin.

4.2.4 Beschrijvende statistiek – 60 dagen voor en na MiCA-regulering

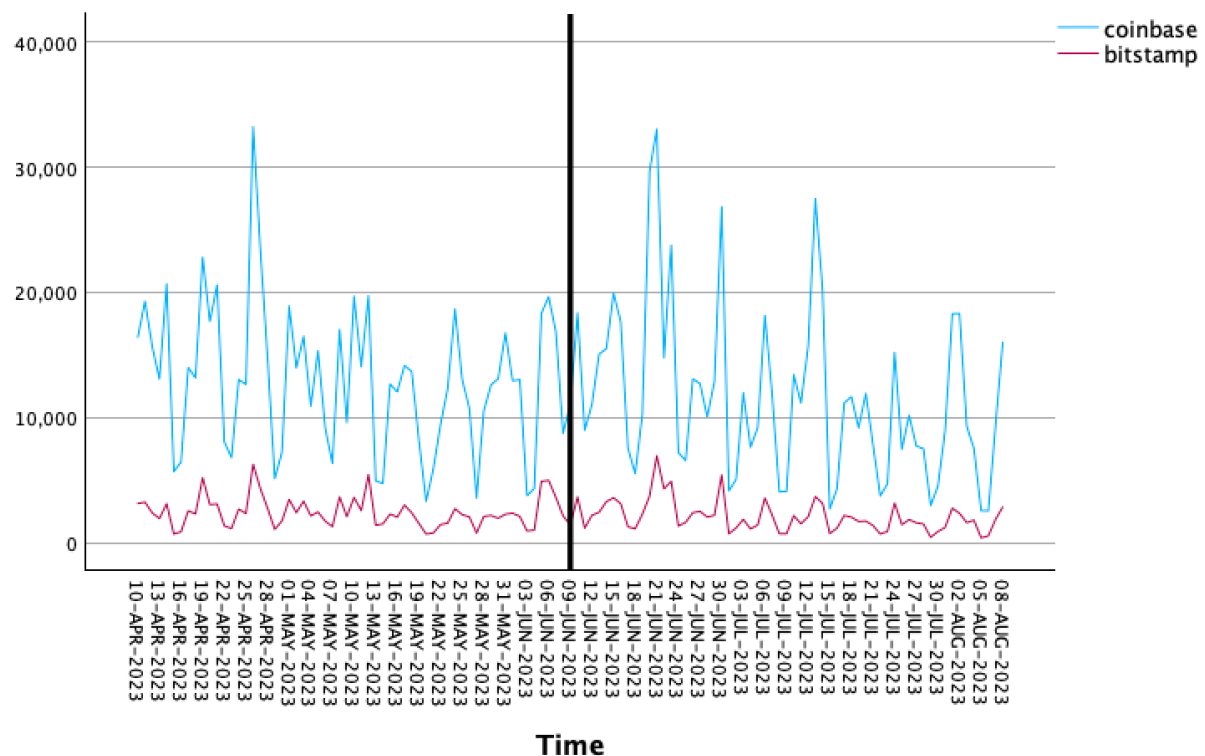
In deze sectie zal er specifiek gekeken worden 60 dagen voor en na MiCA, om te kijken of er veranderingen zijn gebeurd in de volumes bij de benadering hiervan. In eerste instantie zal een beschrijvende statistische analyse worden uitgevoerd om een duidelijk overzicht van de gegevens te krijgen. Op basis van de analyses en de verdeling van de gegevens zal worden bepaald welke statistische tests geschikt zijn om eventuele verschillen in handelsvolumes als gevolg van MiCA vast te stellen.

Descriptive Statistics									
	N Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Mean Statistic	Std. Deviation Statistic	Skewness		Kurtosis	
						Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
coinbase	121	2562.4715090	33211.787694	12326.574282	6408.4398675	.819	.220	.883	.437
bitstamp	121	411.22296837	6947.5930736	2282.5401718	1248.9955481	1.185	.220	1.755	.437
Valid N (listwise)	121								

Tabel 12: Beschrijvende statistieken

De beschrijvende statistieken voor Bitstamp tonen een gemiddeld dagelijks handelsvolume van 2.282,54 Bitcoins. Het bereik van het handelsvolume varieert van 411,22 Bitcoins tot 6.947,59 Bitcoins. De distributie vertoont een positieve scheefheid (1,185) en een Kurtosis van 1,755, wat suggereert dat de distributie meer pieken heeft dan een normale distributie. Voor Coinbase is het gemiddelde dagelijkse handelsvolume aanzienlijk hoger, namelijk 12.326,57 Bitcoins. De standaarddeviatie is ook groter, met 6.408,44, wat duidt op een hogere volatiliteit in dagelijkse handelsvolumes in vergelijking met Bitstamp. Het bereik van het handelsvolume varieert van 2.562,47 tot 33.211,87.

Daarnaast zal een tijdreeksanalyse worden uitgevoerd om een visueel beeld te krijgen van de grafische weergave van de data.



Grafiek 6: Tijdreeksanalyse

Grafiek zes illustreert het handelsvolume van Bitcoin op de beurzen Bitstamp en Coinbase, waarbij de verticale lijn de implementatie van MiCA toont. De gegevens van Coinbase, weergegeven door de blauwe lijn, vertonen aanzienlijke volatiliteit in het handelsvolume, met meerdere pieken die in de loop van de tijd fluctueren. In tegenstelling hiermee vertegenwoordigt de roze lijn Bitstamp, waar een consistent handelsvolume wordt waargenomen, lagere volumes dan bij Coinbase.

De Kolmogorov-Smirnov- en Shapiro-Wilk-tests zullen worden toegepast om deze distributie te analyseren.

4.2.5 Normale verdeling

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
bitstamp	.126	121	<.001	.919	121	<.001
coinbase	.075	121	.093	.951	121	<.001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 13: Normale verdeling - Korte termijn

Bij het onderzoeken van de normaliteit van het dagelijkse Bitcoin-transactievolume op de handelsplatforms Bitstamp en Coinbase zijn twee normaliteitstests uitgevoerd. Voor Bitstamp resulteerde de Kolmogorov-Smirnov-test in een p-waarde van minder dan 0,001, wat aangeeft dat de verdeling significant afwijkt van het standaard vijf procent significantieniveau. Daarentegen geeft de p-waarde voor Coinbase van 0,093 niet aan dat er een significante afwijking van normaliteit was

bij het gebruik van de Kolmogorov-Smirnov-test. Echter, op beide platforms waren de resultaten van de Shapiro-Wilk-test significant met p-waarden kleiner dan 0,001 bij het standaard significantieniveau van vijf procent. Dit suggereert dat de verdelingen van het transactievolume voor zowel Bitstamp als Coinbase significant verschillen van een normale verdeling.

Naar aanleiding van deze resultaten zal verder onderzoek worden uitgevoerd met een logaritmische transformatie om de verdelingen te stabiliseren.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LNCoinbase	.097	121	.007	.966	121	.004
LNBitstamp	.095	121	.009	.985	121	.191
LG10Bitstamp	.095	121	.009	.985	121	.191
LG10Coinbase	.097	121	.007	.966	121	.004
LG10CoinbaseLG102	.097	121	.007	.966	121	.004
LG10BitstampLG102	.095	121	.009	.985	121	.191
LNSqrtbitstamp	.095	121	.009	.985	121	.191
LNSqrtcoinbase	.097	121	.007	.966	121	.004
LNxxCoinbase	.087	121	.026	.975	121	.024
LNxxbitstamp	.080	121	.053	.991	121	.584
LNxxxCoinbase	.077	121	.075	.981	121	.092
LNxxxBitstamp	.066	121	.200 [*]	.992	121	.676
LNxxxxBitstamp	.062	121	.200 [*]	.988	121	.359
LNxxxxcoinbase	.067	121	.200 [*]	.985	121	.202

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 14: Normale verdeling - logaritmische transformaties

In de analyse van het dagelijkse Bitcoin-transactievolume op de Bitstamp- en Coinbase-beurzen werden verschillende logaritmische en machtstransformaties onderzocht om hun effectiviteit te bepalen bij het normaliseren van de verdeling. De transformatie naar de vierde macht van de natuurlijke logaritme, toonde aan dat de normaliteit werd behouden voor zowel Bitstamp als Coinbase. Met Kolmogorov-Smirnov p-waarden van 0,200 voor Bitstamp en 0,200 voor Coinbase, en Shapiro-Wilk p-waarden van 0,359 voor Bitstamp en 0,202 voor Coinbase, lagen alle resultaten boven het algemeen geaccepteerde significantieniveau van vijf procent. Dit geeft aan dat de nulhypothese van normaliteit niet wordt verworpen, waardoor parametrische tests die uitgaan van een normale verdeling van gegevens, geschikt zijn voor verdere analyse.

4.2.6 Statistische tests

Het onderzoek van de invloed van de MiCA-regelgeving op het transactievolume van Bitcoin op de beurzen Bitstamp en Coinbase maakte gebruik van een Independent Samples T-test. Deze test werd gekozen omdat het een methode is om te bepalen of er een significant verschil is tussen de gemiddelden van twee onafhankelijke groepen.

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
LNxxxBitstamp	Equal variances assumed	.779	.379	1.811	119	.036	.073	318.28904	175.75391	-29.72126	666.29934
	Equal variances not assumed			1.812	118.332	.036	.072	318.28904	175.61959	-29.47545	666.05353
LNxxxcoinbase	Equal variances assumed	1.289	.259	1.479	119	.071	.142	476.97258	322.38840	-161.38865	1115.33381
	Equal variances not assumed			1.481	116.619	.071	.141	476.97258	321.96058	-160.67521	1114.62038

Tabel 15: Independent Samples T-test

De Independent Samples T-test toont gelijkheid van varianties voor Bitstamp en Coinbase, met respectievelijke p-waarden van 0,379 en 0,259, wat de vijf procent significantiedrempel duidelijk overschrijdt. Voor Bitstamp toont de analyse een p-waarde van 0,073 aan, wat hoger is dan de gebruikelijke significantiedrempel van vijf procent. Dit suggereert dat er geen statistisch significante verandering is in de log-getransformeerde volumes na de invoering van de MiCA-regulering. Hoewel het gemiddelde log-volume afnam, kan deze observatie statistisch gezien niet betrouwbaar worden toegeschreven aan de MiCA-regulering.

Coinbase vertoont een soortgelijke trend, met een p-waarde van 0,142, wat eveneens wijst op een niet-statistisch significante verandering. De gegevens laten dus geen significante impact van de MiCA-regulering op het Bitcoin-transactievolumen zien op de geanalyseerde beurzen. Er zijn geen overtuigende statistische bewijzen gevonden die een verandering in volume aantonen als gevolg van de regulering.

De resultaten van de Independent Samples T-test suggereren dat de MiCA-regulering geen kortetermijneffect heeft gehad op de Bitcoin-transactievolumen op de beurzen Bitstamp en Coinbase. Deze bevindingen impliceren dat investeerders bleven investeren in Bitcoin en dat de regulering niet leidde tot veranderde verwachtingen of een significante verstoring van het beleggingsbedrag op deze platforms. Zoals geïllustreerd in grafiek zes, zijn de transactievolumes op Coinbase en Bitstamp geen opvallende veranderingen ondergaan. Ze vertonen dezelfde patronen, zonder uitzonderlijke pieken of dalingen na de invoering van de MiCA-regulering. Dit duidt erop dat de marktreactie op de regulering neutraal was.

4.3 Bitcoin valuta

Aangezien MiCA een Europese regelgeving is, is de euro een logische keuze om een analyse uit te voeren. Tegelijkertijd biedt de vergelijking met de Amerikaanse dollar een perspectief op de internationale context, gezien de dollars grote rol in de cryptocurrency markten. Het onderzoek zal zich richten op het detecteren van veranderingen in het volume van deze valuta's en zal nagaan of bepaalde valuta's meer interesse wekken als gevolg van de MiCA-regelgeving.

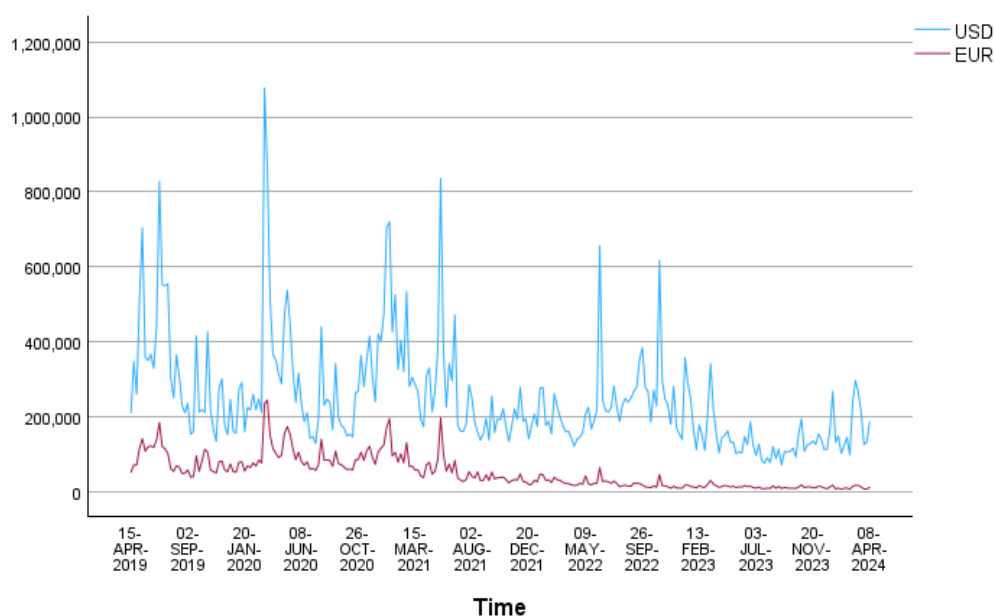
De eerste stap in de analyse is het toepassen van beschrijvende statistieken om een overzicht van de data te krijgen, waarna de normale verdeling wordt beoordeeld om te bepalen of bepaalde statistische testen niet geschikt zijn. Vervolgens worden, op basis van deze voorbereidende analyses, de gepaste statistische tests uitgevoerd om inzicht te krijgen in de invloed van de MiCA-regulering op de volumes van de euro en de dollar in cryptocurrency-transacties.

De onderzoeksvraag in deze resultatensectie zijn als volgt:

- 1) In hoeverre heeft de MiCA-regulatie de voorkeur van het gebruik van bepaalde valuta's beïnvloed?

4.3.1 Beschrijvende statistieken

Om de relatie tussen Bitcoin-transacties en de betreffende valuta's te beoordelen, zal er begonnen worden met een tijdreeksanalyse. Deze analyse stelt ons in staat de trends en patronen in transactievolumes over tijd te observeren, wat essentieel is om het algemene gedrag van de markt te begrijpen en eventuele voorkeuren voor bepaalde valuta's te zien. Hierna zullen het gemiddelde, het minimum en het maximum van de transactiegegevens bekeken worden.



Grafiek 7: Tijdreeksanalyse

De lijngrafiek geeft de evolutie weer van het Bitcoin-transactievolume, uitgedrukt in twee verschillende valuta's: de Amerikaanse dollar (blauwe lijn) en de euro (rode lijn), gedurende de periode van april 2019 tot april 2024. Gedurende deze tijd vertoont het volume fluctuaties met

opvallende pieken, wat wijst op periodes van intense handelsactiviteit. De pieken in het USD-volume zijn groter, wat aantoont dat de handelsvolumes in Amerikaanse dollars volatieler zijn.

De trendlijn voor de EUR vertoont minder schommelingen en blijft stabiel in vergelijking met de USD. Dit kan wijzen op verschillen in handelsvoorkeuren tussen de twee valutamarkten. Ook zijn de piekwaarden in USD aanzienlijk hoger dan die in EUR. Bovendien laat de grafiek zien dat de interesse in Bitcoin-handel geleidelijk afneemt ten opzichte van de USD. Vanaf augustus 2021 lijkt de markt voor Bitcoin-transacties in EUR stabiel te blijven.

Statistics			
		USD	EUR
N	Valid	261	261
	Missing	0	0
Mean		248258.13803	50930.519933
Std. Deviation		144994.65504	44117.272664
Minimum		71297.631249	6204.8929086
Maximum		1077218.3510	244325.65672

Tabel 16: Beschrijvende statistiek

De beschrijvende statistieken van het Bitcoin-transactievolume, gemeten in USD en EUR, bieden inzicht in de spreiding van de handelsactiviteit gedurende een periode van 261 weken. Het gemiddelde wekelijkse transactievolume in USD in Bitcoin is aanzienlijk hoger, namelijk 248.258 Bitcoins, vergeleken met 50.930 Bitcoins in EUR. Deze observatie wordt verder bevestigd door de standaarddeviatie waarbij USD een veel hogere volatiliteit heeft dan EUR, wat aangeeft dat de fluctuaties rond het gemiddelde in USD groter zijn.

Het minimum dagelijkse transactievolume gedurende deze periode bedroeg 71.297 Bitcoins voor USD en 6.204 Bitcoins voor EUR. De maximale waarden waren respectievelijk 1.077.218 Bitcoins voor USD en 244.325 Bitcoins voor EUR. Deze statistieken suggereren dat de Bitcoin-markt in USD volatieler is dan die in EUR.

De normale verdeling zal getest worden om te kijken of er parametrische of non-parametrische testen kunnen worden toegepast.

4.3.2 Normale verdeling

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
USD	.148	261	<.001	.803	261	<.001
EUR	.155	261	<.001	.850	261	<.001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 17: Normaliteitstests

De normaliteit van de verdeling van Bitcoin-transactievolumegegevens, zowel in EUR als in USD, is onderzocht met behulp van de Kolmogorov-Smirnov- en Shapiro-Wilk-normaliteitstests. Voor beide

valuta's toonden de resultaten significante afwijkingen van normaliteit, met p-waarden lager dan 0,001 voor beide tests, wat onder het standaard significantieniveau van vijf procent ligt. Dit wijst op een niet-normale verdeling van het transactievolume voor zowel EUR als USD gedurende de onderzochte periode.

Gezien het belang van een normale verdeling, zal de analyse worden voortgezet met logaritmische transformaties, aangezien dit de verdelingen in lijn zou brengen met een normale verdeling.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EUR	.155	261	<,001	.850	261	<,001
ln_USD	.043	261	.200*	.986	261	.011
ln_EUR	.091	261	<,001	.960	261	<,001
Ig10_USD	.043	261	.200*	.986	261	.011
Ig10_EUR	.091	261	<,001	.960	261	<,001
Ig10_EURlg2	.091	261	<,001	.960	261	<,001
Ig10_USDlg2	.043	261	.200*	.986	261	.011
LNUSDXX2	.047	261	.200*	.979	261	<,001
LNEURXX2	.095	261	<,001	.960	261	<,001
LNEURXX3	.101	261	<,001	.957	261	<,001
LNUSDXX3	.055	261	.057	.971	261	<,001
LNUSDXX4	.062	261	.016	.961	261	<,001
USD	.148	261	<,001	.803	261	<,001
LNEURXX4	.105	261	<,001	.953	261	<,001
LNEURXX5	.111	261	<,001	.946	261	<,001
LNEURXX6	.117	261	<,001	.938	261	<,001
LNEURXX7	.122	261	<,001	.927	261	<,001
LNUSDXX7	.087	261	<,001	.924	261	<,001
LNUSDXX6	.079	261	<,001	.938	261	<,001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 18: Normale verdeling - logaritmische transformaties

Het toepassen van verschillende logaritmische transformaties, zoals de natuurlijke logaritme, log 10, log 10 gedeeld door log twee, en LN verheven tot machten twee tot en met zeven, op het Bitcoin-transactievolume in USD en EUR heeft wisselende resultaten opgeleverd. Voor bepaalde transformaties overschreed de p-waarde van de Kolmogorov-Smirnov-test de gebruikelijke significantiedrempel van vijf procent voor USD, wat suggereert dat de gegevens voor die transformaties niet significant afwijken van een normale verdeling. Echter, de Shapiro-Wilk-test toonde consequent een p-waarde kleiner dan de gebruikelijke drempel van vijf procent, wat aangeeft dat normaliteit consistent werd verworpen.

Deze tests impliceren dat, ondanks momenten waarop de Kolmogorov-Smirnov-test wijst op normaliteit, de Shapiro-Wilk-test consistent de afwijzing van normaliteit aantoont. Als gevolg hiervan

is duidelijk dat voor verdere analyses non-parametrische tests moeten worden gebruikt. Deze tests vereisen geen normaliteitsveronderstelling en zijn daarmee geschikter voor de verdeling van de onderzochte data.

4.3.3 Impact MiCA op handel van bepaalde valuta's

De statistische tests zullen non-parametrisch zijn. Bij deze test zal de focus liggen op de vraag of de invoering van de MiCA-regulering heeft geleid tot een toename in het handelsvolume van Bitcoin in specifieke valuta's. De onderzoekshypothesen zijn als volgt:

- Hypothese 5 (H5): Er is een verplaatsing van het handelsvolume van Bitcoin in andere valuta's naar de euro ten gevolge van de MiCA-regulering
- Hypothese 6 (H6): Er is geen verplaatsing van het Bitcoin handelsvolume van andere valuta's naar de euro waargenomen na de invoering van de MiCA-regulering
- Hypothese 7 (H7): Er is een verschuiving van het handelsvolume van Bitcoin in andere valuta's naar de dollar ten gevolge van de MiCA-regulering
- Hypothese 8 (H8): Er is geen verschuiving van het handelsvolume van Bitcoin van andere valuta's naar de dollar waargenomen als gevolg van de MiCA-regulering

Structuur data:

- EUR: Volume van Bitcoin in euro
- USD: Volume van Bitcoin in dollar
- Percentuele verandering euro: $(EUR - \text{lag}(EUR)) / \text{lag}(EUR)$
- Percentuele verandering dollar: $(USD - \text{lag}(USD)) / \text{lag}(USD)$
- Dummy:
 - o 0 voor MiCA
 - o 1 na MiCA

In deze test zal er specifiek worden gekeken naar de week-op-week percentuele verandering in het handelsvolume van Bitcoin, zowel in euro's als in Amerikaanse dollars om de invloed van de MiCA-regulering te bepalen. Het gebruik van de percentuele verandering is een keuze die is gemaakt om de relatieve verandering in handelsactiviteit te beoordelen, onafhankelijk van de absolute omvang van het handelsvolume.

De Mann-Whitney U-test is weer de passende non-parametrische methode om onze nulhypothese te beoordelen, gegeven het feit dat er geen aannames van een normale verdeling zijn en het mogelijk is om de handelsvolumes van voor en na de implementatie van MiCA te vergelijken.

4.3.3.1 Interpretatie

Test Statistics ^a		
	pcteur	pctusd
Mann-Whitney U	4051.000	3947.000
Wilcoxon W	28804.000	28700.000
Z	-.390	-.633
Asymp. Sig. (2-tailed)	.697	.527

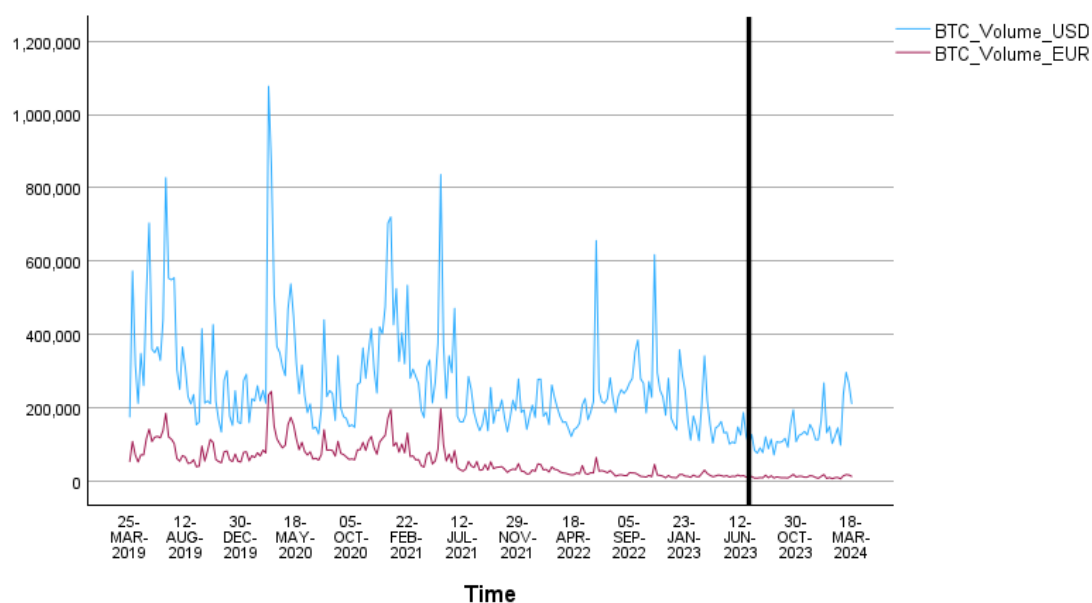
a. Grouping Variable: Dummy

Tabel 19: Mann-Whitney U-Test

De statistische analyse van de handelsvolumes van Bitcoin, uitgedrukt in euro en dollar, resulteerde in p-waarden van respectievelijk 0,697 en 0,527. Deze waarden overschrijden het statistische significantieniveau van vijf procent. Dit duidt erop dat er op basis van de data en binnen het kader van een vijf procent significantieniveau, onvoldoende bewijs is om te concluderen dat de MiCA-regulering een significant effect heeft gehad op de handelsvolumes van Bitcoin in beide valuta's.

Deze resultaten laten zien dat, gezien de data waarover we beschikken, de invoering van de MiCA-regulering niet heeft geresulteerd in een waarneembare verschuiving van het handelsvolume van Bitcoin in euro of in Amerikaanse dollars. Daarom wijzen de bevindingen naar het verwerpen van Hypothese vijf, die een toename van het handelsvolume in euro's voorspelde, en Hypothese zeven, die een toename van het handelsvolume in dollars voorspelde, als gevolg van de MiCA-regulering. De data geven geen aanleiding om aan te nemen dat er een verschuiving heeft plaatsgevonden in de handelsactiviteit van Bitcoin naar deze valuta's na de implementatie van MiCA.

4.3.3.2 Gevolgde interpretatie



Grafiek 8: Tijdreeksanalyse

De bijgevoegde grafiek illustreert het handelsvolume van Bitcoin, weergegeven in zowel Amerikaanse dollar als euro's, gedurende een periode van 25 maart 2019 tot en met 18 maart 2024.

De verticale lijn markeert de invoering van de MiCA-regulering. De data tonen dat het handelsvolume in dollar gekenmerkt wordt door aanzienlijke volatiliteit, met meerdere opvallende pieken die wijzen op perioden van intensieve handelsactiviteit. In tegenstelling hiermee vertoont het handelsvolume in euro een aanzienlijk lagere volatiliteit, waarbij het volume vanaf 12 juli 2021 tot het huidige moment relatief stabiel blijft, zonder significante pieken of een merkbare toename in handelsactiviteit in euro's.

De implementatie van de MiCA-regulering lijkt geen impact te hebben gehad op het handelsvolume in beide valuta's. Het patroon toont geen significante wijzigingen in de periode volgend op de implementatie. Deze waarneming wordt ondersteund door de resultaten van de Mann-Whitney U-test, die geen statistisch significante verschillen in de percentuele verandering van het handelsvolume aantoont.

Deze combinatie van grafische en statistische analyse suggereert dat de introductie van de MiCA-regulering niet heeft geleid tot een direct waarneembare verandering in het handelsvolume van Bitcoin. Hoewel de grafiek geen directe gevolgen vertoont als gevolg van de regulering, kan de werkelijke impact van MiCA op een langere tijdsperiode zichtbaar worden.

Er zal verder ook een kortetermijnanalyse worden uitgevoerd voor en na 60 dagen van de MiCA-regulering om te zien of dit invloed heeft gehad.

4.3.4 Beschrijvende statistiek

Er zal ook specifiek 60 dagen voor en 60 dagen na de implementatie van MiCA, net zoals bij de beursgegevens onderzocht worden of deze regulering een impact heeft gehad op de handelsinteresse. Er zullen beschrijvende statistische analyses, normaliteit van de verdeling en tests uitgevoerd worden om te bepalen of er een significante verandering is opgetreden voor en na de invoering van MiCA.

Statistics		EUR	USD
N	Valid	121	121
	Missing	0	0
Mean		1777.0820934	17554.090569
Std. Deviation		860.59029322	9198.8893082
Skewness		.375	.927
Std. Error of Skewness		.220	.220
Kurtosis		-.060	1.221
Std. Error of Kurtosis		.437	.437
Minimum		332.50574903	3765.6611268
Maximum		4239.6394314	49732.694668

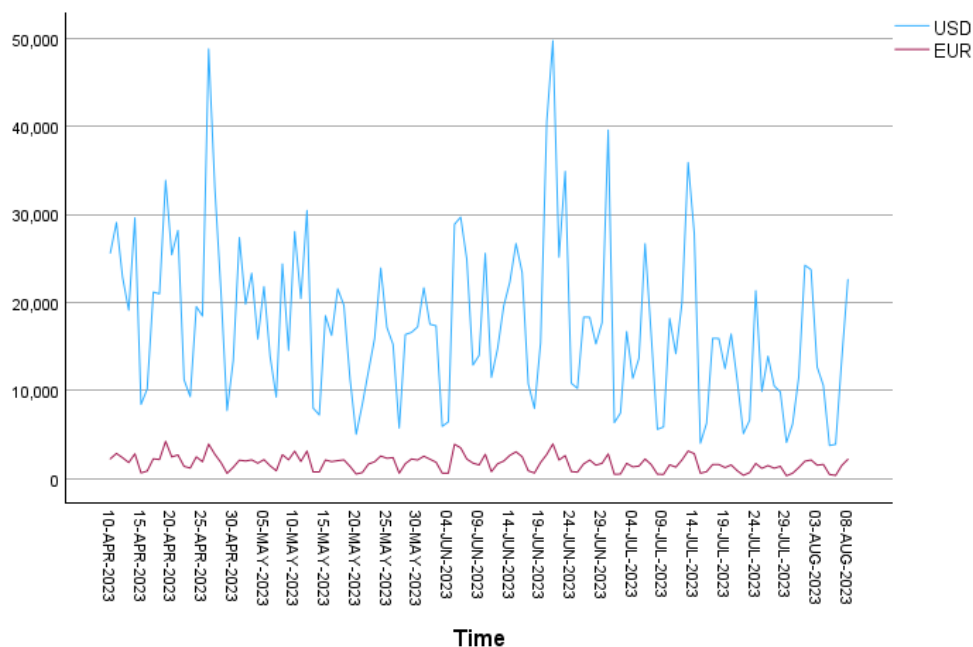
Tabel 20: Beschrijvende analyse

Bij de evaluatie van de impact van MiCA op het Bitcoin-transactievolume gemeten in euro's (EUR) en Amerikaanse dollars (USD), is er data geanalyseerd met 60 observaties voor en 60 observaties na de regulering. Voor de EUR-transacties is een gemiddeld volume van 1.777 Bitcoins vastgesteld,

met een standaardafwijking van 860 Bitcoins. Dit duidt op een matige variatie rond het gemiddelde. De verdeling vertoont een lichte positieve scheefheid (0,375), wat aangeeft dat er meer waarden boven het gemiddelde liggen. De minimum- en maximumtransactievolumes waren respectievelijk 332 en 4.239 Bitcoins.

Voor de USD-transacties was het gemiddelde volume hoger, namelijk 17.554 Bitcoins, met een grotere standaardafwijking van 9.198 Bitcoins, wat wijst op een bredere spreiding van transacties. De scheefheid was positief (0,927), wat aangeeft dat de verdeling asymmetrisch is met een neiging naar grotere transacties. De Kurtosis (1,221) is ook positief, wat aangeeft dat de verdeling zwaardere uiteinden heeft dan een normale verdeling. De uitersten in transactievolumes werden gekenmerkt door een minimum van 3.765 Bitcoins en een maximum van 49.732 Bitcoins.

Er zal ook een grafiek worden getoond die de evolutie van Bitcoin-transacties in de tijd weergeeft, zowel in USD als in EUR.



Grafiek 9: Tijdreeksanalyse

De lijngrafiek toont de tijdreeksgegevens van het Bitcoin-transactievolume in euro's en dollars over een bepaalde periode. De USD-transacties vertonen aanzienlijke volatiliteit met scherpe pieken, wat kan duiden op momenten van intense marktactiviteit of grote individuele transacties die het gemiddelde sterk beïnvloeden. In tegenstelling hiermee blijft de lijn voor EUR-transacties relatief vlak en vertoont het veel minder volatiliteit in vergelijking met de USD.

Verder zal de normale verdeling getest worden om te bepalen welke tests gebruikt kunnen worden.

4.3.5 Normale verdeling – data

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EUR	.085	121	.031	.968	121	.005
USD	.070	121	.200 [*]	.946	121	<.001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 21: Normale verdeling

De resultaten van de normaliteit voor het Bitcoin-transactievolume in euro's (EUR) en dollars (USD) bieden inzicht in de verdeling van de gegevens ten opzichte van een normale verdeling. De p-waarde voor EUR in de Kolmogorov-Smirnov-test is 0,031, wat onder het standaardniveau van vijf procent significantie ligt. Dit duidt op een afwijking van normaliteit, waardoor de aanname van een normale verdeling voor het EUR-transactievolume wordt verworpen. Voor USD toont de Kolmogorov-Smirnov een p-waarde van 0,200, wat aangeeft dat de normaliteitsaanname niet verworpen kan worden op basis van deze test. Echter, de Shapiro-Wilk voor zowel EUR als USD vertoont een significantiewaarde die aanzienlijk lager is dan de vijf procent significantieniveau, wat aangeeft dat de verdeling van het transactievolume afwijkt van normaliteit.

Deze bevindingen suggereren dat de verdelingen van het transactievolume in beide valuta's niet normaal zijn. Dergelijke afwijkingen van een normale verdeling rechtvaardigen het gebruik van logaritmische transformaties.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EUR	.085	121	.031	.968	121	.005
USD	.070	121	.200 [*]	.946	121	<.001
LNUSD	.085	121	.032	.975	121	.022
LNEUR	.134	121	<.001	.931	121	<.001
LG10EUR	.134	121	<.001	.931	121	<.001
LG10USD	.085	121	.032	.975	121	.022
LNxx2USD	.074	121	.164	.982	121	.108
LNxx2EUR	.118	121	<.001	.945	121	<.001
LNxx3EUR	.102	121	.003	.957	121	<.001
LNxx4EUR	.086	121	.028	.965	121	.003
LNxx3USD	.062	121	.200 [*]	.987	121	.303
LNxx4USD	.051	121	.200 [*]	.989	121	.481
LNxx9EUR	.087	121	.025	.962	121	.002

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

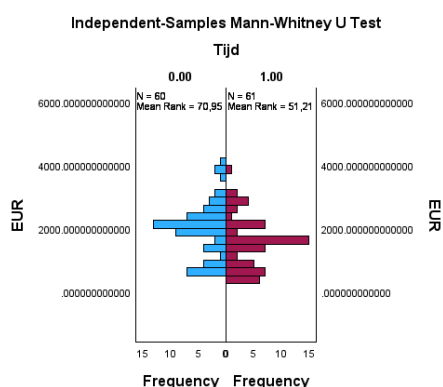
Tabel 22: Normale verdeling - logaritmische transformaties

De tabel toont de resultaten van normaliteitstests voor verschillende logaritmische transformaties. Voor de initiële logaritmische transformaties zijn de resultaten significant in de Shapiro-Wilk-test, wat wijst op een afwijking van normaliteit. Deze bevinding wordt ondersteund door de resultaten van de Kolmogorov-Smirnov-test. Echter, naarmate hogere orde logaritmische transformaties worden toegepast, zijn er verschillende resultaten voor EUR en USD. Voor EUR lijken de hogere orde logaritmische transformaties niet te resulteren in een normale verdeling, aangezien het significantieniveau de drempel van vijf procent niet overschrijdt. Voor USD tonen sommige transformaties, zoals die met de natuurlijke logaritme tot de tweede en vierde macht, p-waarden hoger dan vijf procent, wat zou kunnen wijzen op een normale verdeling.

Aangezien de data van EUR niet uit een normale verdeling verkregen kan worden, zelfs niet na logaritmische transformaties, zal hier een non-parametrische test worden gebruikt. Voor USD zal de natuurlijke logaritme tot de vierde macht worden gebruikt, aangezien deze voor zowel de Shapiro-Wilk als de Kolmogorov-Smirnov de nulhypothese van een normale verdeling niet verwerpt. Hier zal een parametrische test worden gebruikt.

4.3.6 Statistische testen

4.3.6.1 Euro



Grafiek 10: Mann-Whitney U Test

Independent-Samples Mann-Whitney U Test Summary	
Total N	121
Mann-Whitney U	1233.000
Wilcoxon W	3124.000
Test Statistic	1233.000
Standard Error	192.899
Standardized Test Statistic	-3.095
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.002

Tabel 23: Mann-Whitney U Test

In het onderzoek naar de invloed van MiCA op het transactievolume van Bitcoin in euro's werd een analyse uitgevoerd met behulp van de Mann-Whitney U-test, een non-parametrische methode geschikt voor datasets die niet normaal verdeeld zijn. De dataset omvatte 121 dagen aan transacties, verdeeld in twee groepen op basis van de periode voor en na de implementatie van MiCA. De bevindingen wijzen op hogere transactievolumes voor de invoering van MiCA, wat wordt ondersteund door de significante p-waarde van 0,002, die lager is dan het gebruikelijke significantieniveau van vijf procent. Dit suggereert een verschil tussen de twee perioden.

Visuele ondersteuning voor deze bevinding wordt eveneens getoond. Deze toont aan dat de gemiddelde rang van het transactievolume voor MiCA (70,95) hoger was dan na MiCA (51,21). Dit duidt op een afname van het transactievolume van Bitcoin in euro's na de invoering van MiCA.

Deze non-parametrische tests suggereren dat de MiCA-regulering mogelijk invloed heeft gehad op het transactievolume in euro's van Bitcoin.

4.3.6.2 USD

Verder werd een independent samples t-test uitgevoerd om de impact van de MiCA-regulering op het transactievolume van Bitcoin, uitgedrukt in USD, te beoordelen. De dataset bevat de logaritmische transformatie van de transactievolumes, verzameld gedurende 60 dagen voor en 61 dagen na de implementatie van MiCA.

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
LNx4USD	Equal variances assumed	1.253	.265	1.876	119	.032	.063	667.74911	356.02030	-37.20664	1372.70486
	Equal variances not assumed			1.878	116.520	.031	.063	667.74911	355.53895	-36.40745	1371.90567

Tabel 24: Independent Samples T-Test

Zoals te zien in tabel 24, resulteerde de Levene's test voor gelijkheid van varianties in een significantieniveau van 0,265, wat aangeeft dat de hypothese van gelijke varianties tussen de twee groepen niet verworpen kan worden. Hierdoor zal de variantie als gelijk beschouwd worden voor de toepassing van de t-test. De t-test resulteerde in een tweezijdige p-waarde van 0,063, wat boven de algemeen geaccepteerde significantiedrempel van vijf procent ligt. Dat betekent dat het waargenomen verschil in de gemiddelden niet als statistisch significant kan worden beschouwd.

De invoering van MiCA heeft geen merkbare invloed gehad op de handelsvolumes volgens de t-test van USD, ook toont grafiek negen dit aan. De grafiek toont een stabiele trend in volumes, met pieken die zowel voor als na de implementatiedatum van negen juni 2023 voorkomen. Er is geen duidelijk verschil waarneembaar in de aanloop naar deze datum.

4.4 Marktkapitalisatie

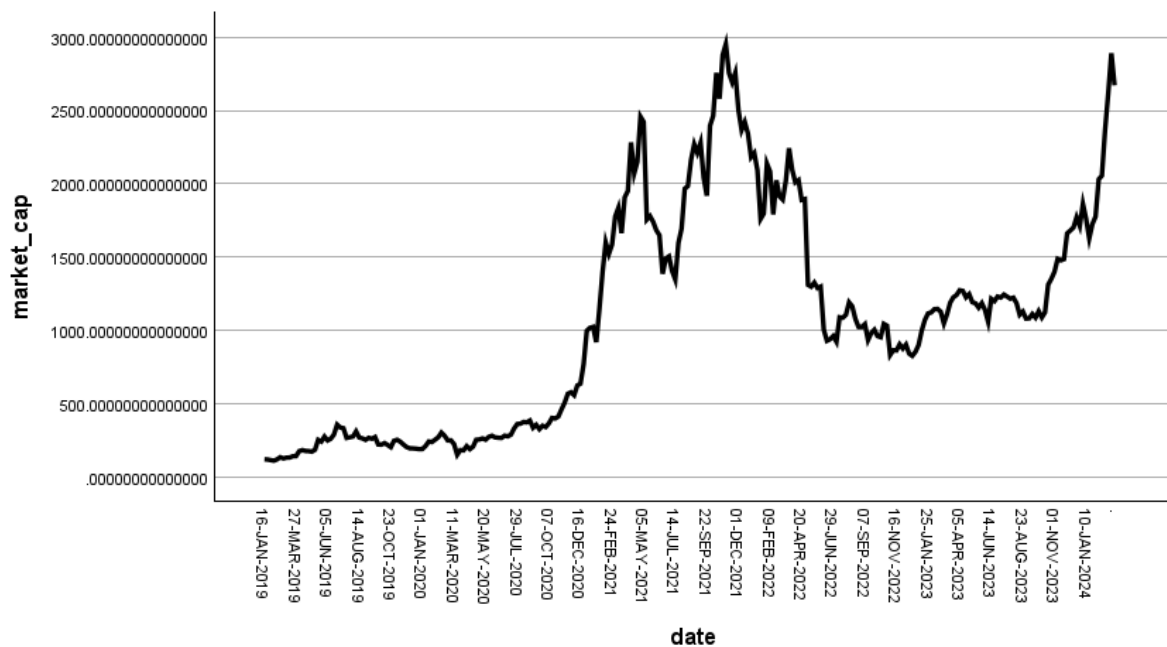
Tot slot zal de laatste test zich richten op de wereldwijde marktkapitalisatie van cryptocurrencies. Dit betreft de totale waarde van alle cryptocurrencies op de markt. Er zal worden onderzocht of er veranderingen zijn als gevolg van de MiCA-regulering.

Hier wordt de volgende onderzoeksvraag bekeken:

- 1) In welke mate heeft de implementatie van MiCA de wereldwijde marktkapitalisatie van cryptocurrencies beïnvloed?

4.4.1 Beschrijvende statistiek

Er zal een beschrijvende statistische analyse uitgevoerd worden om de verdeling van de data te onderzoeken. Daarnaast zal er een grafiek gemaakt worden om de structuur van de data en de veranderingen in de loop van de tijd te visualiseren.



Grafiek 11: Marktkapitalisatie

De grafiek illustreert de marktkapitalisatie van cryptocurrencies. Vanaf een fase met relatief lage waarden, kenmerkt de lijn zich door een toename met significante volatiliteit in latere jaren. Dit is kenmerkend voor de ontwikkeling van de cryptocurrency-markt, die bekend staat om zijn prijsschommelingen. Periodes van snelle groei worden afgewisseld met scherpe dalingen.

Descriptive Statistics									
	N Statistic	Minimum Statistic	Maximum Statistic	Mean Statistic	Std. Deviation Statistic	Skewness		Kurtosis	
						Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
market_cap	270	111.64000000	2953.2400000	1070.9939259	758.60365937	.470	.148	-.791	.295
Valid N (listwise)	270								

Tabel 25: Beschrijvende analyses

De dataset omvat 270 geobserveerde waarden van marktkapitalisatie van cryptocurrencies en toont de volatiliteit en distributie-eigenschappen. De marktkapitalisatie varieert met een minimumwaarde van 111,64 miljard dollar en een maximum van 2.953,24 miljard dollar, wat duidt op periodes van zowel snelle marktgroei als scherpe correcties. Het gemiddelde van de marktkapitalisatie staat op 1.070.99 miljard dollar. Deze gemiddelde waarde wordt omringd door een aanzienlijke spreiding van gegevens, zoals aangegeven door een standaardafwijking van 758,60 miljard dollar, die de volatiliteit binnen de marktkapitalisatie benadrukt.

De scheefheid van de dataset is 0,470, wat duidt op een lichte rechtse scheefheid, waarbij meer waarden geconcentreerd zijn aan de linkerkant van het gemiddelde en de langere staart zich uitstrekt naar de rechterkant. Dit impliceert dat er een aantal uitzonderlijk hoge marktkapitalisatiewaarden zijn die de gemiddelde waarde omhoogtrekken. Ondanks deze afwijkingen, toont de Kurtosis een waarde van -0,791, wat aangeeft dat de distributie platter is dan de normale verdeling en dus een minder uitgesproken piek heeft.

De normale verdeling van deze data zal worden getest om te bepalen welke statistische tests toegepast kunnen worden.

4.4.2 Normale verdeling

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
market_cap	.156	270	<,.001	.921	270	<,.001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 26: Normaliteitstests

De tabel toont de resultaten van de normaliteitstests van Kolmogorov-Smirnov en de Shapiro-Wilk, toegepast op marktkapitalisatiedata. In beide sets is de p-waarde aanzienlijk lager dan het standaard significantieniveau van vijf procent. Dit betekent dat de nulhypothese van normaliteit sterk wordt verworpen voor beide tests. Hierdoor zal er worden overgeschakeld naar logaritmisch getransformeerde datasets, die helpen bij het normaliseren van deze data.

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
market_cap	.156	270	<,001	.921	270	<,001
LNMC	.171	270	<,001	.904	270	<,001
LG10MC	.171	270	<,001	.904	270	<,001
LNSQRT	.171	270	<,001	.904	270	<,001
LNXX2MC	.148	270	<,001	.914	270	<,001
LNXX3MC	.137	270	<,001	.922	270	<,001
LNXX4MC	.146	270	<,001	.926	270	<,001
LNXX5MC	.152	270	<,001	.928	270	<,001
LNXX6MC	.156	270	<,001	.926	270	<,001

a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 27: Normaliteitstests - Marktkapitalisatie

De uitgevoerde tests voor normaliteit van de logaritmisches getransformeerde marktkapitalisatiegegevens met zowel de Kolmogorov-Smirnov als Shapiro-Wilk leverden significantiewaarden op die onder de standaard drempel van vijf procent lagen. Met p-waarden lager dan 0,001 voor alle getransformeerde variabelen is de nulhypothese van normaliteit afgewezen, wat suggereert dat de gegevens niet als normaal verdeeld kunnen worden beschouwd. Dit resultaat is consistent over de verschillende transformaties. Hierdoor zullen non-parametrische tests worden gebruikt om te onderzoeken of de MiCA-regulering een impact heeft gehad op de marktkapitalisatie.

4.4.2.1 Marktkapitalisatie – statistische tests

In het onderzoek naar de potentiële invloed van de MiCA-regulering op de marktkapitalisatie van cryptocurrencies worden de volgende hypothesen genomen:

- Hypothese 9 (H9): De invoering van de MiCA-regulering heeft geleid tot significante groei in de marktkapitalisatie van cryptocurrencies
- Hypothese 10 (H10): De marktkapitalisatie van cryptocurrencies vertoont geen significant verschil als gevolg van de MiCA-regulering

Aangezien deze data niet normaal verdeeld zijn, is de Mann-Whitney U-test geselecteerd voor deze analyse. Deze non-parametrische test is geschikt voor het vergelijken van twee onafhankelijke groepen en biedt de mogelijkheid om te bepalen of de invoering van de MiCA-regulering een statistisch significant effect heeft gehad op de marktkapitalisatie van cryptocurrencies.

Test Statistics^a

market_cap	
Mann-Whitney U	2461.000
Wilcoxon W	29026.000
Z	-4.693
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.,001

a. Grouping Variable: dummy

		Ranks		
	dummy	N	Mean Rank	Sum of Ranks
market_cap	.00	230	126.20	29026.00
	1.00	40	188.98	7559.00
	Total	270		

Tabel 28: Mann-Whitney U-Test

De resultaten van deze test tonen aan dat er een verschil is tussen de twee groepen. De nulhypothese, die stelt dat er geen verschil zou zijn tussen de marktkapitalisatie voor en na MiCA, wordt verworpen. Met een significantie van minder dan 0,001 bij de vijf procent significantiedrempel is het duidelijk dat de marktkapitalisatie volgens deze test na MiCA significant verschilt. Het is wel zo dat de groep na MiCA veel kleiner is in omvang met 40 waarnemingen vergeleken met de 230 waarnemingen voor MiCA. De groep na MiCA toont een gemiddelde van 188,98, in tegenstelling tot een gemiddelde van 126,20 voor MiCA. Dit suggereert dat, na de invoering van de MiCA-regulering, de marktkapitalisatie neigt naar hogere waarden.

De uitgevoerde non-parametrische test biedt voorzichtige aanwijzingen dat de implementatie van de MiCA-regulering een potentieel positieve invloed heeft gehad op de marktkapitalisatie. Echter, de kleine omvang van de steekproef in de periode na de invoering van MiCA noodzaakt een voorzichtige interpretatie van deze resultaten. Bovendien moet men zich bewust zijn van de mogelijke invloed van externe gebeurtenissen, los van de MiCA-regulering, die de marktkapitalisatie hebben kunnen beïnvloed. Belangrijke gebeurtenissen zoals de goedkeuring van Bitcoin door nieuwe instellingen en de Bitcoin halving, die historisch gezien een significante invloed hebben gehad op de marktkapitalisatie van cryptocurrencies, verdienen aandacht in deze context. Deze externe invloeden zullen in de discussiesectie van dit onderzoek verder worden uitgelegd.

5 Conclusie

De conclusie zal worden geschreven op basis van de literatuurstudie en de onderzoeksresultaten om antwoord te geven op de onderzoeksvragen. Allereerst worden de primaire doelstellingen van MiCA herhaald. Vervolgens worden de verwachtingen van de Europese regelgevende instanties bij de implementatie van MiCA geëvalueerd en vergeleken met de daadwerkelijke uitkomsten, door deze te relateren aan de resultaten van de beurzen en valuta's. Daarnaast wordt onderzocht of de MiCA-regulering de cryptomarkt aantrekkelijker heeft gemaakt, door de resultaten van de beurzen, valuta's en marktkapitalisatie te analyseren. Daarnaast wordt geanalyseerd hoe MiCA beoogt investeerders te beschermen tegen criminele activiteiten en hoe effectief deze bescherming is.

5.1 Wat zijn de primaire doelstellingen?

De MiCA-regulering, ontworpen door de Europese Unie, richt zich op het creëren van een veilige en gestabiliseerde markt voor cryptocurrencies. Deze wetgeving introduceert veranderingen in de manier waarop crypto-ondernemingen opereren binnen de EU, met als doel de bescherming van investeerders te verhogen en de integriteit van de cryptomarkt te versterken. Hieronder volgt een overzicht van de doelstellingen van MiCA.

Allereerst vereist MiCA dat alle crypto-ondernemingen zich registreren binnen de Europese Unie voordat ze hun activiteiten mogen starten. Deze registratieplicht zorgt ervoor dat bedrijven voldoen aan hoge normen op het gebied van veiligheid en transparantie (Beck et al., 2022; Read & Diefenbach, 2022). Toezicht op deze ondernemingen zal strikt gehandhaafd worden door autoriteiten zoals de European Banking Authority (EBA) en de European Securities and Market Authority (ESMA), die een cruciale rol zullen spelen in het handhaven van de naleving van de regelgeving (Council of the EU, 2022).

Een ander fundamenteel aspect van MiCA is het streven naar een geharmoniseerd regelgevingskader voor crypto-activa binnen de EU. Voordat MiCA werd ingevoerd, hanteerde elk EU-land eigen regels, wat resulteerde in een instabiele markt (van der Linden & Shirazi, 2023). MiCA brengt stabiliteit, wat essentieel is voor het behouden van marktintegriteit en het voorkomen van financiële rampen, zoals die met TerraUSD en de FTX-beurs, waarbij aanzienlijke financiële verliezen werden geleden (European Parliament, 2022; Torpey, 2023).

Verder legt MiCA strenge voorwaarden op aan dienstverleners om criminele activiteiten zoals fraude en witwassen tegen te gaan. Deze dienstverleners moeten goedkeuringen krijgen van bevoegde autoriteiten en aantonen dat zij de regelgeving naleven, interne controles hebben en hun klanten informeren over de risico's (Carney & Scanlon, 2022; Pixelplex, 2023b).

MiCA probeert ook een evenwicht te vinden tussen het beschermen van consumenten en het bevorderen van innovatie. De regelgeving is zo ontworpen dat ze de innovatie binnen de sector niet belemmert door overmatig strenge regels (Hallak, 2023; Pierre E et al., 2023). Dit evenwicht zou ertoe moeten leiden dat dienstverleners die zich aan de regelgeving houden, het vertrouwen van investeerders winnen, waardoor ze aantrekkelijker worden voor deze investeerders (van der Linden & Shirazi, 2023).

Samenvattend zet MiCA een belangrijke stap in de regulering van de cryptomarkt, waardoor zowel de veiligheid als de betrouwbaarheid van deze snelgroeiende sector worden verhoogd, terwijl tegelijkertijd ruimte voor innovatie wordt behouden. Verder in de conclusie zal worden gekeken of de MiCA-regulering daadwerkelijk heeft gezorgd voor een veiligere en interessantere markt. Deze evaluatie zal gebaseerd zijn op de verzamelde resultaten en analyses.

5.2 Criminele activiteiten

Wat is de relatie tussen het aantal cryptocurrencies en de frequentie van criminele activiteiten op de markt?

Dit deel van het onderzoek richt zich op de vraag hoe de groei in het aantal cryptocurrencies samenhangt met de frequentie van criminele activiteiten, en op welke manier regulering bijdraagt aan het veiliger maken van de cryptomarkt. De relevantie van dit vraagstuk is significant, aangezien de snelle groei van de digitale valuta en de toenemende bezorgdheid over illegale activiteiten binnen dit domein zorgen voor grote uitdagingen.

Volgens de resultaten van de statistische analyse, uitgevoerd met de Mann-Whitney U-test, blijkt er een correlatie te zijn tussen het aantal cryptocurrencies en de frequentie van criminele activiteiten. Deze bevinding benadrukt de noodzaak van strikte regelgeving. De huidige toestand van de markt toont aan dat de lage drempel voor het creëren van nieuwe cryptocurrencies een risico vormt voor de veiligheid van investeerders. De eenvoud waarmee digitale valuta gelanceerd kunnen worden, stelt kwaadaardige entiteiten in staat de markt te betreden en brengt zo de integriteit van de cryptomarkt in gevaar.

De implementatie van MiCA, die uitgevers en dienstverleners van cryptocurrencies verplicht een whitepaper te maken en een licentie aan te vragen, is een belangrijke stap naar het verbeteren van transparantie en betrouwbaarheid in de sector (van der Linden & Shirazi, 2023). Deze verplichtingen creëren een belangrijke grens tussen gereguleerde entiteiten binnen Europa en entiteiten die daarbuiten vallen. Dergelijke gestandaardiseerde procedures verhogen niet alleen de geloofwaardigheid van deze cryptocurrencies, maar geven ook een extra laag van zekerheid aan investeerders.

Door de introductie van deze regulering positioneren gereguleerde cryptocurrencies zich als betrouwbaardere opties in vergelijking met hun niet-gereguleerde tegenhangers. Dit dient niet alleen ter bescherming van de investeerders, maar ook van de algemene markt. MiCA heeft niet alleen een directe impact op de geloofwaardigheid van digitale valuta binnen de EU, maar dient ook als voorbeeld voor toekomstige wereldwijde regulatieve initiatieven. MiCA kan worden gezien als een eerste stap richting een wereldwijde gereguleerde markt.

Wat is de verwachte effect en werkelijke effect van de MiCA-regulering in het aanpakken van criminele activiteiten?

De markten voor cryptocurrencies zijn sterk gegroeid, wat heeft geleid tot zowel kansen als risico's. De onderzoeksvraag van deze studie richt zich op het evalueren van de impact van deze regulering, met een bijzondere focus op de afname van criminele activiteiten binnen de cryptomarkten.

De verwachte impact van de MiCA-regulering is dat criminele activiteiten zouden moeten afnemen. Dit komt door de invoering van verschillende vereisten, zoals 'ken-uw-klant' (KYC) en antiwitwas (AML) verplichtingen voor dienstverleners zoals beurzen, en de verplichting voor uitgevers van cryptocurrencies om een whitepaper in te dienen. Deze maatregelen zouden de markt veiliger moeten maken en de criminaliteit moeten verminderen.

Uit een Independent Samples T-test blijkt echter dat er, tegen de verwachtingen in, meer criminele activiteiten zijn. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat de MiCA-regulering wel is gepubliceerd, maar nog niet volledig is geïmplementeerd. Hoewel de Europese Unie verwacht dat dienstverleners en uitgevers de reguleringen al volledig toepassen, blijkt wereldwijde regelgeving essentieel te zijn om beleggers veiligheid te bieden en criminele activiteiten te verminderen. Cryptocurrencies zijn grensoverschrijdende activa, en het is niet eenvoudig om deze volledig vrij van criminaliteit te maken met enkel een Europese regulering, terwijl ze wereldwijd eenvoudig verhandeld kunnen worden zonder enige controle.

Het is belangrijk dat toekomstig onderzoek meer gegevens verzamelt na de volledige implementatie van MiCA en ook rekening houdt met de wereldwijde aard van cryptocurrencies.

5.3 Beurzen

Hoe verschillen de verwachtingen van MiCA op de crypto-beurzen van de daadwerkelijke effecten?

De invoering van de MiCA-regulering zou het vertrouwen in de cryptomarkt versterken door striktere naleving van regels, waarvan verwacht wordt dat ze dienstverlenende bedrijven een voordeel bieden. Deze sectie van de conclusie richt zich op de vraag hoe de verwachtingen van de impact van MiCA op de cryptobeurzen zich verhouden tot de werkelijke effecten.

De implementatie van de MiCA-regulering zou leiden tot een groter vertrouwen in de markt, waardoor dienstverlenende bedrijven die de regels naleven een voordeel zouden moeten hebben (Hallak, 2023; van der Linden & Shirazi, 2023). Deze bedrijven zouden door investeerders verkozen worden boven niet-gereguleerde dienstverleners, omdat de regulering hen bescherming biedt (van der Linden & Shirazi, 2023). Dit zou moeten resulteren in een toegenomen interesse voor Europese beurzen, die zich moeten houden aan deze regulering. Echter, de resultaten van de Mann-Whitney U-test tonen aan dat de hypothese van een significant verschil in het volume van Europese beurzen na de MiCA-regulering wordt verworpen. Er is geen significant verschil waargenomen in het volume van de Europese beurs Bitstamp noch in die van de Amerikaanse beurs Coinbase na de invoering van MiCA. Grafiek 5 laat zien dat, ondanks een vergelijkbare trend tussen Bitstamp en Coinbase tot februari 2021, Bitstamp vanaf november 2021 een stabiele lijn vertoont zonder opmerkelijke stijgingen, terwijl Coinbase een voortdurende trend van pieken en hoge handelsvolumes laat zien.

Verder is de invloed van MiCA op de handelsvolumes van Bitcoin op de beurzen Bitstamp en Coinbase bekeken door te onderzoeken of er significante verschillen zijn 60 dagen voor en na de invoering van de regulering. De Independent Samples T-test leverde geen significante bevindingen op. Het Bitcoin-transactievolume op deze beurzen toonde geen kortetermijneffecten als gevolg van de invoering van MiCA, en investeerders bleven investeren in Bitcoin zonder dat MiCA een merkbare verandering teweegbracht in hun beleggingsgedrag. Zowel op korte als op lange termijn heeft de MiCA-regulering geen duidelijke impact gehad op de handelspatronen van Bitcoin.

Ondanks dus de verwachte voordelen van verhoogd vertrouwen en veiligheid voor Europese crypto-dienstverleners, tonen de resultaten geen significante veranderingen in het handelsvolume of investeerdersgedrag op de onderzochte beurzen.

5.4 Voorkeur valuta's

In hoeverre heeft de MiCA-regulering de voorkeur van het gebruik van bepaalde valuta's beïnvloed?

De MiCA-regulering is ontworpen om een veiligere handelsomgeving voor cryptocurrencies binnen Europa te creëren. Deze sectie richt zich specifiek op de impact van MiCA op de valutavoorkeuren in Bitcoin-transacties, met de focus op een mogelijke verschuiving in het gebruik van de euro ten opzichte van de Amerikaanse dollar.

Uit het onderzoek blijkt dat MiCA geen impact heeft gehad op valutavoorkeuren bij Bitcoin-transacties. Het handelsvolume in dollars blijft significant volatieler, met duidelijke pieken in de activiteit, terwijl de handel in euro's een stabielere trendlijn laat zien, zonder significante toenames. Dit duidt op een voorkeur voor de dollar in de Bitcoin-markt, die niet beïnvloed wordt door de Europese regulering.

Verder blijkt uit de statistische analyses, waaronder de Mann-Whitney U-test en de Independent Samples T-test, dat er geen significante veranderingen zijn in de handelsvolumes, zowel op wereldniveau als specifiek voor de dollar, in de periode 60 dagen voor en na de implementatie van MiCA. Hoewel de euro significantie vertoonde in de Mann-Whitney U-test voor en na de implementatie van MiCA, wijzen deze resultaten op een afname van de handel in euro's.

Deze resultaten bevestigen dat, ondanks de intenties van MiCA om de Europese markt veiliger en aantrekkelijker te maken voor handel in euro's, de regelgeving geen merkbare invloed heeft gehad op de voorkeuren in valuta's in Bitcoin-handel. Dit benadrukt de beperkte effectiviteit van lokale regulering zoals MiCA in een globaal en grensoverschrijdende markt zoals die van cryptocurrencies, waar marktactiviteiten zich niet beperken tot één geografische locatie.

5.5 Marktkapitalisatie

Heeft de MiCA-regulering een impact gehad op de marktkapitalisatie?

Of de MiCA-regulering effect heeft gehad op de marktkapitalisatie is onderzocht met de Mann-Whitney U-test voor de marktkapitalisatiedata. Zoals in de resultaten te zien is er een statistisch significante toename in de algemene marktkapitalisatie van cryptocurrencies. De algemene marktwaardering is gestegen, wat kan wijzen op een toenemend vertrouwen van investeerders. Dit maakt de cryptomarkt mogelijk aantrekkelijker door de verhoogde regulering en de perceptie van een verhoogde stabiliteit en veiligheid door MiCA.

Het is echter van belang om voorzichtig te zijn met de interpretatie van deze positieve verandering in marktkapitalisatie, omdat deze is vastgesteld met een non-parametrische test, die over het algemeen als minder krachtig en nauwkeurig wordt beschouwd dan een parametrische test. Daarnaast kunnen externe factoren die niet direct gerelateerd zijn aan de regulering, ook hebben bijgedragen aan de toename van de marktkapitalisatie. Deze externe invloeden, waaronder de goedkeuring van Bitcoin ETF's en de effecten van de Bitcoin halving, worden behandeld in de discussiesectie.

5.6 Conclusie

De MiCA-regulering, geïntroduceerd door de Europese Unie, streeft naar het creëren van een veilige en stabiele markt door middel van regels voor de hele EU. Dit onderzoek heeft de werkelijke impact van MiCA op de cryptomarkt geëvalueerd, met bijzondere aandacht voor de handelsvolumes op beurzen, de voorkeur voor valuta's in Bitcoin-transacties, criminele activiteiten en de algemene marktkapitalisatie.

De primaire doelstellingen van MiCA omvatten het vergroten van de veiligheid en transparantie binnen de cryptosector, het harmoniseren van regelgeving binnen de EU en het bieden van bescherming tegen criminele activiteiten door middel van strikte nalegingsvereisten voor crypto-ondernemingen. Ondanks deze doelen, tonen de resultaten van dit onderzoek aan dat MiCA nog niet heeft geleid tot grote veranderingen in de markt die overeenkomen met de verwachtingen.

De analyses tonen aan dat de complexiteit en uitdagingen van het effectief reguleren van een grensoverschrijdend concept als cryptocurrencies groot zijn. Verder blijkt uit de statistische toetsing dat de verwachte toename van vertrouwen en veiligheid door MiCA niet duidelijk zichtbaar is in de handelsvolumes op zowel Europese als niet-Europese beurzen. Daarnaast heeft de invoering van MiCA volgens de Mann-Whitney U-test een positieve invloed gehad op de marktkapitalisatie. De interpretatie van deze gegevens vereist echter voorzichtigheid, gezien de beperkingen van de gebruikte non-parametrische tests en de invloed van externe factoren zoals de goedkeuring van Bitcoin ETF's en de Bitcoin halving.

In de discussiesectie, zullen de externe factoren en andere relevante onderwerpen besproken worden die van invloed kunnen zijn geweest op onze bevindingen. Hierbij zal ook aandacht worden besteed aan de bredere implicaties van onze resultaten voor toekomstig beleid en regelgeving, en aan de noodzaak van een meer wereldwijd gecoördineerde benadering van de regulering van cryptocurrencies.

6 Discussie

6.1 Criminele activiteiten

Ten eerste is de data volgens de tests van Kolmogorov-Smirnov en Shapiro-Wilk niet normaal verdeeld. Ondanks het toepassen van logaritmische transformaties op de data van criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies, is er geen normale verdeling verkregen. Hierdoor zijn parametrische tests uitgesloten, aangezien deze vereisen dat de data normaal verdeeld zijn. Bij de ratio van criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies is de data wel normaal verdeeld na het toepassen van logaritmische transformaties, waardoor parametrische tests wel konden worden uitgevoerd. De originele data van deze ratio was echter niet normaal verdeeld, wat ook invloed kan hebben op de parametrische analyses die zijn uitgevoerd op de logaritmische transformatie hiervan.

Daarnaast is de beschikbare data ongelijk verdeeld, wat ook impact kan hebben op de uitgevoerde analyses. Er zijn namelijk 55 observaties voor de MiCA-regulering en slechts 10 observaties na de MiCA-regulering. Dit kan de uitgevoerde tests beïnvloeden. Ook kan het zijn dat de periode na MiCA te kort is om te kunnen concluderen dat er daadwerkelijk statistisch significante effecten zijn op de criminele activiteiten.

Verder is er enkel een correlatieanalyse uitgevoerd op de criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies. De correlatieanalyse toont alleen aan dat er een sterk positief verband is tussen het aantal criminele activiteiten en het aantal cryptocurrencies. Dit betekent echter niet dat een toename van het aantal cryptocurrencies zorgt voor een toename van het aantal criminele activiteiten. Er is dus geen causaal verband aangetoond, wat een regressieanalyse wel had kunnen doen. Een regressieanalyse had meer inzicht kunnen geven in de causaliteit tussen deze variabelen.

Ook is de beschikbare data van criminele activiteiten wereldwijd, terwijl de MiCA-regulering een Europese regulering is. Dit kan het onderzoek beïnvloeden, aangezien cryptocurrencies wereldwijd verhandeld worden en de MiCA-regulering geen invloed heeft buiten Europa. Hierdoor kunnen de data die gebruikt zijn, meer criminele activiteiten bevatten dan als er alleen Europese criminele activiteiten beschikbaar zouden zijn geweest. Dit neemt niet weg dat Europese beleggers wereldwijd cryptocurrencies kunnen kopen, aangezien deze grensoverschrijdende activa zijn waarin makkelijk te investeren is.

6.2 Marktkapitalisatie

Verder is het belangrijk om de beperkingen van de resultaten met betrekking tot de marktkapitalisatie te bespreken. Allereerst is de data van de marktkapitalisatie niet normaal verdeeld, zelfs na het toepassen van logaritmische transformaties. Dit maakte het niet mogelijk om parametrische tests toe te passen, wat leidde tot het gebruik van non-parametrische tests. Bovendien was de steekproefgrootte ongelijk verdeeld, met veel meer waarnemingen voor de MiCA-regulering ($n=230$) dan na MiCA ($n=40$). Deze ongelijkheid kan de betrouwbaarheid van de resultaten beïnvloeden.

De Mann-Whitney U-test, die werd toegepast, toonde een statistisch significant verschil aan ten gevolge van de MiCA-regulering, maar deze moet voorzichtig geïnterpreteerd worden. Deze test biedt geen gedetailleerde analyse zoals een regressieanalyse, waardoor het moeilijk is om een

causale relatie tussen de MiCA-regulering en de marktkapitalisatie van cryptocurrencies te bevestigen. Hoewel de test een statistisch significant verschil aantoonst, bewijst dit geen causaal verband met de regulering. Daarnaast zullen er ook externe factoren besproken worden die eveneens invloed kunnen hebben op de markt.

Externe factoren zoals de Bitcoin halving en de goedkeuring van Bitcoin ETF's door de SEC spelen ook een rol in de groei van de marktkapitalisatie. Deze factoren moeten in overweging worden genomen naast de mogelijke invloed van de MiCA-regulering. Hoewel regulering een cruciale rol speelt in de legitimiteit en ontwikkeling van de cryptomarkten, moeten trends en gebeurtenissen in de bredere markt ook worden meegenomen (CFTC, 2024; Milmo, 2024).

De goedkeuring van Bitcoin Exchange Traded Funds (ETF's) op 10 januari 2024 heeft bijvoorbeeld de perceptie en toegankelijkheid van Bitcoin als investeringsinstrument beïnvloed. De SEC-goedkeuring van diverse Bitcoin ETF's, aangeboden door bekende financiële bedrijven, heeft een signaal afgegeven aan de bredere investeringswereld. Deze ETF's die op bekende beurzen worden verhandeld, bieden een alternatieve manier aan om te beleggen in de digitale valutamarkt. Beleggers die anders terughoudend zouden zijn om rechtstreeks in cryptocurrencies te investeren vanwege zorgen over complexiteit of veiligheid, kunnen nu via deze fondsen blootgesteld worden aan Bitcoin's prijsbewegingen zonder directe eigendom. Dit opent de markt voor een nieuwe groep investeerders en kan zorgen voor een toename in de Bitcoin-markt, wat op zijn beurt de marktkapitalisatie verhoogt (CFTC, 2024; Napolitano, 2024).

Daarnaast heeft het Bitcoin-halveringsproces een grote invloed. Bij elke 210 000 geminede blokken wordt de hoeveelheid nieuwe Bitcoins die aan miners wordt toegekend, gehalveerd. Deze afname van het aanbod van nieuwe Bitcoins, zou theoretisch de prijs moeten doen stijgen bij een constante vraag. De onderstaande grafiek illustreert hoe eerdere halvingen in 2012, 2016, 2020 en april 2024 invloed hebben gehad op de prijs van Bitcoin. (Milmo, 2024)



Figuur 1: Bitcoin halving (Brooks, 2024)

De figuur laat zien dat elke halving aanzienlijke prijsstijgingen met zich meebrengt, waarbij de prijs groeit met de verminderde inflatie van nieuwe Bitcoins. Dit patroon van schaarste en prijsstijgingen onderstreept de mogelijkheid dat ook de meest recente halving in april 2024 heeft bijgedragen aan de groei van de marktkapitalisatie van Bitcoin.

De interactie tussen de introductie van Bitcoin ETF's en de Bitcoin halving-evenementen kan een impact hebben gehad op de marktkapitalisatie van Bitcoin. Terwijl Bitcoin ETF's zorgen voor een grotere instroom van nieuw kapitaal, creëren halving-evenementen een gevoel van schaarste dat kan zorgen voor prijsstijgingen. In combinatie kunnen deze factoren een krachtige invloed hebben gehad op de marktkapitalisatie.

Deze situaties vinden plaats tijdens meer regelgeving, zoals de MiCA-regulering. Terwijl MiCA een regelgevend kader biedt voor binnen de EU, vertegenwoordigen de SEC-goedkeuringen en halving-evenementen een wereldwijd effect dat verder gaat dan de grenzen van één enkele regio. Gezamenlijk kunnen deze factoren een verklaring zijn voor de toegenomen marktkapitalisatie van Bitcoin en wijzen ze op de verminderde grenzen tussen traditionele financiële markten en de wereld van digitale valuta.

Tot slot is de cryptomarkt algemeen bekend om haar hoge volatiliteit, wat ook invloed kan hebben op de marktkapitalisatie. De sterke stijgingen kunnen simpelweg het gevolg zijn van de interne marktschommelingen binnen deze markt, in plaats van de externe factoren en regulerende instanties.

6.3 Beperking van beurs- en valutadata:

In het onderzoek naar de impact van MiCA op het handelsvolume van Bitcoin op de beurzen en in verschillende valuta's worden de resultaten beïnvloed door enkele belangrijke beperkingen. Ten eerste toonden de datasets van zowel de beurzen als de valuta's geen normale verdeling. Dit heeft geleid tot het gebruik van non-parametrische tests zoals de Mann-Whitney U-test. Hoewel deze test geschikt is voor niet-normale verdelingen, is het minder krachtig dan parametrische tests. Verder waren er meer observaties beschikbaar voor de periode voor de MiCA-regulering dan erna. Dit verschil in de grootte van de waarnemingen kan de uitgevoerde tests en de resultaten beïnvloeden.

Daarnaast zou een regressieanalyse uitgevoerd kunnen worden om te onderzoeken in hoeverre de MiCA-regulering invloed heeft gehad op het handelsvolume van Bitcoin op de beurzen en in verschillende valuta's. Binnen deze analyse konden ook externe factoren zoals de algemene markttrend en economische invloeden worden opgenomen. Dit zou het mogelijk maken om de specifieke impact van de MiCA-regulering te isoleren, waardoor nauwkeuriger kan worden vastgesteld of deze regelgeving daadwerkelijk significante effecten heeft gehad op de markt.

Ook is de cryptocurrency markt van zichzelf zeer volatiel en kan sterk worden beïnvloed door externe factoren zoals economische gebeurtenissen of nieuwsberichten over cryptocurrencies. Deze externe invloeden maken het moeilijk om een causaal verband vast te stellen tussen de MiCA-regulering en veranderingen in het handelsvolume. Hierdoor is het belangrijk om de resultaten kritisch te beoordelen.

6.4 Toekomstig onderzoek

Voor toekomstig onderzoek wordt aanbevolen om de impact van MiCA op criminele activiteiten met betrekking tot cryptocurrencies, volume van beurzen en valuta's, en marktkapitalisatie op de lange termijn te beoordelen met een longitudinaal onderzoek. Aangezien de MiCA-wetgeving recent is gepubliceerd, is er momenteel weinig data beschikbaar. Naarmate de tijd verstrijkt, zal er meer data beschikbaar komen die uitgebreider onderzoek mogelijk maakt naar de invloed van de MiCA-regulering op criminele activiteiten, het volume van beurzen en valuta, en de marktkapitalisatie.

Verder wordt het uitvoeren van regressieanalyses aangeraden. Deze analyses kunnen helpen bij het onderzoeken van causale verbanden tussen MiCA en verschillende aspecten zoals criminele activiteiten, handelsvolumes op beurzen, en valutavolumes. Door in deze analyses externe factoren zoals markttrends en economische invloeden op te nemen, kan de specifieke impact van MiCA geïsoleerd worden, wat kan leiden tot nauwkeurige resultaten.

Bovendien is het aan te raden om in toekomstige studies data te gebruiken die specifiek zijn gericht op de EU. Dit zou de directe impact van MiCA op de Europese markt helderder in beeld brengen, gezien MiCA een Europese regulering is. De focus op EU-specifieke data zou relevantere inzichten verschaffen over hoe deze regulering de Europese cryptomarkt beïnvloedt, los van wereldwijde gebeurtenissen.

7 Referenties

- 21analytics. (2024). *Electronic Money Token (EMT)*. 21analytics.
<https://www.21analytics.ch/glossary/electronic-money-token-emt/>
- Aaron, S. (2024). *Token vs Coin: What's the Difference?* BitDegree.
<https://www.bitdegree.org/crypto/tutorials/token-vs-coin>
- Abdelhamid, M., & Hassan, G. (2019). Blockchain and smart contracts. *Proceedings of the 8th International Conference on Software and Information Engineering*, 91-95.
<https://doi.org/10.1145/3328833.3328857>
- Alekseenko, A. P. (2023). Model Framework for Consumer Protection and Crypto-Exchanges Regulation. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(7), 305.
- Amsyar, I., Christopher, E., Dithi, A., Khan, A. N., & Maulana, S. (2020). The challenge of cryptocurrency in the era of the digital revolution: A review of systematic literature. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 2(2), 153-159.
<https://doi.org/10.34306/att.v2i2.96>
- Arora, S. K., Kumar, G., & Kim, T.-h. (2021). Blockchain based trust model using tendermint in vehicular adhoc networks. *Applied Sciences*, 11(5), 1998.
<https://doi.org/10.3390/app11051998>
- Arsi, S., Ben Khelifa, S., Ghabri, Y., & Mzoughi, H. (2022). Cryptocurrencies: Key risks and challenges. In *Cryptofinance: A New Currency for a New Economy* (pp. 121-145). World Scientific. https://doi.org/10.1142/9789811239670_0007
- Auer, R., & Claessens, S. (2018). Regulating cryptocurrencies: assessing market reactions. *BIS Quarterly Review September*.
- Bains, P., Ismail, A., Melo, F., & Sugimoto, N. (2022). *Regulating the crypto ecosystem: the case of stablecoins and arrangements*. International Monetary Fund.
- Balbi, D. (2022). *Behind Terra's \$60 Billion Implosion*. Bloomberg.
<https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2022-05-16/the-big-take-what-caused-terra-luna-s-60-billion-implosion>
- Baliga, A. (2017). Understanding blockchain consensus models. *Persistent*, 4(1), 14.
- Bank of England. (2023). *The digital pound: A new form of money for households and businesses?* Bank of England. <https://www.bankofengland.co.uk/paper/2023/the-digital-pound-consultation-paper>
- Bansal, D. (2022). *Consensus Mechanisms in Blockchain*. Topcoder.
<https://www.topcoder.com/thrive/articles/consensus-mechanisms-in-blockchain>
- BBVA. (2023). *EU Markets in Cryptoassets (MiCA) Regulation: What is it and why does it matter?* BBVA. <https://www.bbva.com/en/innovation/eu-markets-in-cryptoassets-mica-regulation-what-is-it-and-why-does-it-matter/>
- Beck, B., Hörauf, M., & Scholl, P. (2022). *EU MARKETS IN CRYPTO-ASSETS (MICA) REGULATION EXPECTED TO ENTER INTO FORCE IN EARLY 2023*. Mayer Brown.
<https://www.mayerbrown.com/en/perspectives-events/publications/2022/12/eu-markets-in-crypto-assets-mica-regulation-expected-to-enter-into-force-in-early-2023>

- Benetti, Z., & Piazza, F. (2023). Decentralised Finance: A categorisation of smart contracts. *ESMA TRV Risk Analysis*. https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2023-10/ESMA50-2085271018-3351_TRV_Article_Decentralised_Finance_A_Categorisation_of_Smart_Contracts.pdf
- Bitcoinity. (2024). *Bitcoin trading volume*. Bitcoinity. <https://data.bitcoinity.org/markets/volume/30d?c=e&t=b>
- Bonderud, D. (2024). *Top cryptocurrency theft statistics of 2023*. Withpersona. <https://withpersona.com/blog/cryptocurrency-theft-statistics>
- Brave. (2023). *Cryptocurrencies vs. crypto tokens*. Brave. <https://brave.com/web3/cryptocurrency-versus-tokens/>
- Brix Newbury, L., & Kerse, M. (2023). *Crypto Consumer Protection: Why 'Wait and See' Is No Longer an Option*. CGAP. <https://www.cgap.org/blog/crypto-consumer-protection-why-wait-and-see-is-no-longer-option>
- Brooks, M. (2024). *Bitcoin Halving Dates: Investor's Guide 2024*. CoinLedger. <https://coinledger.io/learn/bitcoin-halving-dates>
- Browne, R. (2022). *\$570 million worth of Binance's BNB token stolen in another major crypto hack*. CNBC. <https://www.cnbc.com/2022/10/07/more-than-100-million-worth-of-binances-bnb-token-stolen-in-another-major-crypto-hack.html>
- Browne, R. (2024). *Here's what a bitcoin ETF actually means for investors*. CNBC. <https://www.cnbc.com/2024/01/11/heres-what-a-bitcoin-etf-actually-means-for-investors.html>
- Carlisle, D. (2022). *Consumer Protection the Main Focus for Crypto Regulators in 2022*. Elliptic. <https://www.elliptic.co/blog/consumer-protection-the-main-focus-for-crypto-regulators-in-2022>
- Carney, A., & Scanlon, L. (2022). *What EU's MiCA regulation means for crypto-asset service providers*. Pinsent Masons. <https://www.pinsentmasons.com/out-law/analysis/eu-mica-regulation-crypto-asset-service-providers>
- CFPB. (2022). *CFPB Publishes New Bulletin Analyzing Rise in Crypto-Asset Complaints*. Consumer Financial Protection Bureau. <https://www.consumerfinance.gov/about-us/newsroom/cfpb-publishes-new-bulletin-analyzing-rise-in-crypto-asset-complaints/>
- CFTC. (2024). *What is a Bitcoin Futures ETF?* Commodity Futures Trading Commission (CFTC). <https://www.cftc.gov/LearnAndProtect/AdvisoriesAndArticles/BitcoinFuturesETF.html>
- CFTE. (2023). *Centralised Exchanges (CEX) vs Decentralised Exchanges (DEX): Definition, Benefits, Disadvantages and Examples*. Centre for Finance, Technology and Entrepreneurship (CFTE). <https://blog.cfte.education/centralised-exchanges-vs-decentralised-exchanges/>
- Chainalysis Team. (2022). *Crime and NFTs: Chainalysis Detects Significant Wash Trading and Some NFT Money Laundering In this Emerging Asset Class*. Chainalysis. <https://www.chainalysis.com/blog/2022-crypto-crime-report-preview-nft-wash-trading-money-laundering/>
- Chainalysis Team. (2023). *2022 Biggest Year Ever For Crypto Hacking with \$3.8 Billion Stolen, Primarily from DeFi Protocols and by North Korea-linked Attackers*. Chainalysis. <https://www.chainalysis.com/blog/2022-biggest-year-ever-for-crypto-hacking/>

- Chainlink. (2023). *What Is DeFi?* Chainlink. <https://chain.link/education/defi>
- Chamanara, S., Ghaffarizadeh, S. A., & Madani, K. (2023). The Environmental Footprint of Bitcoin Mining Across the Globe: Call for Urgent Action. *Earth's Future*, 11(10), e2023EF003871. <https://doi.org/10.1029/2023EF003871>
- Chavez-Dreyfuss, G., & Price, M. (2021). *How hackers stole \$613 million in crypto tokens from Poly Network*. Reuters. <https://www.reuters.com/technology/how-hackers-stole-613-million-crypto-tokens-poly-network-2021-08-12/>
- Chen, Y., & Bellavitis, C. (2020). Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*, 13, e00151. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00151>
- Clifford Chance. (2022). *CRYPTO REGULATION: THE INTRODUCTION OF MICA INTO THE EU REGULATORY LANDSCAPE*.
- Coinbase. (2021). *Fact Check: USD Coin is the largest regulated stablecoin in the world*. Coinbase. <https://www.coinbase.com/nl/blog/fact-check-usd-coin-is-the-largest-regulated-stablecoin-in-the-world>
- Coinbase. (2024). *What is a blockchain?* Coinbase. <https://www.coinbase.com/en-gb/learn/crypto-basics/what-is-a-blockchain>
- Council of the EU. (2022). *Digital finance: agreement reached on European crypto-assets regulation (MiCA)*. Council of the European Union. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/30/digital-finance-agreement-reached-on-european-crypto-assets-regulation-mica/>
- Council of the EU. (2023a). *Anti-money laundering: Council adopts rules which will make crypto-asset transfers traceable* - Consilium. Council of the European Union. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/05/16/anti-money-laundering-council-adopts-rules-which-will-make-crypto-asset-transfers-traceable/>
- Council of the EU. (2023b). *Digital finance: Council adopts new rules on markets in crypto-assets (MiCA)*. Council of the European Union. <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/05/16/digital-finance-council-adopts-new-rules-on-markets-in-crypto-assets-mica/>
- Crypto Desk. (2022). *Spotting fraudulent crypto projects and pump-and-dump schemes*. Livemint. <https://www.livemint.com/news/india/spotting-fraudulent-crypto-projects-and-pump-and-dump-schemes-11661339043553.html>
- Cryptopedia Staff. (2021). *Real-World Use Cases for Smart Contracts and dApps*. Gemini. <https://www.gemini.com/cryptopedia/smart-contract-examples-smart-contract-use-cases>
- Debono, J., & Caruana Scicluna, M. (2023). *The classification of cryptoassets under the new Markets in Crypto-Assets Regulation*. Ganado Advocates. <https://ganado.com/insights/publications/the-classification-of-cryptoassets-under-the-new-markets-in-crypto-assets-regulation/>
- Di Palma, F. (2023). *An Overview of the EU Crypto-Asset Regulatory Framework (MiCA)*. Fordham Journal Of Corporate & Financial Law. <https://news.law.fordham.edu/jcfl/2023/02/06/an-overview-of-the-eu-crypto-asset-regulatory-framework-mica/>

- Dmitry, K. (2023). *List of Top Smart Contract Platforms*. ND Labs. <https://ndlabs.dev/top-smart-contract-platforms>
- ECB. (2024). *Digitale euro*. European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/paym/digital_euro/html/index.nl.html
- Elliptic. (2023). *NFTs and Financial Crime*. Elliptic. <https://www.elliptic.co/resources/nfts-financial-crime>
- Entrepreneur Staff. (2023). *What Is NFT Art? Everything You Need To Know*. Entrepreneur. <https://www.entrepreneur.com/money-finance/what-is-nft-art-everything-you-need-to-know/444484>
- ESA. (2022). *EU financial regulators warn consumers on the risks of crypto-assets*. E. S. Authorities. https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esa_2022_15_joint_esas_warning_on_crypto-assets.pdf
- European Parliament. (2022). *Cryptocurrency dangers and the benefits of EU legislation*. European Parliament. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20220324STO26154/cryptocurrency-dangers-and-the-benefits-of-eu-legislation>
- FasterCapital. (2024). *Cryptocurrency Market Manipulation: A Growing Concern*. FasterCapital. <https://fastercapital.com/content/Cryptocurrency-Market-Manipulation--A-Growing-Concern.html#Understanding-Cryptocurrency-Market-Manipulation>
- Fauzi, M. A., Paiman, N., & Othman, Z. (2020). Bitcoin and cryptocurrency: Challenges, opportunities and future works. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business (JAFEB)*, 7(8), 695-704. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no8.695>
- Ferreira, A. (2020). Emerging regulatory approaches to blockchain based token economy. *The Journal of The British Blockchain Association*.
- Garnett, A. G. (2024). *NFT use cases: 8 innovative ways to use non-fungible tokens*. Britannica Money. <https://www.britannica.com/money/nft-use-cases>
- George, B., & Bochan, T. (2022). *Centralized Exchange (CEX) vs. Decentralized Exchange (DEX): What's the Difference?* CoinDesk. <https://www.coindesk.com/learn/centralized-exchange-cex-vs-decentralized-exchange-dex-whats-the-difference/>
- Ghimire, S. (2019). *Analysis of Bitcoin Cryptocurrency and Its Mining Techniques* (Doctoral dissertation, University of Nevada, Las Vegas)]. <http://dx.doi.org/10.34917/15778438>
- Guegan, D. (2017). Public blockchain versus private blockchain.
- Hafner, M., Pereira, M. H., Dietl, H., & Beccuti, J. (2023). The four types of stablecoins: A comparative analysis. *arXiv preprint arXiv:2308.07041*.
- Hallak, I. (2023). *Markets in crypto-assets (MiCA)*. E. P. R. Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/739221/EPRS_BRI\(2022\)739221_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/739221/EPRS_BRI(2022)739221_EN.pdf)
- Hallak, I., & Salén, R. (2023). *Non-EU countries' regulations on crypto-assets and their potential implications for the EU*. E. P. R. Service. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/753930/EPRS_BRI\(2023\)753930_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/753930/EPRS_BRI(2023)753930_EN.pdf)

- Hamilton, D. (2023). *Investing In PAX Gold (PAXG) – Everything You Need to Know*. Securities.io. <https://www.securities.io/investing-in-pax-gold/>
- Härdle, W. K., Harvey, C. R., & Reule, R. C. (2020). Understanding cryptocurrencies. *18*(2), 181-208. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbz033>
- Hassan, S., & Azhar, T. (2022). Current Challenges of Cryptocurrencies Faced By Governments. *Journal of Research and Reviews in Social Sciences Pakistan*, *51*, 1484-1497.
- Hayes, A. (2024). *Spot Bitcoin ETFs Explained: Everything You Need to Know*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/spot-bitcoin-etfs-8358373>
- Hedera. (2024). *10 Real-World Smart Contract Use Cases*. Hedera. <https://hedera.com/learning/smart-contracts/smart-contract-use-cases>
- Houben, R., & Snyers, A. (2020). Crypto-assets - Key developments, regulatory concerns and responses.
- Howarth, J. (2024). *75+ Incredible Cryptocurrency Statistics (2024)*. Exploding Topics. <https://explodingtopics.com/blog/cryptocurrency-stats>
- ImmuneBytes. (2022). *Top 5 use cases of Defi Smart Contract*. ImmuneBytes. <https://www.immunebytes.com/blog/top-5-use-cases-of-defi-smart-contract/>
- Jayaraj, K. (2023). *Algorithmic Stablecoins- Everything you NEED to Know!* Coin Bureau. <https://www.coinbureau.com/education/algorithmic-stablecoins/>
- Kaur, G. (2023). *3 takeaways from the European Union's MiCA regulation*. Cointelegraph. <https://cointelegraph.com/news/3-takeaways-from-the-european-union-s-mica-regulations>
- Kerr, D. S., Loveland, K. A., Smith, K. T., & Smith, L. M. (2023). Cryptocurrency Risks, Fraud Cases, and Financial Performance. *Risks*, *11*(3), 51.
- Kethineni, S., & Cao, Y. (2020). The rise in popularity of cryptocurrency and associated criminal activity. *International Criminal Justice Review*, *30*(3), 325-344. <https://doi.org/10.1177/1057567719827051>
- King, R. (2022). *MiCA: The Good, the Bad, the Ugly, and the Unknown*. Dusk Network. <https://dusk.network/news/mica-the-good-the-bad-the-ugly-and-the-unknown>
- Kirimi, A. (2022). *What is PAX Gold (PAXG) and how does it work?* Cointelegraph. <https://cointelegraph.com/news/what-is-pax-gold-paxg-and-how-does-it-work>
- Kraken. (2024). *What is a blockchain consensus mechanism?* Kraken. <https://www.kraken.com/learn/what-is-blockchain-consensus-mechanism>
- Küfeoğlu, S., & Özkuran, M. (2019). ENERGY CONSUMPTION OF BITCOIN MINING.
- LCX Team. (2023). *Role of Smart Contracts in Decentralized Finance*. LCX. <https://www.lcx.com/role-of-smart-contracts-in-decentralized-finance/>
- Leetham, A. (2022). *De Europese Centrale Bank lanceert een digitaal europa project*. CoinJournal. <https://coinjournal.net/nl/nieuws/de-europese-centrale-bank-lanceert-een-digitaal-europa-project/>
- Liew, C. (2024). *Crypto Regulations In Canada 2024: Constantly Evolving*. Wealth Awesome. <https://wealthawesome.com/crypto-regulations-in-canada/>
- Lin, S. (2023). Proof of Work vs. Proof of Stake in Cryptocurrency. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, *39*, 953-961. <https://doi.org/10.54097/hset.v39i.6683>

- Lopatto, E. (2021). *The Tether controversy, explained*. The Verge. <https://www.theverge.com/22620464/tether-backing-cryptocurrency-stablecoin>
- Majaski, C. (2023). *Cryptocurrency Security Token: Definition, Forms, and Investment*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/security-token.asp>
- Malvika. (2023). *Smart Contracts in DeFi: The Backbone of Decentralization*. Solulab. <https://www.solulab.com/smart-contracts-in-defi/>
- Marquit, M. (2024). *What You Need to Know About Crypto Pump-and-Dump Scams*. All About Cookies. <https://allaboutcookies.org/crypto-pump-and-dump-scams>
- Milmo, D. (2024). *What is bitcoin halving – and will it affect the price?* The Guardian. <https://www.theguardian.com/technology/2024/apr/19/what-is-bitcoin-halving-price>
- Milutinović, M. (2018). *Cryptocurrency. Економика-Часопис за економску теорију и праксу и друштвена питања*(1), 105-122.
- Moody, R. (2024, 2024/3//). *Worldwide crypto & NFT rug pulls and scams tracker*. Comparitech. <https://www.comparitech.com/crypto/cryptocurrency-scams/>
- Nagarajan, S. (2023). *7 Real-World NFT Use Cases That Should Be on Your Radar*. Blockworks. <https://blockworks.co/news/7-nft-use-cases>
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.
- Napolitano, E. (2024). *What is a spot bitcoin ETF, and how will its SEC approval impact investors?* CBS News. <https://www.cbsnews.com/news/bitcoin-etf-sec-approval-impact/>
- Neeti. (2024). *What is ERC20? [UPDATED]*. Blockchain Council. <https://www.blockchain-council.org/ethereum/erc20/>
- Nelson, D. (2024). *Market Manipulation May Have Hit Majority of New Ethereum Tokens in 2023: Chainalysis*. CoinDesk. <https://www.coindesk.com/business/2024/02/01/market-manipulation-may-dominate-small-corner-of-crypto-markets-chainalysis/>
- Nevil, S. (2024). *What Is Proof of Work (PoW) in Blockchain?* Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/p/proof-work.asp>
- Niewold, M. (2024). *Beleggen in bitcoin via een beursfonds: zo werkt het*. RTL Nieuws. <https://www.rtlnieuws.nl/economie/cryptocurrency/artikel/5428878/beleggen-bitcoin-etf-speculeren>
- Ordekian, M., Becker, I., & Vasek, M. (2023). *Shaping Cryptocurrency Gatekeepers with a Regulatory “Trial and Error”*. International Conference on Financial Cryptography and Data Security,
- Ozair, M. (2022). *Not All Stablecoins Are Stable: What Happened with Terra (LUNA), And Can It Happen Again?* Nasdaq. <https://www.nasdaq.com/articles/not-all-stablecoins-are-stable%3A-what-happened-with-terra-luna-and-can-it-happen-again>
- Paul, P., Aithal, P., Saavedra, R., & Ghosh, S. (2021). *Blockchain Technology and its Types—A Short Review*. *International Journal of Applied Science and Engineering (IJASE)*, 9(2), 189-200.
- Pierre E, B., Boeve, M., & Kalokyris, N. (2023). *MiCA & TFR: the two new pillars of the EU crypto-assets regulatory framework* | DLA Piper. DLA Piper. <https://www.dlapiper.com/en-gb/insights/publications/2023/06/mica-tfr-the-two-new-pillars-of-the-eu-cryptoassets-regulatory-framework>

- Pieza, J. (2021). *Mica Regulation: Costs and Missed Opportunities*. European Policy Information center. <https://www.epicenternetwork.eu/blog/mica-regulation-costs-and-missed-opportunities-3982/>
- Pixelplex. (2023a). *Best Smart Contract Use Cases Across Industries to Explore in 2024 and Beyond*. Pixelplex. <https://pixelplex.io/blog/smart-contract-use-cases/>
- Pixelplex. (2023b). *MiCA Regulation Explained: New Framework for Regulating Crypto Assets*. Pixelplex. <https://pixelplex.io/blog/mica-regulation-explained/>
- Porat, A., Pratap, A., Shah, P., & Adkar, V. (2017). Blockchain Consensus: An analysis of Proof-of-Work and its applications.
- Radonic, D. (2023). *Amazing FTX Statistics and Facts for 2022*. Bankless Times. <https://www.banklesstimes.com/ftx-statistics/>
- Read, O., & Diefenbach, C. (2022). *The Path to the EU Regulation Markets in Crypto-assets (MiCA)*. <https://hdl.handle.net/10419/266233>
- Rijksoverheid. (2023). *Europese Commissie presenteert voorstel digitale euro*. Rijksoverheid. <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2023/06/28/europese-commissie-presenteert-voorstel-digitale-euro>
- Riley, J. (2021). The current status of cryptocurrency regulation in China and its effect around the world. *China and WTO Review*, 7(1), 135-152.
- Rodeck, D., & Curry, B. (2022). What is blockchain. *Forbes Media*, Apr, 28.
- Sarmah, S. S. (2018). Understanding blockchain technology. *Computer Science and Engineering*, 8(2), 23-29.
- Schickler, J. (2023). *MiCA, EU's Comprehensive New Crypto Regulation, Explained*. CoinDesk. <https://www.coindesk.com/learn/mica-eus-comprehensive-new-crypto-regulation-explained/>
- Schwiderowski, J., Pedersen, A. B., & Beck, R. (2024). Crypto tokens and token systems. *Information Systems Frontiers*, 26(1), 319-332.
- Sehgal, H. (2023). *What are Asset-Backed Cryptocurrencies?* Solulab. <https://www.solulab.com/asset-backed-cryptocurrencies/>
- Shumba, C., & Handagama, S. (2023). *Retail Crypto Investors in Emerging Economies Hit Hardest by FTX, Terra Collapses: BIS*. CoinDesk. <https://www.coindesk.com/markets/2023/02/20/retail-crypto-investors-in-emerging-economies-hit-hardest-by-ftx-terra-collapses-bis/>
- Singer, A. (2022). *Is asymmetric information driving crypto's wild price swings?* Cointelegraph. <https://cointelegraph.com/news/is-asymmetric-information-driving-crypto-s-wild-price-swings>
- Société Générale. (2023). *MiCA: Markets in Crypto-Assets Regulation*. Société Générale. <https://www.securities-services.societegenerale.com/en/insights/views/news/mica-markets-crypto-assets-regulation/>
- Sruthy. (2024). *Different Types Of Cryptocurrency And Tokens With Examples*. Software Testing Help. <https://www.softwaretestinghelp.com/types-of-cryptocurrency/>
- Statista. (2024a). *Crypto market cap 2010-2024*. Statista.

- Statista. (2024b, 2024/1/). *Number of cryptocurrencies worldwide from 2013 to January 2024*. Statista.
- The Investopedia Team. (2024). *What Happened to OneCoin, the \$4 Billion Crypto Ponzi Scheme?* Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/o/onecoin.asp>
- Tobias, A., Dong, H., Arif, I., & Marina, M. (2023). *Crypto Needs Comprehensive Policies to Protect Economies and Investors*. IMF. <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2023/07/18/crypto-needs-comprehensive-policies-to-protect-economies-and-investors>
- Tokenminds Team. (2023). *SMART CONTRACTS AND DEFI: 4 UNFAILING USE CASES OF SMART CONTRACTS IN DECENTRALIZED FINANCE*. Token Minds. <https://tokenminds.co/blog/knowledge-base/smart-contracts-defi>
- Torpey, K. (2023). *Why FTX's Plan To Refund 90% of Recovered Assets Doesn't Add Up To 90% of Customer Losses*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/why-ftx-plan-to-refund-90-percent-of-recovered-assets-doesnt-add-up-to-90-percent-of-what-customers-lost-8362556>
- U.S. Department of Justice. (2023). *Justice Department Seizes Over \$112M in Funds Linked to Cryptocurrency Investment Schemes*. U.S. Department of Justice. <https://www.justice.gov/opa/pr/justice-department-seizes-over-112m-funds-linked-cryptocurrency-investment-schemes>
- Ünsal, E., Örnek, H. K., & Taşdemir, Ş. (2023). A Review of Hashing Algorithms in Cryptocurrency. *International Conference on Frontiers in Academic Research*, 1, 544-550.
- van der Linden, T., & Shirazi, T. (2023). Markets in crypto-assets regulation: Does it provide legal certainty and increase adoption of crypto-assets? *Financial Innovation*, 9(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40854-022-00432-8>
- van Krieken, R. (2021). *Tether smeedt \$3 miljard aan USDT in twee weken*. Crypto Insiders. <https://www.crypto-insiders.nl/nieuws/altcoin/tether-smeedt-3-miljard-aan-usdt-in-twee-weken/>
- Vujičić, D., Jagodić, D., & Randić, S. (2018). Blockchain technology, bitcoin, and Ethereum: A brief overview. 2018 17th international symposium infoteh-jahorina (infoteh),
- WEF. (2022). *Cryptocurrency regulation: where are we now, and where are we going?* World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/where-is-cryptocurrency-regulation-heading/>
- Weston, G. (2022). *10 Countries Where Cryptocurrency is legal*. 101 Blockchains. <https://101blockchains.com/cryptocurrency-legal-countries-list/>
- Zetzsche, D. A., Buckley, R. P., Arner, D. W., & van Ek, M. (2023). Remaining regulatory challenges in digital finance and crypto-assets after MiCA. *Zetzsche/Buckley/Arner/van Ek, Remaining regulatory challenges in digital finance and crypto-assets after MiCA, publication for the Committee on Economic and Monetary Affairs (ECON), Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament, Luxembourg*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4487516>
- Zhang, C., Wu, C., & Wang, X. (2020). Overview of Blockchain consensus mechanism. *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Big Data Engineering*, 7-12. <https://doi.org/10.1145/3404512.3404522>

Zhang, S., & Lee, J.-H. (2020). Analysis of the main consensus protocols of blockchain. *ICT express*, 6(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.icte.2019.08.001>