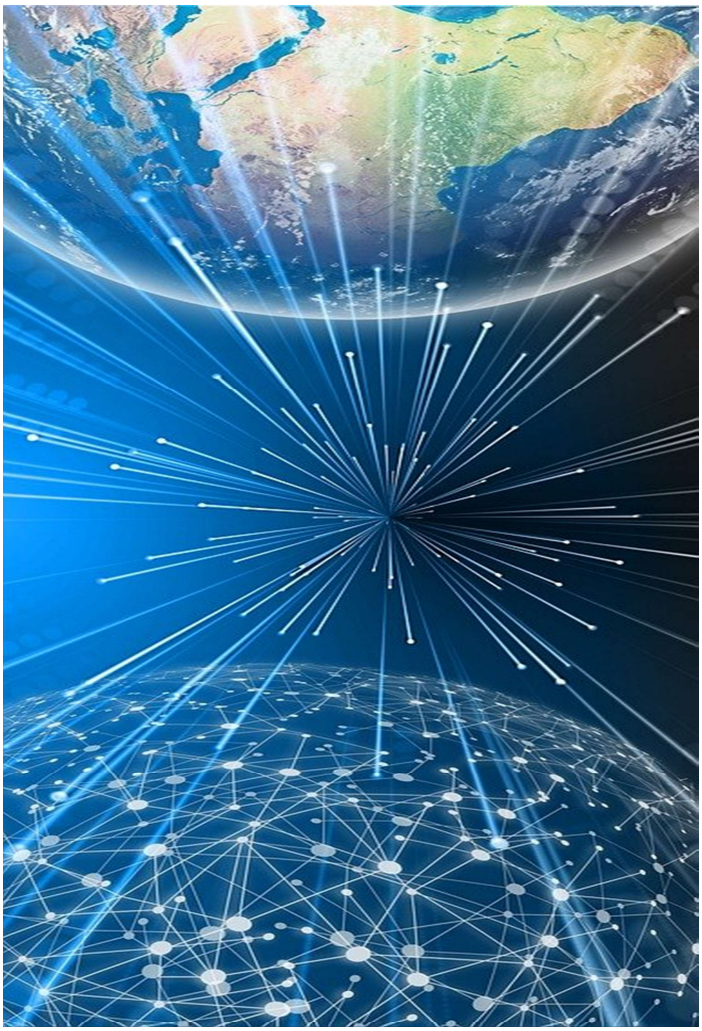


AFSTUDEERWERKSTUK

Versie 1.0

Auteur: Brittany van Duren Watak

Studentnummer: 3028241

Opleiding: AD Duurzame Bedrijfskunde

Onderwijsinstelling: Aeres Hogeschool

Datum: 6 juni 2022

Eerste begeleider: F. Braakhuis

AFSTUDEERWERKSTUK

Versie 1.0

PERSOONLIJKE GEGEVENS

Auteur: Brittany van Duren Watak

Studentnummer: 3028241

E-mailadres: brittany.vanduren@hotmail.com

Opleiding: AD Duurzame Bedrijfskunde

Onderwijsinstelling Aeres Hogeschool

Eerste begeleider: F. Braakhuis

TECHNISCHE GEGEVENS

Afstudeerwerkstuk

Inleverdatum: 6 juni 2022

Samenvatting

Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen hoe de betrouwbaarheid van informatie in refurbished smartphones kan worden verhoogd en wat de blockchain hierin kan betekenen. Hiervoor is de volgende hoofdvraag opgesteld: Hoe kan de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones worden verhoogd met behulp van de blockchain?

Om antwoord te kunnen geven op de hoofvraag is deskresearch uitgevoerd en een interview afgenomen. Er is voornamelijk gezocht naar secundaire informatie in verband met de tijdsduur van dit afstudeeronderzoek.

Uit de resultaten van de deelvragen blijkt dat het toepasbaar is om gebruik te maken van smart contracts om informatie vast te leggen op de blockchain, dat de toeleveringsketen transparant wordt doormiddel van de blockchain en dat proof-of-stake de meest energie efficiënte en kost besparende optie is als type blockchain.

De conclusie is dat de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones kan worden verhoogd als de specificaties en overige informatie van het toestel worden vastgelegd op een proof-of-stake type blockchain.

Op basis hiervan wordt aanbevolen om alle feitelijke informatie vast te leggen op de blockchain doormiddel van smart contracts, te kiezen voor het proof-of-stake type blockchain en om de informatie op de blockchain inzichtelijk te maken voor de consument doormiddel van QR-codes.

Inhoudsopgave

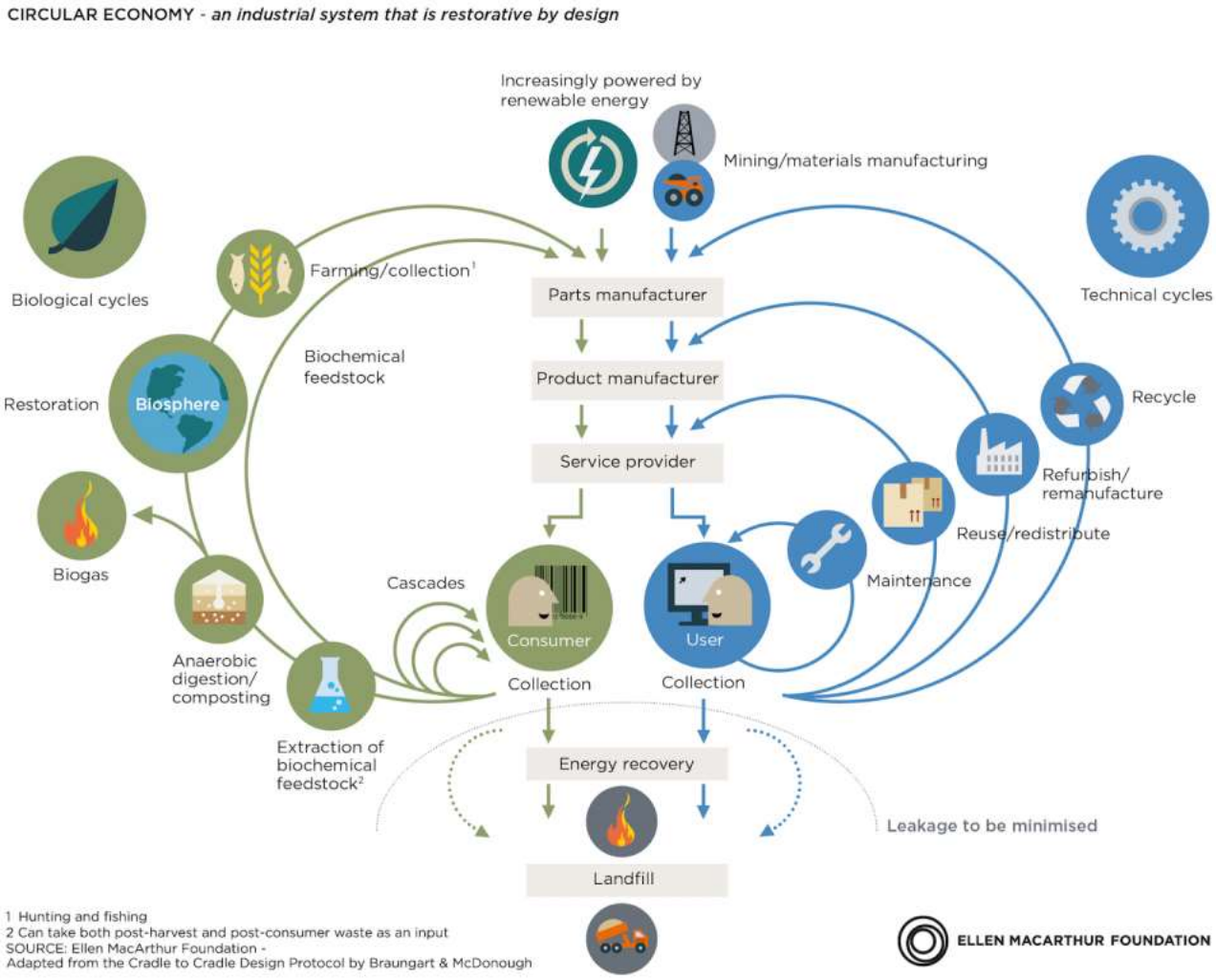
1. Inleiding

In figuur 1 is een illustratie te zien van de kringloop van technische en biologische materialen door het vlindermodel (Circular economy systems diagram, 2019). Aan de rechterkant van het vlindermodel is de technische kant te zien. Het voornaamste idee van dit afstudeerwerkstuk is om transparantie in de kringloop van de technische kant van het vlindermodel te verwerkelijken. Het vlindermodel is overkoepelend voor diverse circulariteitstrategieën. In dit rapport wordt ingezoomd op de circulariteitstrategie herstel en hergebruik van componenten, beter bekend als refurbish. Uit onderzoek van ChannelConnect blijkt dat 38% van de consumenten refurbished producten niet overweegt (Hilferink, 2020). ‘’De belangrijkste reden is dat deze groep geen vertrouwen heeft in de kwaliteit’’ (Paijmans, 2020). Bedrijven, met de kernactiviteit gericht op het verkopen van refurbished producten, zitten met het probleem dat de consument refurbished producten niet overweegt door te weinig betrouwbaarheid in de productkwaliteit. Het is in de afstudeerperiode niet mogelijk om de gehele refurbished markt te betrekken. In dit afstudeerwerkstuk wordt ingezoomd op het segment refurbished smartphones.

De betrouwbaarheid van informatie, en daarmee de kwaliteit, kan worden gegarandeerd met behulp van blockchain technologie. De blockchain is de meest recente revolutionaire ontwikkeling op technologisch gebied en heeft veel te bieden voor de samenleving. In dit rapport is onderzoek gedaan naar wat de blockchain technologie kan betekenen voor de betrouwbaarheid van informatie over refurbished smartphones.

De hoofdvraag is als volgt: ‘Hoe kan de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones worden verhoogd met behulp van de blockchain?’.

De volgende drie deelvragen zijn ondersteunend in het beantwoorden van de hoofdvraag. Deelvraag 1: Hoe wordt een blockchain gecreëerd voor een organisatie? Deelvraag 2: Hoe wordt de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de betrokkenen? En deelvraag 3: Hoe zit het met onbekende of onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik?



Figuur 1 Vlindermodel

1.1 Blockchain

In deze paragraaf wordt in het kort beschreven wat de blockchain is, hoe de blockchain ingezet kan worden en wat voor types blockchain er zijn.

Een blockchain is een gedecentraliseerde digitale database, net als iedere database kunnen gegevens worden ingevoerd, gelezen, geüpdatet en worden verwijderd.

1.1.1 Decentraal netwerk

De grote kracht van blockchaintechnologie zit in het decentrale aspect, een reguliere database zit op een centraal punt, de blockchain is verspreid over duizenden punten (nodes).

In het hypothetische scenario dat de server van een universiteit of hogeschool crasht of de data hiervan gegijzeld wordt, dan is de data niet meer toegankelijk. Door de decentralisatie is er geen single point of failure meer dat het veel betrouwbaarder maakt dan de systemen waar wij dagelijks op vertrouwen.

De nodes controleren of iedere handeling met de gegevens legitiem is, dit wordt gedaan door middel van een digitale handtekening. Deze handtekening worden door duizenden nodes gecontroleerd. Alleen als de nodes een echte handtekening ontvangen wordt de blockchain aangepast. De enige manier om een illegitieme transactie te maken is door meer dan 50% van het gehele netwerk over te nemen, dit is door de grote verspreiding niet mogelijk.

1.1.2 Types blockchain

Digitale handtekeningen kunnen worden gecontroleerd op 2 manieren, namelijk via proof-of-work of proof-of-stake.

Proof-of-work

De controle die nu het meest wordt gebruikt is proof-of-work, dit werkt doordat speciale apparatuur complexe berekeningen uitvoert en zo een transactie verifieert. Dit proces heet ‘mining’. Voor het bijdragen aan de decentralisatie van een netwerk krijgt de miner een beloning in de vorm van een digitale munt. Nadeel is dat dit door de vereiste rekenkracht ook ontzettend veel energie kost (Su, Larangeira, & Tanaka, 2021).

Proof-of-stake

In plaats van proof-of-work kan ook gebruik worden gemaakt van proof-of-stake. In plaats van het oplossen van complexe berekeningen wordt nu simpelweg alleen de echtheid van een transactie

gecontroleerd, dit zorgt ervoor dat proof-of-stake 99% zuiniger is dan proof-of-work voor hetzelfde aantal transacties (Kiayias, Russell, David, & Oliynykov, 2019).

1.2 Doelgroep

Dit rapport is geschreven voor managers van bedrijven waarbij de kernactiviteit gericht is op het refurbishen van smartphones en het verkopen hiervan. Het management beseft zich, of vermoedt, dat de verkoop beter kan en dat een betere informatievoorziening voor de consument een oplossing is. Het bedrijf stelt daarnaast een duurzaamheidsverslag op of wil circulariteit binnen de keten kunnen aantonen. Verder is het bedrijf opzoek naar een innovatieve technologische unique selling point. Het bedrijf staat ervoor open om de gehele bevoorradingsketen inzichtelijk, en daarmee transparant te maken voor alle belanghebbenden.

1.2.1 Probleem

Het probleem van de bedrijven is dat zij geen optimale transparantie in productinformatie hebben. De bedrijven zijn opzoek naar een oplossing waarmee dit behaald kan worden.

1.3 Hoofdvraag

Hoe kan de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones worden verhoogd met behulp van de blockchain?

1.3.1 Deelvragen

Deelvraag 1: Hoe wordt een blockchain gecreëerd voor een organisatie?

Deelvraag 2: Hoe wordt de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de betrokkenen?
Transparantie in productinformatie leidt tot een hogere betrouwbaarheid en vertrouwen in de productkwaliteit en de productinformatie (Kline, 2016).

Deelvraag 3: Hoe zit het met onbekende of onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik?
Het is belangrijk dat de methode waarmee transparantie in productinformatie wordt behaald uitgevoerd wordt op een manier met een lage koolstofvoetafdruk. Een methode met een hoge koolstofvoetafdruk kan leiden tot imagoschade.

2. Aanpak

Onderstaand is te zien welke zoektermen, documenten en links er als startpunt voor het zoekproces zijn geraadpleegd voor het verkrijgen van antwoord op de deelvragen. In de bibliografie zijn alle documenten en links te vinden die zijn gebruikt voor het verkrijgen van informatie. Er is voor het afstudeeronderzoek een interview afgenomen met Maurice van Schoonderwoerd, specialist in blockchain innovaties (Bijlage 1).

Deelvraag 1: Hoe wordt een blockchain gecreëerd voor een organisatie?

Zoekterm	**Link**	**Document naam**	**Document type**
How to use smart contracts on block chain	https://ethereum.org/en/developers/docs/smart-contracts/	'introduction to smart contracts'	HTML
What is a smart contract	https://docs.cardano.org/en/latest/explainers/cardano-explainers/smart-contract-exp.html	What is a smart contract?	HTML
Cryptocurrencies smart contract	https://vasiliosfilip.medium.com/comparing-5-top-smartcontract-cryptocurrencies-algorand-cardano-cosmos-ethereum-tezos-94802b90528a	Comparing 5 Top Smartcontract Cryptocurrencies	HTML

Deelvraag 2: Hoe wordt de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de betrokkenen?

Zoekterm	**Link**	**Document naam**	**Document type**
Chainlink oracle network papers	https://link.smartcontract.com/whitepaper	'ChainLink a Decentralized Oracle Network'	PDF
How to explore the blockchain?	https://coinmarketcap.com/guides/blockexplorer	Learn how to effectively use our block explorer.	HTML

Deelvraag 3: Hoe zit het met onbekende of onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik?

Zoekterm	**Link**	**Document naam**	**Document type**
Advantage of Proof-of-Stake	https://docs.cardano.org/en/latest/explainers/cardano-explainers/Proof-of-Stake.html	Proof-of-Stake	HTML
How much energy does the blockchain use	https://www.bbc.com/news/science-environment-56215787	How Bitcoin's vast energy use could burst its bubble	HTML
Energy consumption proof of stake vs proof of work	https://medium.com/tqtezos/proof-of-work-vs-proof-of-stake-the-ecological-footprint	Proof of Work vs. Proof of Stake: The Ecological Footprint	HTML

2.1 Eindproduct

De verwachting was dat uit het onderzoek zal blijken dat de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones kan worden verhoogd met behulp van de blockchain. Om specifieker te zijn, de verwachting was dat de beste methode om dit te bereiken via de blockchain type proof-of-stake zal gaan. Dit werd verwacht omdat proof-of-stake aanzienlijk minder rekenkracht nodig heeft om informatie te verifiëren en daarmee energiezuiniger is dan proof-of-work. Daarnaast heeft proof-of-work hoge transactiekosten door de rekenkracht en de tijd dat nodig is om te verifiëren. Verder was de verwachting dat bedrijven na het lezen van dit rapport informatie hebben over hoe de blockchain kan worden toegepast voor het bedrijf, hoe de informatie inzichtelijk wordt gemaakt voor betrokkenen en geïnteresseerden en dat zij informatie hebben over de onvoorziene milieuvraagstukken (denk hierbij aan energiegebruik).

Het verwachtte resultaat voor de doelgroep was dat de doelgroep nu weet hoe blockchain kan bijdragen in een verhoogde betrouwbaarheid van productinformatie in refurbished smartphones en welke type blockchain hiervoor ingezet kan worden.

2.2 Planning

Onderstaand is mijn persoonlijke planning te zien, in combinatie met de coaching uren, voor het maken van het afstudeerwerkstuk.

Weeknummer	**Actie**	**Coaching**
Week 7 17 februari 2022 19 maart 2022	Beoordeling eerste beoordelaar inzien; - Coaching - Onderzoeken en beantwoorden deelvraag 1	1 maal coaching
Week 9 3 maart 2022 5 maart 2022	- Coaching - Onderzoeken en beantwoorden deelvraag 2 Hoe wordt de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de betrokkenen?	1 maal coaching
Week 10 10 maart 2022 11 maart 2022 Week 11 14 maart 2022	- Coaching - Onderzoeken en beantwoorden deelvraag 2 Hoe wordt de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de betrokkenen? - Hoofdstuk 4 formuleren (eigen visie op de aanpak en de verkregen resultaten)	1 maal coaching

	- Coaching (afstudeeronderzoek doornemen)	
Week 12 24 maart 2022 Week 20 19 mei 2022 Week 21 27 mei 2022 Week 22 2 juni 2022	- Coaching - Onderzoeken en beantwoorden deelvraag 3 Hoe zit het met onbekende of onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik? - Hoofdstuk 5 formuleren (conclusie en aanbevelingen) - Hoofstuk 1, 2, 3, 4, 5 aanleveren voor goedkeuring - Gereed maken van document voor definitieve inzending.	1 maal coaching
Week 23 6 juni 2022	- Inleveren afstudeerwerkstuk; *Uiterste inleverdatum afstudeerwerkstuk is 7 juni 2022 voor 13:00*	

3. Resultaten

Onderstaand zijn de resultaten van de volgende deelvragen uitgeschreven. Deelvraag 1: Hoe wordt een blockchain gecreëerd voor een organisatie? Deelvraag 2: Hoe wordt de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de betrokkenen? En deelvraag 3: Hoe zit het met onbekende of onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik? De drie voorgaande deelvragen zijn ondersteunend voor de hoofdvraag: 'Hoe kan de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones worden verhoogd met behulp van de blockchain?'.

3.1 Deelvraag 1: Hoe wordt een blockchain gecreëerd voor een organisatie?

Onderstaand is antwoord gegeven op deelvraag 1: Hoe wordt een blockchain gecreëerd voor een organisatie? Alvorens er antwoord kan worden gegeven op deze vraag, is het van belang om vast te stellen welke informatie de consument belangrijk vindt om te weten over de refurbished smartphone.

3.1.1 Welke informatie over de refurbished smartphone moet worden vastgelegd?

Onderstaand worden specificaties vermeld die essentieel zijn voor de consument om te bepalen wat het juiste toestel is om aan te schaffen.

Specificaties toestel

- Merk
- Type toestel
- Afmetingen
- Gewicht
- Display
- Resolutie
- Pixeldichtheid
- Werkgeheugen
- Opslagcapaciteit
- Chip uitvoering
- Camera uitvoering
- Besturingssysteem
- Omgevingsvereisten

3.1.2 Overige informatie toestel

Onderstaand staan extra vragen beschreven waarvan wordt verwacht dat de organisatie daar informatie over kan verschaffen. Het is belangrijk dat de informatie makkelijk toegankelijk en transparant is om de betrouwbaarheid van de productinformatie te verhogen.

- Hoe oud is het toestel?
- Wat is de batterijcapaciteit op dit moment in vergelijking met de nieuwstaat?
- Worden er nog updates ontvangen?
- Zijn de onderdelen origineel?
- Voldoen de onderdelen aan de kwaliteitsnormen?
- Waar zijn de onderdelen geproduceerd?
- Hoe vaak het toestel is gerepareerd?
- Wat is de samenstelling van het toestel?
- Uit welke fabriek/toestellen komen de onderdelen?

3.1.3 Hoe wordt deze informatie zodanig vastgelegd dat het niet gewijzigd kan worden?

Een blockchain is erg ambitieus om op te zetten voor een organisatie op zich. Je hebt namelijk een netwerk aan controleurs nodig dat opgezet moet worden. Dat is niet realistisch voor de schaal van 1 bedrijf. Als oplossing kan er gebruik worden gemaakt van een al bestaande blockchain. Dit kan door smart contracts in te zetten. Smart contracts zijn toepassingen die worden uitgevoerd op gedecentraliseerde infrastructuur, zoals een blockchain. Ze zijn fraudebestendig, in die zin dat geen enkele partij (zelfs de maker niet) hun code kan wijzigen of zich kan bemoeien met de uitvoering ervan. Smart contracts bieden uitvoeringsgaranties die alle partijen binden aan een overeenkomst. Het is een nieuw en krachtig type van vertrouwensrelatie die niet afhankelijk is van het vertrouwen in één enkele partij (Breidenbach, et al., 2019).

Een smart contract is een overeenkomst tussen twee partijen in de vorm van computercode. Doordat smart contracts zijn opgeslagen op een blockchain erven ze een aantal interessante eigenschappen. Ze zijn onveranderlijk en ze zijn gedistribueerd. Deze twee eigenschappen zorgen ervoor dat niemand de code van het contract kan aanpassen en dat de output van het contract gevalideerd wordt door iedereen op het netwerk. De transacties die binnen een smart contract plaatsvinden, worden verwerkt door de blockchain, wat betekent dat ze automatisch kunnen worden verstuurd zonder een derde partij (What are Smart Contracts, 2018).

3.2 Deelvraag 2: Hoe wordt informatie op de blockchain inzichtelijk gemaakt voor de betrokkenen?

Onderstaand is antwoord gegeven op deelvraag 2: Hoe wordt informatie op de blockchain inzichtelijk gemaakt voor de betrokkenen? Alvorens er antwoord kan worden gegeven op deze vraag, is het van belang erachter te komen waarom het belangrijk is dat de informatie inzichtelijk wordt gemaakt. Om vervolgens toe te werken naar hoe de informatie op de blockchain inzichtelijk kan worden gemaakt voor de betrokkenen.

3.2.1 Blockchain als bewijskracht

Hoewel er vooral wordt beschreven hoe de toeleveringsketen transparant wordt van begin tot eind, is deze informatie ook te gebruiken om in te zien hoe vaak, wanneer en met welke onderdelen de smartphone is refurbished tot de staat waarin deze nu is. Er wordt gekeken naar het proces van eind tot begin. Dit zorgt ervoor dat de eindgebruiker precies weet welke onderdelen van de smartphone van waar afkomstig zijn. De transparantie in deze feiten zorgt ervoor dat de kwaliteit wordt verzekerd, een aantoonbare verklaring wordt gegeven voor de opbouw van de prijs en vertrouwen wordt gecreëerd dat de onderdelen en de smartphone in zijn algeheel van goede en legitieme kwaliteit is.

Blockchain zorgt voor meer transparantie in de details van de herkomst van consumptiegoederen. Daarnaast verbetert blockchain ook de nauwkeurigheid bij het traceren van goederen gedurende hun hele traject in de toeleveringsketen. De toepassingen van blockchain in het beheer van de toeleveringsketen zouden, zelfs in de bestaande technologisch geavanceerde wereld, bijdragen tot een betere efficiëntie. Tegelijkertijd zou blockchain ook kunnen helpen bij het waarborgen van het tegen gaan van uitbuitingsgedrag.

3.2.2 Het plaatsen van informatie op de blockchain

Elke keer als er onderdelen binnen komen of als er onderdelen vervangen worden kan hier een online notitie van worden gemaakt doormiddel van het scannen van het onderdeel. Deze informatie wordt gelijk geüpload op de blockchain zodra deze handeling is voltooid. Hetzelfde geldt voor orders die worden verzonden vanuit andere partijen. De partij die de order verzendt koppelt een unieke code aan de zending, elke stap die de zending ondergaat wordt automatisch als data opgeslagen in een block op de blockchain zodra de unieke code van de zending wordt gescand. Het order gedeelte van een zending dat van uit een andere partij moet komen lijkt zeer erg op de manier waarop pakketten worden getraceerd die (online) zijn aangeschaft en geleverd worden met bijvoorbeeld DHL of PostNL. Het enige wat nodig is is een unieke code per individueel onderdeel, of een unieke code voor de gehele batch als alle onderdelen over dezelfde serienummer beschikken. Elke aanpassing aan een refurbished

smartphone creëert een string van nieuwe codes dat voortbouwt op de eerste code die is gecreëerd op het moment dat de smartphone onbewerkt bij de organisatie binnen is gekomen. Het is dus mogelijk om in de geschiedenis van de code te kijken om alle informatie en elke aanpassing van de refurbished smartphone in te zien.

3.2.3 Hoe wordt informatie op de blockchain inzichtelijk gemaakt voor de betrokkenen?

Volgens geïnterviewde Maurice van Schoonderwoerd (Bijlage 1) wordt de informatie inzichtelijk via een block explorer. Zodra de betrokkene toegang wil tot de informatie hoeft de betrokkene alleen maar de unieke hash in te voeren om alle data van de smartphone en de onderdelen in te zien. Een hash is de unieke code die aan een onderdeel, batch of toestel wordt gekoppeld. De onderneming kan het nog makkelijker maken voor de betrokkene door bijvoorbeeld een link bij de beschrijving van de refurbished smartphone toe te voegen of door een QR-code bij de aanschaf van de smartphone te verzenden.

QR-codes zijn makkelijk, snel en gratis te creëren op diverse websites als: gratisqrcode.nl, nl.qr-code-generator.com, qrcode-monkey.com en qrcodetotaal.nl. QR-codes zijn gebruiksvriendelijk voor de consument. De consument scant enkel de QR-code via de camera van een elektronisch toestel dat verbinding heeft met het internet, waarna de consument vervolgens wordt doorgestuurd naar de unieke code van de block explorer waar de refurbished smartphone aan gekoppeld staat. Voor consumenten zonder toegang tot een camera op een elektronisch toestel is het mogelijk om de unieke URL-link van de QR-code in te voeren op het web (Klijnsma, 2021).

3.3 Deelvraag 3: Hoe zit het met onbekende of onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik?

Onderstaand is antwoord gegeven op deelvraag 3: Hoe zit het met de onderschatte milieuvraagstukken, zoals het energieverbruik? In deze deelvraag wordt gekeken naar proof-of-work en proof-of-stake.

3.3.1 Energieverbruik proof-of-work

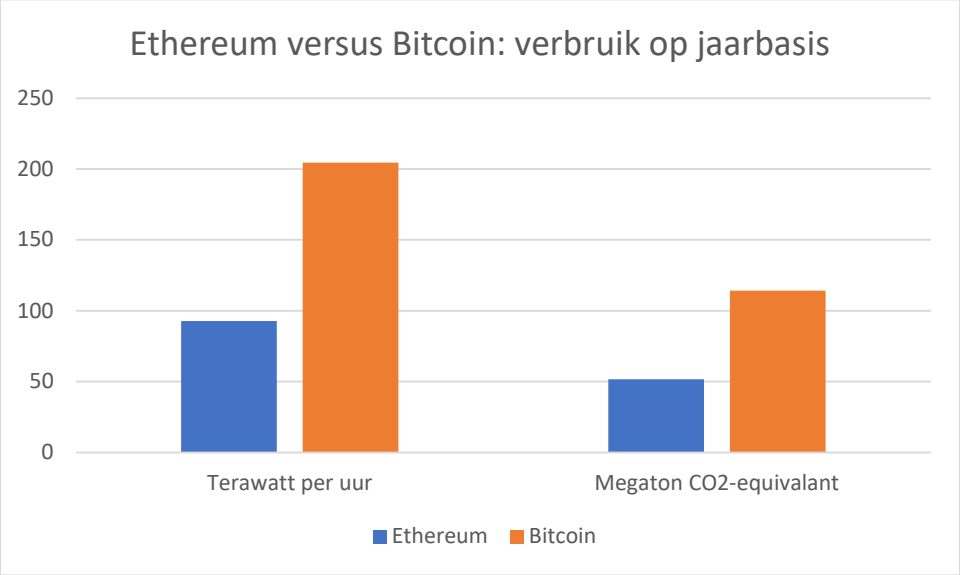
Proof-of-work is zeer goed en effectief in het beveiligen en verifiëren van het decentrale netwerk (blockchain). Maar het heeft enkele nadelige aspecten. Proof-of-work werkt doordat individuele personen speciale apparatuur in bezit hebben om deze complexe berekeningen uit te laten voeren en zo een transactie te verifiëren. Al deze personen strijden tegen elkaar om als eerste de complexe berekening compleet te hebben. Door deze strijd proberen deze individuen hun kansen op succes te vergroten door frequent te investeren in krachtige apparatuur. Dit resulteert in een hoog energieverbruik, koolstofvoetafdruk en veel e-waste (Ethereum energy consumption, 2022).

Hoewel proof-of-work erg veel energie verbruikt is het belangrijk om te vermelden dat het energieverbruik niet persé gelijk staat aan de koolstofvoetafdruk. Door het decentraal netwerk is het niet goed te bepalen waar de 'miners' vandaan komen of in welke regio van een land zij zich bevinden. Daarnaast is het niet bekend wat het percentage is dat gebruik maakt van hernieuwbare energiebronnen of rest energie. Verder geldt in de meeste gevallen dat het upgraden van apparatuur gepaard gaat met een lager energieverbruik, doordat nieuwe apparatuur steeds energiezuiniger en energie efficiënter de taken kan uitvoeren.

Over de wereld zijn diverse crypto datacentra opgezet. Dit zijn centra waar individuen een minimumaantal aan units plaatsen zodat zij voor een goedkope prijs in combinatie met een duurzamer alternatief de transacties op de blockchain kunnen verifiëren. Deze datacentra gebruiken hydro-elektrische energie, energie opgewekt uit waterkracht, in plaats van energie opgewekt door kolencentrales (Handagama, 2022).

De volgende informatie is gebaseerd op een schatting. Dit heeft als reden dat het niet bekend is vanuit welk land en welke provincie de blockchain wordt geverifieerd. Het proof-of-work protocol van Ethereum verbruikt op jaarbasis 92.69 terawatt per uur en heeft een geschatte koolstof voetafdruk van 51.7 megaton CO2-equivalent (Ethereum Energy Consumption Index, sd). Het proof-of work protocol van Bitcoin verbruikt op jaarbasis 204.50 terawatt per uur en heeft een geschatte koolstof voetafdruk van 114.06 megaton CO2-equivalent (Bitcoin Energy Consumption Index, sd).

Figuur 2
Ethereum versus Bitcoin: verbruik op jaarbasis



Figuur 2 laat de verhouding van het verbruik van de proof-of-work systemen Ethereum en Bitcoin op jaarbasis zien. Het is belangrijk om deze informatie visueel te weergeven omdat op deze manier zichtbaar is hoe groot het verschil in verbruik is tussen de twee proof-of-work systemen Ethereum en Bitcoin.

3.3.2 Energieverbruik proof-of-stake

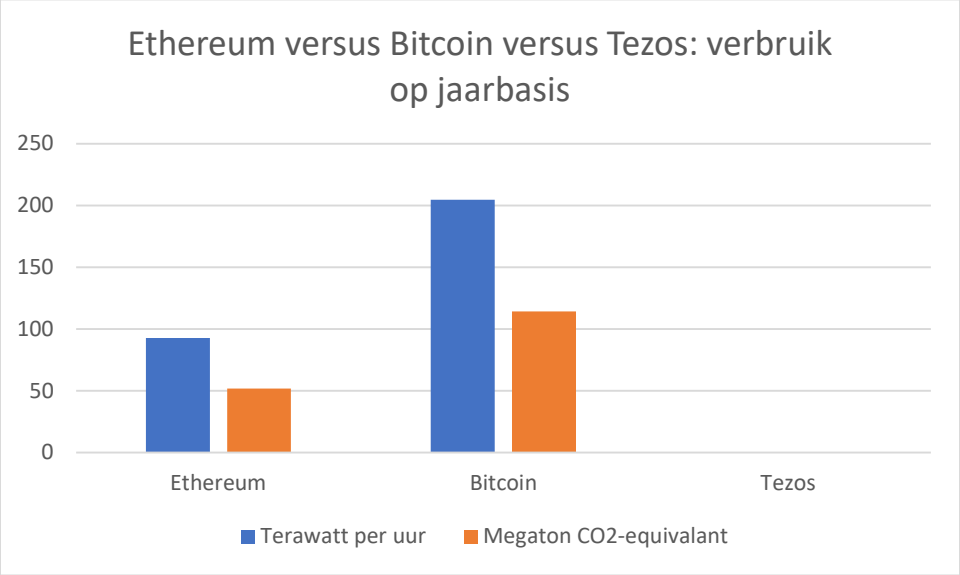
Het basisidee van proof-of-stake is dat het verificatieproces van proof-of-work verspilling is. Proof-of-work werkt doordat individuele personen speciale apparatuur in bezit hebben om deze complexe berekeningen uit te laten voeren en zo een transactie te verifiëren. In plaats daarvan gebruikt proof-of-stake een verkiezingsproces waarbij 1 node willekeurig gekozen wordt om het volgende blok te valideren. Een node is een computer dat verbonden is met een cryptovaluta-netwerk en die bepaalde functies kan uitvoeren, zoals het creëren, ontvangen of verzenden van informatie.

Proof-of-stake heeft geen ‘miners’ maar 'validators'. Validators worden niet volledig willekeurig gekozen. Om een validator te worden, moet een node een bepaald bedrag aan munten in het netwerk storten als inzet. Je kunt dit zien als een veiligheidsstorting. De grootte van de inzet bepaalt de kans dat een validator wordt gekozen om het volgende blok te creëren. Als een node wordt gekozen om het volgende blok te valideren, zal deze controleren of alle transacties in het blok inderdaad geldig zijn. Als alles klopt, tekent de node het blok af en voegt het toe aan de blockchain. Als beloning ontvangt de node de vergoedingen die bij elke transactie horen.

Omdat de basis van proof of stake geen extra energie nodig heeft om de betrouwbaarheid aan te tonen, is het veel energiezuiniger. Anders dan bij proof of work, waar gespecialiseerde computerapparatuur zoals high-end grafische kaarten nodig zijn, kan het proof of stake protocol vanaf een laptop gedraaid worden. De nodes zijn virtuele ruimtes, geen fysieke apparatuur. Als gevolg hiervan is de drempel om deel te nemen aan het "mining" proces veel lager, wat betekent dat meer mensen kunnen deelnemen aan het proces. En aangezien een kernprincipe van cryptovaluta decentralisatie is, helpt het feit dat meer mensen deelnemen aan het beveiligen van de blockchain om het hele systeem te beveiligen. Het hele proces gebruikt marginaal meer energie dan een computer zou doen als deze gewoon aan staat.

Voor de energie uitstoot wordt het proof-of-stake netwerk Tezos als voorbeeld gebruikt. Tezos is een zelfaanpassende proof-of-stake blockchain, die veel van dezelfde kenmerken heeft als Ethereum. Er is geen manier om erachter komen hoeveel energie er precies wordt verbruikt door validators in het proof-of-stake systeem van Tezos. Tezos is een gedecentraliseerd netwerk waardoor er geen mogelijkheid is om het stroomverbruik van elke afzonderlijke computer in het netwerk te meten. Wel is het mogelijk om een schatting te maken aan het vermogen dat wordt gebruikt door machines die deelnemen aan het netwerk. Tezos telt 404 validators (Tezos Bakers, sd). Een Raspberry Pi 4B of CM4 met ongeveer 8 GB RAM is een redelijk minimum voor een validator. De Raspberry Pi wordt in een dergelijke configuratie verkocht voor aanzienlijk minder dan $100. Uit metingen blijkt dat de gemiddelde continue stroomopname van een dergelijke machine, wanneer deze als validator wordt gebruikt, ongeveer 3 watt is. Als alle validators soortgelijke apparatuur zouden gebruiken, wordt er een verbruik verwacht van 1212 watt per uur voor de hele reeks validators. Vermenigvuldig dit met 8760 uur per jaar, en de uitkomst is 10,6 megawatt per jaar (Proof of Work vs. Proof of Stake: the Ecological Footprint, 2021).

Figuur 3
Ethereum versus Bitcoin versus Tezos: verbruik op jaarbasis



Figuur 3 laat de verhouding van het verbruik van de proof-of-work systemen Ethereum en Bitcoin, en het proof-of-stake systeem Tezos op jaarbasis zien. Het is belangrijk om deze informatie visueel te weergeven omdat op deze manier zichtbaar is hoe groot het verschil in verbruik is tussen de proof-of-work systemen Ethereum en Bitcoin, en het proof-of-stake systeem Tezos.

3.4 Discussie

De verwachting was dat uit het onderzoek zal blijken dat de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones kan worden verhoogd met behulp van het blockchain type proof-of-stake. De resultaten van het onderzoek komen overeen met wat werd verwacht. Dit is behaald door het beantwoorden van de deelvragen en het samenbrengen van de resultaten voor het beantwoorden van de hoofdvraag. Het verwachtte resultaat voor de doelgroep was dat de doelgroep nu weet hoe blockchain kan bijdragen in een verhoogde betrouwbaarheid van productinformatie in refurbished smartphones en welke type blockchain hiervoor ingezet kan worden. Zonder feedback van de doelgroep is hier geen goede beoordeling over te geven. De verwachting is dat hoofdstuk 2 en 3 zodanig geformuleerd zijn dat de doelgroep na het lezen van dit afstudeerwerkstuk weet hoe de blockchain kan bijdragen in een verhoogde betrouwbaarheid van productinformatie in refurbished smartphones en welke type blockchain hiervoor ingezet kan worden.

4. Conclusie en aanbevelingen

In dit afstudeerwerkstuk is gezocht naar antwoord op de hoofdvraag: ‘Hoe kan de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones worden verhoogd met behulp van de blockchain?’.

4.1 Conclusie

Uit dit onderzoek is gebleken dat de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones kan worden verhoogd als de specificaties en overige informatie over het toestel worden vastgelegd op een proof-of-stake type blockchain. De betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones wordt hiermee verhoogd omdat de toeleveringsketen met het toepassen van de blockchain transparant wordt van begin tot eind. Dit zorgt ervoor dat de consument precies weet welke onderdelen in de refurbished smartphone zitten en waar deze onderdelen vandaan komen. Allerlaatst kan de consument vertrouwen in de informatie dat op de blockchain is vastgelegd. De proof-of-stake type blockchain is vrijwel geheel fraudebestendig omdat niemand de informatie nog kan wijzigen na publicatie.

4.2 Aanbeveling

Op basis van het uitgevoerde onderzoek worden de volgende aanbevelingen aangeraden.

Kies voor een proof-of-stake type blockchain.

Uit het onderzoek is gebleken dat proof-of-stake veel meer energie efficiënt is, en dat de uitvoerbaarheid van proof-of-stake goedkoper is dan dat van proof-of-work. Proof-of-stake is de duurzame en kost efficiënte optie in vergelijking met proof-of-work.

Leg alle feitelijke informatie vast op de blockchain doormiddel van smart contracts.

Uit het onderzoek is gebleken dat smart contracts fraudebestendig zijn en dat het vastleggen van informatie laagdrempelig is. De informatie betreffend een specifieke refurbished smartphone kan makkelijk inzichtelijk worden gemaakt en gedeeld worden met de consument.

Maak de informatie op de blockchain inzichtelijk voor de consument doormiddel van QR-codes.

Uit onderzoek blijkt dat QR-codes snel, makkelijk en gratis kunnen worden gecreëerd. De gebruiksvriendelijkheid van de QR-code voor de consument is hoog en de QR-code is bruikbaar voor zowel consumenten met of zonder toegang tot een camera op een elektronisch toestel.

5. Reflectie

Tijdens de training duurzame ontwikkeling, in het eerste jaar van de studie duurzame bedrijfskunde AD, leerde ik voor het eerst over het vlindermodel van de Ellen Macarthur Foundation. Het vlindermodel is sinds het eerste studiejaar tot op het formuleren van de hoofdvraag voor het afstudeerwerkstuk altijd bij mij blijven hangen, wat ervoor heeft gezorgd dat het afstudeerwerkstuk is afgeleid van het vlindermodel. Ik heb in de periode februari 2021 tot mei 2021 gewerkt aan het vooronderzoek, bestaande uit hoofdstuk 1 en 2. En ik heb in de periode maart 2022 tot en met juni 2022 gewerkt aan de onderzoeksfase en de afronding van het afstudeerwerkstuk, bestaande uit hoofdstuk 3, 4 en 5. Tijdens deze periodes heb ik ondersteuning gehad, door middel van coaching, van Frank Braakhuis.

Mijn rol binnen het afstudeerwerkstuk was om deskresearch uit te voeren, veel informatie te trechteren, een grens te stellen aan de breedte van het onderzoek, het onderzoek uit te voeren en om deze informatie en resultaten te verwerken in het afstudeerwerkstuk. Mijn verwachting was dat ik 56 uur in totaal bezig met het vooronderzoek en 84 uur bezig ben met het afronden van het afstudeerwerkstuk. Verder verwacht ik dat het dat het afstudeerwerkstuk laat zien dat ik de competenties methodisch handelen, samenwerken, communiceren, probleemoplossend vermogen en lerend vermogen voldoende bezit.

In juni 2021 had het afstudeerwerkstuk ingeleverd moeten zijn. Dit is mij niet gelukt doordat ik naast het afstudeerwerkstuk nog andere vakken heb moeten herkansen. Afstuderen in juli 2021 zat er voor mij helaas niet in. Dit heeft mij doen besluiten om het inleveren van het afstudeerwerkstuk uit te stellen tot 2022. Dit heeft ervoor gezorgd dat ik enig tijd uit het ritme en vervreemd was met het uitvoeren van het afstudeeronderzoek. De oplossing hiervoor was het inplannen van wekelijkse online coaching gesprekken met afstudeerbegeleider Frank Braakhuis, voor een periode van 4 weken. Tegelijkertijd liep ik vast met het beantwoorden van de deelvragen. Hoe meer onderzoek ik verrichte hoe breder de deelvragen leken te worden. Dit heb ik opgelost door te trechteren en een grens te stellen aan hoe veel informatie er verwerkt en geschreven wordt per deelvraag. Ik merkte dat hoe breder de deelvragen begonnen te worden, hoe meer ik de hoofdvraag uit het oog verloor.

Uiteindelijk heb ik besloten om de focus te houden op de deelvraag die ik aan het onderzoeken ben, en ook alleen maar te kijken naar die deelvraag, zonder telkens na te denken over hoe dit aan sluit bij de hoofdvraag. Dit besluit heeft ervoor gezorgd dat ik de deelvragen objectief heb kunnen beantwoorden

zonder mij druk te maken over dat het antwoord op de deelvraag wellicht helemaal niet aansluit bij de hoofdvraag.

Nu ik klaar ben met het schrijven van het afstudeerwerkstuk is voor mij gebleken dat ik langer bezig ben geweest met het afstudeerwerkstuk dan verwacht. Dit komt met name door dat ik voor een langere tijd ben gestopt met het schrijven van het afstudeerwerkstuk. Daarnaast had ik moeite met het uitvoeren van het onderzoek omdat ik steeds te veel informatie dreigde te betrekken bij de deelvragen waardoor ik het overzicht kwijtraakte. Ondanks dat de weg naar het afronden van het afstudeerwerkstuk niet helemaal soepel is verlopen ben ik trots op het resultaat. Ik vind dat de omvang en de inhoud kwalitatief antwoord geeft op de hoofdvraag, terwijl de deelvragen aantonen hoe ik tot het antwoord ben gekomen. Verder heb ik veel meer geleerd over blockchain en hoe de betrouwbaarheid van productinformatie kan worden verhoogd dan dat ik van tevoren had verwacht. Daarnaast heb ik geleerd om grenzen te stellen aan de omvang van het onderzoek en heb ik geleerd te herkennen wanneer ik dreig aftedwalen van de deelvragen. In de toekomst zal ik het afstudeerwerkstuk of scriptie inleveren op de eerst mogelijke datum om zo niet uit routine te raken en vervreemd te raken van mijn eigen onderzoek.

Bibliografie

Bitcoin Energy Consumption Index. (sd). Opgeroepen op 10 maart 2022, van Digiconomist: https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption

Breidenbach, L., Coventry, A., Miller , A., Nazarov, S., Cachin, C., Ellis , S., . . . Magauran, B. (2019, April 15). *Chainlink 2.0: Next Steps in the Evolution of Decentralized Oracle Networks.* Chainlink. Opgeroepen op 27 februari 2022, van https://research.chain.link/whitepaper-v2.pdf

Ethereum energy consumption. (2022, Januari 27). Opgeroepen op 10 maart 2022, van Ethereum: https://ethereum.org/en/energy-consumption/#fn-1

Ethereum Energy Consumption Index. (sd). Opgeroepen op 3 maart 2022, van Digiconomist: https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption

Handagama, S. (2022, Maart 25). *How Northern*. Opgeroepen op 27 maart 2022, van How Northern Italian Hydropower Producers Became Bitcoin Miners: https://www.coindesk.com/layer2/miningweek/2022/03/25/how-northern-italian-hydropower-producers-became-bitcoin-miners/

Hilferink, P. (2020, februari 20). *Consumentenvertrouwen in refurbished stijgt, maar velen sluiten het nog volledig uit*. Opgeroepen op 9 maart 2021, van ChannelConnect: https://www.channelconnect.nl/ict-algemeen/consumentenvertrouwen-in-refurbished-stijgt-maar-velen-sluiten-het-nog-volledig-uit/

Kiayias, A., Russell, A., David, B., & Oliynykov, R. (2019, Juli 20). *A Provably Secure Proof-of-Stake Blockchain Protocol*. Opgeroepen op 11 maart 2021, van Cardano: https://eprint.iacr.org/2016/889.pdf

Klijnsma, K. (2021, September 24). *QR-codes maken doe je zelf*. Opgeroepen op 24 mei 2022, van KVK: https://www.kvk.nl/advies-en-informatie/innovatie/digitaal-ondernemen/qr-codes-maken-doe-je-zelf/

Kline, K. (2016, september 7). *Here's How Important Brand Transparency Is for Your Business*. Opgeroepen op 10 mei 2022, van Inc.: https://www.inc.com/kenny-kline/new-study-reveals-just-how-important-brand-transparency-really-is.html

Korz, M. (sd). *Vier redenen waarom blockchain de toekomst gaat veranderen*. Opgeroepen op 7 mei 2021, van Rabobank: https://www.rabobank.nl/bedrijven/groei/marktontwikkeling/vier-voordelen-van-blockchain

Macarthur, E. (2019). Vlindermodel. *The Circulair Economy System Diagram [digitale afbeelding]*. Opgeroepen op 14 april 2021, van Ellen Macarthur Foundation https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram

Paijmans, L. (2020, februari 20). *Onderzoek: Consumentenvertrouwen in refurbished stijgt en 6 andere conclusies*. Opgeroepen op 7 mei 2021, Phoned: https://www.iphoned.nl/nieuws/refurbished-barometer-2020/

Proof of Work vs. Proof of Stake: the Ecological Footprint. (2021, Maart 16). Opgeroepen op 22 mei 2022, van Medium: https://medium.com/tqtezos/proof-of-work-vs-proof-of-stake-the-ecological-footprint-c58029faee44

Su, X., Larangeira, M., & Tanaka, K. (2021, Mei). *How to Prove Work: With Time or Memory (Extended Abstract)*. Opgeroepen op 19 mei 2022 van Input Output IOHK: https://iohk.io/en/research/library/papers/how-to-prove-workwith-time-or-memoryextended-abstract/

Tezos Bakers. (sd). Opgeroepen op 22 mei 2022, van TzKT: https://tzkt.io/bakers/all

What are Smart Contracts. (2018, April 20). Opgeroepen op 20 mei 2022, van Medium: https://is.gd/eKTwj2

Bijlagen

Bijlage 1

Geïnterviewde: Maurice van Schoonderwoerd (M)

Interviewer: Brittany van Duren Watak (I)

Datum: 2 mei 2022 om 14:00

Locatie: Utrechtsestraat 9, 1017 CV Amsterdam

Transcript interview met Maurice van Schoonderwoerd (Specialist in Blockchain Innovaties)

I: Ik ben bezig met het onderzoeken van de volgende hoofdvraag: 'Hoe kan de betrouwbaarheid van de productinformatie in refurbished smartphones worden verhoogd met behulp van de blockchain?'. Het gaat specifiek om de refurbished smartphone markt. Ik heb een generiek idee wat het antwoord op deze vraag zou kunnen zijn. De verwachting is dat door middel van het implementeren van de blockchain type proof-of-stake, de supply chain makkelijker en transparanter ingezien kan worden door de consument zonder dat er een tussenkomst is van een derde partij. Door de informatie over de refurbished smartphone geheel inzichtelijk te maken voor de consument kan de betrouwbaarheid in refurbished smartphones worden verhoogd.

Ik heb de volgende vragen:

I: *Hoe kan een organisatie op een laagdrempelige manier informatie toevoegen op de blockchain?*

M: *Het toevoegen van informatie aan een blockchain is vergelijkbaar aan het toevoegen van een record aan een database. Met een user interface is het makkelijk om voor iedere organisatie gebruik te maken van de blockchain, een user interface is gemaakt voor mensen en niet voor machines, de machinetaal wordt dus op de achtergrond uitgevoerd en zo is het voor mensen erg laagdrempelig om te gebruiken.*

I: *Oké, dat klinkt duidelijk. Maar, hoe betrouwbaar is het om informatie te versleutelen op de blockchain?*

M: *Een blockchain is een ketting van blokken, die informatie bevat. Ze hebben een interessante eigenschap: zodra enige data is geregistreerd binnen een blockchain, is het erg moeilijk om het aan te passen. Elk block bevat wat data, de 'hash' van het block zelf en de 'hash' van het voorgaande block. De data die is opgeslagen in een block hangt af van het type blockchain. Een block heeft dus een 'hash'. Je kan een hash vergelijken met een vingerafdruk. Hiermee kan een block en de inhoud worden*

onderscheiden en het is altijd uniek, net als een vingerafdruk. Zodra een block wordt gemaakt, wordt de hash berekend. Het aanpassen van iets binnen het block, zorgt ervoor dat de hash ook wordt aangepast. Dus in andere woorden: hashes zijn erg handig als je wilt uitzoeken of iets is aangepast aan de blocks. Zodra een 'vingerafdruk' van een block wordt aangepast, is het niet meer hetzelfde block. Daarnaast bevat een block de hash van het voorgaande block. Dit zorgt in feite voor een ketting aan block en het is deze techniek wat een blockchain zo veilig maakt. Het aanpassen van een blok maakt elke daaropvolgende block ongeldig. Dit komt omdat de hash van het gefraudeerde blok is veranderd. Het blok dat na het gefraudeerde blok komt bevat niet dezelfde hash als het gefraudeerde block, wat ervoor zorgt dat het gefraudeerde blok door de mand valt. Maar het gebruik van hashes is niet genoeg om fraude tegen te gaan. Computers van vandaag de dag zijn erg snel en kunnen enorme hoeveelheden hashes per seconde berekenen. Je zou in principe een block kunnen frauderen en de hashes van alle voorgaande blocks her berekenen om de blockchain weer valide te maken. Om dit tegen te gaan hebben blockchains iets dat proof-of-work heet. Het is een mechanisme dat de creatie van nieuwe blocks vertraagd. Dit mechanisme maakt het erg moeilijk om blocks te frauderen, want als je een blok fraudeert zou je de proof-of-work voor alle daaropvolgende blocks moeten herrekenen. Maar er is nog ene manier waarop blockchains zichzelf beveiligen en dat is door zich te verdelen. In plaats van gebruik te maken van een gecentraliseerd netwerk, maken blockchains gebruik van een netwerk waar iedereen welkom is om mee te doen. Zodra iemand meedoet aan dit netwerk, krijgt hij een volledige kopie van de blockchain. Een node van het netwerk kan dit gebruiken om te bevestigen at alles nog in orde is. Iedere node kan hiermee verifiëren dat er niet gefraudeerd is met een block. Als alles klopt, voegt elke node de block toe aan hun eigen blockchain. Block waarmee gefraudeerd is worden afgekeurd door andere nodes binnen het netwerk. Dus om succesvol te kunnen frauderen met een blockchain moet je frauderen met alle blokken op de blockchain, moet je voor elke block de proof-of-work herzien en moet je meer dan 50% van het netwerk overnemen.

I: *Zit er verschil in betrouwbaarheid tussen proof-of-work en proof-of-stake?*

M: *Ja, proof-of-work is net aan veiliger dan proof-of-stake. Met proof-of-work heeft een fraudeur meer dan 50% van alle computerkracht in het netwerk nodig. Dus met een netwerk van 1000 miners zou een fraudeur de controle moeten krijgen van meer dan 500 computers binnen het netwerk, of de fraudeur moet zelf met 1001 computers of meer aansluiten bij het netwerk. Er is binnen het netwerk een goedkeuring van minstens 51% nodig om een block goed te keuren.*

I: Duidelijk. *Hoe zou deze informatie inzichtelijk kunnen worden voor de consument?*

M: *De informatie wordt inzichtelijk via een block explorer. Zodra de consument toegang wil tot de informatie hoeft de consument alleen maar de unieke hash in te voeren om alle data van de smartphone en de onderdelen in te zien. De onderneming kan het nog makkelijker maken voor de consument door bijvoorbeeld een link bij de beschrijving van de smartphone toe te voegen of door een QR-code bij de aanschaf van de smartphone mee te sturen.*

I: *Is de informatie die wordt weergeven informatief voor de consument? Is het makkelijk te begrijpen?*

M: *Kijk het staat niet beschreven als een kinderverhaal. Het is allemaal heel feitelijk en kort qua informatie. Er staan niet meer woorden dan er hoeven te staan. De informatie die de consument te zien krijgt is de code, de tijd waarop het is gescand en de actie die is ondernomen, en zo kan je op elk block op de blockchain gelijkwaardige informatie zien met andere codes, andere stappen en andere tijden.*