

## **Generation Blockchain Audit & Kader.**

Educatief model voor blockchainonderwijs voor economie- en managementstudenten.

"...Er ligt voor de Europese Unie de uitgelezen kans om mondiaal koploper te worden op het gebied van DLT. In samenwerking met onze internationale partners kan de EU een serieuze rol spelen in de ontwikkeling van DLT en van markten over de hele wereld."

Besluit van het Europees Parlement, 2018



## Co-funded by the European Union

Gefinancierd door de Europese Unie. De hier geuite ideeën en meningen komen echter uitsluitend voor rekening van de auteur(s) en geven niet noodzakelijkerwijs die van de National Agency weer. Noch de Europese Unie, noch het de National Agency kan ervoor aansprakelijk worden gesteld.



## OVER HET PROJECT

Met enthousiasme kondigen wij de lancering aan van een volledig nieuw Erasmus+ -project onder de titel "**Generation Blockchain**". Dit project is een samenwerking tussen de Universiteit van Szczecin in Polen, de Frankfurt School Blockchain Center in Duitsland, Momentum Educate+Innovate in Ierland, de Hogeschool van Amsterdam, het European E-Learning Institute in Denemarken en De Universiteit van Porto in Portugal.

Ons doel is om bij te dragen aan de verbetering van digitaal onderwijs in HOI's en het ontwikkelen van geavanceerde digitale vaardigheden onder de studenten om ze beter in staat te stellen om bij te dragen aan de digitale transformatie van de maatschappij.

Om dit te bereiken wordt een serie trainingsmaterialen ontwikkeld waar de volgende groepen gebruik van kunnen maken:

- aanbieders van hoger onderwijs, ter ontwikkeling van hun didactische aanpak voor de implementatie van blockchaintechnologie
- studenten bedrijfskunde, management en economie om zich bewust te worden van de werking van BC en de toepassingen ervan voor de moderne bedrijfswereld
- de materialen worden uitgerold in verschillende hogeronderwijsinstellingen en kunnen naar behoefte worden aangepast ter voorlichting, modernisering en versterking van de bestaande syllabus.

Het project zal drie nieuwe trainingsmaterialen opleveren:

1. Ten eerste: de Generation Blockchain Audit & Kader. Deze presenteert praktische toepassingen van blockchainonderwijs in HOI's op verschillende locaties in Europa. Hierbij worden gebieden uitgelicht waarin BC makkelijk zou kunnen worden ingezet en een kader geschetst dat aangeeft hoe docenten BC-onderwijs het best op zinvolle wijze kunnen gebruiken.
2. Ten tweede: de Inverted Learning Open Education Resources (OER's). Deze zijn ontworpen voor gebruik door HOI-docenten bedrijfskunde in kleine groepen of colleges in seminar-stijl, en ondersteunen docenten in het toepassen van blockchainonderwijs.
3. Ten laatste: de Generation Blockchain Online Cursus wordt een meertalig, interactief leertraject waarin studenten bedrijfskunde, economie en management, evenals andere geïnteresseerde studenten, op flexibele en autonome wijze direct toegang hebben tot blockchaintraining.



# INHOUDSOPGAVE

OVER HET PROJECT .....	3
INHOUDSOPGAVE.....	4
OVERZICHT TERMEN EN AFKORTINGEN.....	5
INLEIDING .....	7
I. BLOCKCHAIN. UITDAGINGEN, TRENDS EN VERSTOREND POTENTIEEL .....	9
II. HET JURIDISCHE EN REGELGEVENDE BLOCKCHAINKADER VAN DE EUROPESE UNIE .....	19
III. DE STAAT VAN BLOCKCHAIN IN 2022 EN DE NABIJE TOEKOMST .....	26
IV. BLOCKCHAIN IN HET ONDERWIJS .....	34
V. HOE MOET BLOCKCHAIN WORDEN ONDERWEZEN? PRAKTIJKEN, CONCEPTEN EN ERVARINGEN ..	40
VI. STATISTISCHE VERIFICATIE VAN HYPOTHESES DOOR MIDDEL VAN DE STRUCTUUREINDEX .....	46
VII. BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOEKSPROCEDURE .....	50
VIII. KENMERKEN VAN DE RESPONDENTEN .....	53
IX. PRESENTATIE VAN GESELECTEERDE ENQUÊTERESULTATEN .....	55
X. IDENTIFICATIE VAN VERBORGEN VERBANDEN TUSSEN DE ONDERZOCHE FENOMENEN .....	77
XI. EDUCATIEF MODEL VOOR BLOCKCHAINONDERWIJS VOOR ECONOMIE- EN MANAGEMENTSTUDENTEN .....	91
SAMENVATTING .....	100
BIJLAGE A. OVERZICHT VAN LOPENDE BLOCKCHAINPROJECTEN MET FINANCIERING VANUIT DE EU .....	103
BIJLAGE B. OVERZICHT VAN VOLTOOIDE BLOCKCHAINPROJECTEN MET FINANCIERING VANUIT DE EU .....	106
BIJLAGE C. VOORBEELDCHARTER STUDIEVAK.....	108
APPENDIX D. VRAGENLIJST.....	109
BRONNEN .....	115
LIJST MET FIGUREN EN TABELLEN.....	126



## OVERZICHT TERMEN EN AFKORTINGEN

**Ant Blockchain** – een verzameltechnologieplatform voor oplossingen op basis van blockchain.

**Big Data** – uitgebreide, complexe gegevensverzamelingen.

**Bitcoin** – het eerste soort cryptogeld, werd in 2009 ingevoerd.

**Blockcerts** – door een organisatie aan een individu afgegeven certificaat. Wordt in dit formaat uitgedrukt en in de blockchain geauthentiseerd.

**Corda** – een opensource platform waarmee interoperabele blockchain-netwerken kunnen worden gebouwd.

**Crowdfunding** – sociale financiering.

**DAC** (Decentralized Autonomous Corporations) – een soort DAO: een gemeenschap die functioneert op basis van als smart contract gecodeerde regels.

**DAO** (Decentralized Autonomous Organizations) – gedecentraliseerde en onafhankelijke entiteit die door de gemeenschap overeenkomstig een geaccepteerd stel regels wordt beheerd, op basis van blockchain.

**DeFi** (Decentralized Finance) – verzamelbegrip voor op blockchain gebaseerde gedecentraliseerde financiële diensten.

**Gedistribueerde netwerken**– gedistribueerd computernetwerksysteem waarin programmaonderdelen en gegevens zich op meerdere verschillende locaties bevinden.

**DLT** (Distributed Ledger Technology) – gedecentraliseerde databasetechnologie ter ondersteuning van de gedistribueerde opslag van versleutelde informatie.

**edX** – een digitaal trainingsplatform.

**EEA** (Enterprise Ethereum Alliance) – gedistribueerde gemeenschap in de vorm van een organisatie die opensource Enterprise Ethereum en Mainnet Ethereum-technologie behartigt.

**Ethereum** – digitale valuta die ook een multifunctioneel en multiservice op blockchain gebaseerd platform is.

**GPU** (Graphics Processing Unit) – verantwoordelijk voor de digitale weergave in een computersysteem.

**Halving** – een economisch model voor het beheren van meerdere cryptovaluta.

**Hashing** – een implementatietechniek voor hashtabellen, garandeert constant zoeken.

**Hyperledger** – een opensourceproject ter ondersteuning en verbetering van blockchaininitiatieven.



**Hyperledger Fabric** – een modulaire blockchainstructuur die als de facto standaard geldt voor op deze technologie gebaseerde bedrijfsplatformen.

**ICO** (Initial Coin Offering) – een vorm van crowdfunding voor het verzamelen van startkapitaal voor startups en projecten, met gebruik van cryptovaluta.

**ICT** (Informatie- en Communicatietechnologieën) – een groep technologieën voor het verwerken, verzamelen en verzenden van informatie in elektronische vorm.

**IoT** (Internet of Things) – het "Internet der Dingen": een netwerk van apparaten die autonoom met elkaar kunnen communiceren en gegevens uitwisselen.

**NFT** (Non-Fungible Token) – een unieke digitale waarde.

**peer-to-peer (P2P)** – een computernetwerk waarin alle apparaten hiërarchisch gelijkwaardig zijn.

**Satoshi Nakamoto** – een bijnaam die wordt gebruikt door de persoon/groep personen/instelling die de cryptovaluta Bitcoin heeft ontwikkeld.

**Smart contract** – een digitaal contract dat door Bitcoin beveiligd en geauthentiseerd wordt.

**Space10** – een door Ikea opgezet laboratorium voor innovatie en nieuwe technologie.

**Token** – een in een smart contract gecodeerd stel regels.

**Tokenisering** – een soort digitalisering voor projecten/bedrijven op basis van blockchain waarbij aan een token of cryptovaluta-dimensie een specifieke waarde wordt toegewezen.

**TracrTM** – een speciaal verzamelplatform op basis van een gedistribueerd systeem.

**Quorum** – een opensourceplatform voor bedrijfsoplossingen op basis van blockchain.

**Udemy** – een digitaal trainingsplatform.

Uitgewerkt op basis van: [1].



## INLEIDING

Blockchaintechnologie is enorm nuttig en biedt vele voordelen in de vorm van kant-en-klare oplossingen. Geen wonder dus dat deze technologie een snelle opmars maakt in allerlei economische sectoren, zoals de financiële sector, verzekering, retail, industrie, gezondheidszorg, logistiek en openbaar bestuur. Alle rapporten en publicaties over het onderwerp zijn het erover eens dat blockchaintechnologie kan zorgen voor grote efficiëntieverbeteringen in bijna alle aspecten van het leven en economische processen. Vanuit technisch oogpunt is blockchain nog relatief jong, maar de technologie ontwikkelt zich steeds sneller dankzij de invoering van gunstige regelgeving, ondersteunend beleid en financiële prikkels. Elke maand worden nieuwe toepassingen en projecten ontwikkeld die de grenzen van de schaalbaarheid en prestatieniveaus doorbreken, en tegelijkertijd verrassend grote verminderingen op het gebied van implementatie- en bedrijfskosten bewerkstelligen. Blockchain blijft evolueren, en we hebben de grenzen van de toepasbaarheid ervan nog lang niet ontdekt. De markten bevinden zich op dit moment onmiskenbaar in een pre-consolidatiefase, maar de eerste initiatieven waarin particuliere platforms met openbare netwerken worden samengebracht zijn al zichtbaar. Deze processen moeten niet worden belemmerd: de nadruk moet juist worden gelegd op het stimuleren van experimenteren en pogingen tot innovatie, inclusief op het gebied van systeemintegratie en -migratie.[2]

In de 21e eeuw zijn er vanuit de ICT veel verschillende nieuwe hulpmiddelen en oplossingen ontwikkeld, maar met interdisciplinaire aspecten. Big Data, het IoT en kunstmatige intelligentie, om er een paar te noemen. Geen van deze technologieën heeft echter zo een groot ontwikkelingspotentieel voor het komende decennium als blockchain.[3][4] Nieuwe technologieën zijn altijd interessant geweest voor onderwijzers en onderwijskundigen. Dit omdat zulke technologieën ze in staat stellen om het onderwijsproces te verbeteren, nieuwe mogelijkheden bieden voor het overdragen van kennis, het organiseren van taken versimpelen en faciliteren, en nieuwe kennisgebieden vormen waarin studenten en leerlingen kunnen worden geïntroduceerd.

Het hoofddoel van dit artikel is om de lezer kennis te laten maken met de mogelijkheden die het implementeren van blockchaintechnologie in het onderwijs met zich meebrengt. De potentiële voordelen zijn enorm en hebben een grote impact op docenten, academische en onderzoeksinstituten en -faciliteiten, studenten en, als gevolg van dit alles, de volledige lokale samenleving. Bij beschouwingen over dit onderwerp zijn veel verschillende wetenschappelijke kwesties naar voren gekomen, bijvoorbeeld: hoe kunnen economie- en managementstudenten worden onderwezen over geavanceerde informatietechnologie? Hoeveel moeten ze weten over de



technische aspecten, en hoeveel over de implicaties en economische impact van blockchain? Moeten dit soort onderwerpen op vak- of universiteitsniveau in het onderwijs worden opgenomen? Hoelang moet de studie duren, en wat komt er precies bij kijken? Moeten er randvoorwaarden gelden, en zo ja, welke?

Om het hoofd te bieden aan de ongetwijfeld grote uitdaging van het ontwikkelen van een innovatief onderwijsmodel en duidelijkheid te scheppen in de vele onzekerheden omtrent de vakinhoud zijn een internationale kwantitatieve enquête, secundair onderzoek, een diepgaand literatuuronderzoek en een beschouwing van goede praktijken en ervaringen uitgevoerd. Na statistische analyse werden de resultaten in een aantal grafieken en schema's gepresenteerd. Ook zijn geavanceerde analysemethodes ingezet. Er is herhaaldelijk verwezen naar praktische implementaties en voorbeelden van blockchainimplementaties. Het uiteindelijke doel van deze activiteiten was het ontwikkelen van een strategie voor het overdragen van gedetailleerde en technisch ingewikkelde kennis aan niet-technische studenten op een toegankelijke, haalbare, inhoudstechnisch waardevolle en interessante manier die ze functioneel "startkapitaal" biedt voor hun start in de uitdagende arbeidsmarkt.





## I. BLOCKCHAIN. UITDAGINGEN, TRENDS EN VERSTOREND POTENTIEEL

Blockchain is momenteel nog een jonge technologie, en er worden continu nieuwe toepassingsgebieden ontwikkeld en ontdekt. Het tempo van de innovatie gaat steeds sneller, en dat stelt individuen, bedrijven, overheden en regelgevende instanties voor de uitdaging om te begrijpen wat er gaande is en hoe ze hun positie moeten bepalen: Wat zijn de implicatie van blockchain (visie)? Waar zal blockchain voor verstoringen zorgen (use cases); Hoe zal blockchaintechnologie worden geïmplementeerd (infrastructuur)?

**Schalen.** Bij het ontwerpen van een blockchain moeten decentralisatie, veiligheid en schaalbaarheid tegen elkaar worden afgewogen. Historisch gesproken optimaliseren blockchains twee van deze aspecten ten koste van de derde. Dit staat bekend als het blockchain-trilemma [5]. Bitcoin wordt bijvoorbeeld gezien als zeer gecentraliseerd en bijzonder veilig, maar heeft een lage transactiesnelheid van slechts zo'n 4,6 per seconde, waardoor de schaalbaarheid beperkt is. Solana heeft daarentegen een theoretische doorvoer van 65,000 transacties per seconde, maar heeft hiervoor moeten inleveren op de decentralisatie. Een aanhoudende uitdaging blijft het schalen van blockchains - met andere woorden, het sneller maken ervan zonder dat dit ten koste gaat van de decentralisatie of de veiligheid.

Eerstelaagsoplossingen:

- Met de eerste laag wordt gedoeld op blockchainprotocollen zoals Bitcoin, Litecoin en Ethereum. Oplossingen binnen deze laag zijn gericht op het direct verhogen van de netwerksnelheid, en staan bekend als "on-chain"-schalen. Voorbeelden hiervan zijn consensusprotocolverbeteringen (bijvoorbeeld de overstap van proof-of-work naar proof-of-stake) en "sharding" [6], waarbij transacties worden opgedeeld in kleinere datasets, oftewel "shards" (fragmenten), die het netwerk parallel verwerkt.
- Voorbeelden van projecten waarin het potentieel van sharding wordt onderzocht: Ethereum [7], NEAR [8], Polkadot [9], en Zilliqa [10].

Tweedelaagsoplossingen:

- Tweedelaagsoplossingen hebben betrekking op een secundair protocol of raamwerk dat bovenop een bestaande blockchain is gebouwd. Tweedelaagsoplossingen - ook bekend als "off-chain"-schalen - zorgen voor een veel hogere transactiesnelheid dan de snelheden die de grote cryptovalutanetwerken (bijvoorbeeld Bitcoin en Ethereum) bieden. Tweedelaagsprotocollen verwerken blockchaintransacties



onafhankelijke van de eerste laag (hoofdketen), met gebruik van bijvoorbeeld state channels of sidechains. Deze off-chain-transacties kunnen later worden gerapporteerd of gebundeld voordat ze aan de hoofdketen worden aangeboden. Zo wordt het schalen in de tweede laag uitgevoerd, maar worden de veiligheid en decentralisatie van de eerste laag niet aangetast.

- Projecten met tweedelaagsschalingsoplossingen zijn bijvoorbeeld het Bitcoin Lightning Network [11] en Ethereum Plasma [12]. Andere noemenswaardige tweedelaagsschalingsoplossingen zijn Optimism [13], Immutable-X [14], Polygon [15], en Arbitrum [16].

**Interoperabiliteit.** De snelle ontwikkeling van blockchaintechnologie heeft een groeiend aantal en verscheidenheid aan netwerken veroorzaakt, waarbij verschillen in toepassingsgebied, consensusmodel, gebruik van smart contracts en andere capaciteiten ertoe hebben geleid dat bepaalde activa en gegevens in specifieke netwerken "vastzitten." Interoperabiliteit betekent het vermogen van verschillende blockchainnetwerken om op elkaar in te werken, met elkaar te integreren, gegevens uit te wisselen en elkaars gegevens te gebruiken. Dit faciliteert de naadloze stroom van unieke soorten digitale activa tussen de blockchains van de netwerken zonder dat daarbij een derde partij nodig is.

Parachains:

- Parachains zijn op maat gemaakte, projectspecifieke blockchains die in het netwerken van Polkadot [9] en Kusama [17] zijn opgenomen. Parachains zijn zeer aanpasbaar en kunnen voor verschillende gebruiksdoeleinden worden ingezet. Parachains "voeden" de hoofdblockchain, ook bekend als de Relay Chain. Polkadot en Kusama staan de overdracht van zowel gegevens als tokens toe. In tegenstelling tot Ethereum, waar gedecentraliseerde applicaties worden gecreëerd binnen de grenzen die de blockchain stelt, stellen Polkadot en Kusama de ontwikkelaar in staat om diens eigen onafhankelijke blockchains te maken, met instelbare parameters zoals bloktijden, transactiekosten, governancemechanismen en beloningen voor mining.
- Voorbeelden van projecten: Moonriver [18] en Karura [19].

Bridges en atomic swaps:

- Cross-chain bridges - bruggen tussen ketens - maken het mogelijk om een digitaal activum in het eigendom van een partij in de ene keten "op slot" te zetten, terwijl in een andere keten een identiek activum wordt "geslagen" (aangemaakt) en naar een adres van de oorspronkelijke eigenaar wordt gestuurd. Atomic swaps daarentegen stellen gebruikers in staat om tokens van verschillende blockchainnetwerken op gedecentraliseerde wijze uit te wisselen (m.a.w. peer-to-peer). Beide



functies worden automatisch mogelijk gemaakt door middel van smart contracts; deze zijn van fundamenteel belang voor het faciliteren van naadloze cross-chain-waardeoverdrachten.

- Voorbeelden van projecten: Avalanche [20], Solana [21], Fantom ([22], Polygon [15] Arbitrum [23], en Optimism; deze zijn allen compatibel met EVM (Ethereum Virtual Machine). Andere niet-EVM-oplossingen zijn bijvoorbeeld Cosmos [24] en Polkadot [9].

**Energieverbruik.** De mining- en validatieactiviteiten van bijvoorbeeld de blockchainnetwerken Bitcoin en Ethereum zijn zeer energie-intensief. Alleen al het energieverbruik van Bitcoin zal in 2022 naar verwachting boven de 200 terawattuur uitkomen [25]. Het grootste deel van het energieverbruik van Bitcoin heeft te maken met mining-activiteiten, waarbij gebruik wordt gemaakt van een zeer inefficiënt proof-of-concept consensusmodel. Bitcoin's energieverbruik voor transactievalidatie is daarentegen een stuk bescheidener.

Bij het analyseren van het energieverbruik van Bitcoin moet niet worden vergeten dat energieverbruik niet hetzelfde is als koolstofuitstoot [25]. Het energieverbruik wordt berekend door te kijken naar de hashrate (de totaal benodigde rekenkracht die nodig is om Bitcoin te mijnen en transacties op het netwerk te valideren). De koolstofuitstoot is daarentegen lastiger te bepalen doordat "miners" niet graag operationele gegevens delen [26]. Een onderzoek van CoinShares Research suggereert dat 73% van het energieverbruik van Bitcoin in 2019 koolstofneutraal was. Dit is grotendeels omdat Bitcoin-miners en -validators zich overal ter wereld kunnen bevinden, waardoor ze zich in de buurt van duurzame energiebronnen kunnen vestigen en gebruik kunnen maken van overaanbod dat anders verloren zou gaan, zoals bijvoorbeeld hydro-elektrische piekstroomopwekking: in het regenseizoen ligt deze een stuk hoger dan de plaatselijke vraag [27].

Energiebronnen:

- Het gezamenlijke energieverbruik en de voetafdruk van blockchain blijft een punt van aandacht als onderdeel van bredere initiatieven van overheden over de hele wereld, die deze opkomende ruimte wensen te reguleren. Er bestaat een scala aan scenario's voor miners om zowel hun energieverbruik als hun koolstofuitstoot te verminderen, zoals mining op zonne- en windenergie, op waterkracht, door middel van mining pools, en met stroom uit afvalconversie vanuit andere sectoren.
- Voorbeelden van projecten: Een samenwerking in Texas tussen Blockstream [28], The Block [29] en Tesla [30] waarbij gebruik wordt gemaakt van zonne-energie en batterijopslagtechnologie in cryptomining-activiteiten. Genesis Digital Assets [31] zal uiterlijk in 2024 in Zweden een miningfaciliteit met een vermogen van 100 megawatt opzetten die 100% op schone energie draait: 54,5% hydro, 42,8%



kernenergie, en 2,7% wind. Argo Blockchain [32] is bezig met het opzetten van een groene "mining pool" op duurzame energie.

Consensusmodel:

- De twee grootste en meest bekende blockchains, Bitcoin en Ethereum, gebruiken (op dit moment) allebei een proof-of-work (PoW) consensusprotocol. PoW is het oorspronkelijke consensusalgoritme, waarbij miners met elkaar wedijveren om een complexe wiskundige puzzel op te lossen en de winnaar (degene die de puzzel als eerste oplost) een nieuw blok mag voorstellen en vervolgens schrijven en de bijbehorende beloning opstrikt. De inzet van de winnende miner wordt beloond, maar de verliezers ontvangen niets voor hun moeite. PoW wordt gezien als zeer inefficiënt en energieverwendend. Als alternatief voor PoW bestaan er proof-of-stake (PoS) protocollen. Dit is een klasse consensusmechanismen voor blockchains waarbij transactievalidatoren worden geselecteerd naargelang de grootte van hun bezit in de betreffende cryptovaluta (m.a.w. in proportie tot hun "stake", oftewel aandeel). Dit voorkomt de hoge kosten qua rekenkracht die bij PoW vereist zijn. PoS belooft miners voor eerlijk gedrag en straft misdragingen af door het verminderen van "validator tokens" (dit staat bekend als "slashing").
- Voorbeelden van projecten: De grootste PoS-blockchains die in 2021 al PoS-consensusalgoritmes gebruikten waren Cardano [33], Avalanche [20], Polkadot [9], Solana [21], Tron [34], EOS [35], Algorand [32], en Tezos [36]. Met de implementatie van verschillende Ethereum Improvement Proposals (EIPs) in augustus 2021 (ook bekend als de "London hard fork"), heeft het netwerk van Ethereum [7] de weg vrijgemaakt voor de overstap van PoW naar PoS. Naar verwachting zal dit eind 2022 gebeuren. PoS op de blockchain van Ethereum zal de transactiesnelheid enorm verhogen, de schaalbaarheid bevorderen, de hoge transactiekosten van Ethereum verzachten, en 99% minder energie verbruiken dan PoW. Zodra de PoS-overstap heeft plaatsgevonden zal Ethereum een "difficulty bomb" loslaten. Het doel hiervan is om het voor miners onmogelijk te maken om (op rendabele wijze) PoW te blijven gebruiken voor validatie op de Ethereum-blockchain. Deze zogenaamde bom maakt het oplossen van de hashpuzzel op het Ethereum-netwerk exponentieel moeilijker en heeft dus een afschrikkende werking voor miners die mogelijk het PoW-mechanisme willen blijven gebruiken nadat de blockchain is overgestapt op PoS.

**Valuta.** Veel cryptoprojecten blijven zoeken naar manieren om risico's te verminderen en de deelname aan het bredere crypto-ecosysteem aan te moedigen. Eén oplossing zou zijn om de prijsstabiliteit direct in de activa zelf in te bouwen door stablecoins te gebruiken om het gat tussen fiduciaire valuta



zoals de Amerikaanse dollar en cryptovaluta te overbruggen. Stablecoins zijn digitale activa met een stabiele prijs die zich enigszins als fiduciaire valuta gedragen, maar ook de mobiliteit en functionaliteit van cryptovaluta hebben. Er zijn vier primaire types stablecoins, die kunnen worden onderscheiden op basis van hun onderliggende collaterale structuur:

- Fiat-backed.
- Crypto-backed.
- Commodity-backed.
- Algoritmisch.

Met oog op de recente instorting van Terra's algoritmische stablecoin in mei 2020 (UST), richten regelgevende instanties de aandacht met steeds grotere urgentie op de stablecoin-markt. In de VS is de Stablecoin TRUST Act [37] voorgesteld, een wet die erop gericht is om stablecoins te omarmen en als officieel onderdeel van het financiële en bancaire systeem op te nemen en als zodanig volledig te reglementeren.

De groei van stablecoin is in 2022 blijven versnellen, en had in maart 2022 een geschatte waarde van \$187 mld. Tether blijft de dominante stablecoin met betrekking tot marktkapitalisatie; aan het eind van 2021 stond deze op \$78 mld. De groei van stablecoin zal naar verwachting explosief en exponentieel toenemen naarmate 2025 dichterbij komt, met een verwachte marktkapitalisatie van meer dan een \$1 biljoen.

Stablecoins bieden individuen en bedrijven ongeacht waar ze zich bevinden toegang tot de handel in een universeel ruilmiddel zonder daarbij geconfronteerd te worden met "oude" financiële obstakels. Hierdoor kunnen personen hun spaargeld opslaan in een stabiel activum in plaats van een plaatselijke valuta die lijdt aan devaluatie als gevolg van inflatie. Regelgevende instantie blijven echter bezorgd over situaties waarin stablecoins en andere cryptovaluta worden gebruikt om overheidssancties en andere controles te ontwijken.

Veel centrale banken zetten in rap tempo steeds zwaarder in op onderzoek en ontwikkeling van digitale valuta voor centrale banken (CBDC's) [39]. De Atlantic Council [40] schatte in maart 2022 in dat 87 landen overwegen om een CBDC uit te geven. De Atlantic Council Digital Currency Tracker houdt nationale projecten rond CBDC's constant in het oog [41]. Simpel gesteld zijn CBDC's digitale tokens, vergelijkbaar met cryptovaluta, die door een centrale bank worden uitgegeven en die zijn verbonden aan de waarde van de fiduciaire valuta van het betreffende land.

CBDC's zouden een openbare, alternatieve digitale betalingsinfrastructuur kunnen verzorgen met lagere kosten, snellere transacties en verrekeningen, en gestroomlijnde mondiale geldstromen en deviezenmarkten. Bovendien kan met CBDC's worden gezorgd voor een uitbreiding van het bereik van





financiële inclusie, waarbij personen zonder bankrekening alsnog toegang wordt verschaft tot financiële diensten, doorgaans via een smartphone.

Gemeenschaps- en complementaire valutasytemen hebben zich over de hele wereld verspreid [42], waardoor grote en kleine steden en zelfs buurten kunnen experimenteren met een eigen economisch beleid op basis van overeenstemming en betrokkenheid vanuit de deelnemende lokale belanghebbenden. De opkomst van blockchain maakt het mogelijk om op kosteneffectieve, schaalbare en beheersbare wijze een digitale versie van een gemeenschapsmunt te creëren.

Projecten zoals MiamiCoin [43] laten zien hoe gemeenschapstokens kunnen worden ingezet om geld in te zamelen zonder dat daarvoor een belastingverhoging nodig is of schuld moet worden aangegaan. Andere voorbeelden zijn afkomstig van organisaties zoals Grassroots Economics [44], dat "systemen bouwt en ondersteunt die gemeenschappen in staat stelt om langs digitale weg hun eigen financiële systemen te creëren op basis van lokale goederen en diensten in regionale markten die vanaf de basis worden opgebouwd" (oorspronkelijk citaat in het Engels).

**Bancair.** De aandacht voor cryptovaluta vanuit instellingen neemt sinds 2018 steeds sneller toe [45]. Assetmanagers ervaren belangstelling en zelfs druk vanuit klanten om deze nieuwe activaklasse aan te grijpen. Chainalysis [46] schat in dat institutionele beleggers met ten minste \$10 mln aan activa verantwoordelijk waren voor circa 45% van het handelsvolume in crypto aan het eind van het tweede kwartaal 2021, een toename van 37% vergeleken met het jaar ervoor.

De goedkeuring van de eerste Bitcoin-ETF in oktober 2021 [47] is een goede indicatie van de groeiende behoefte onder instellingen om deel te nemen aan cryptomarkten. Hiermee is de basis gelegd voor verdere, weloverwogen onderschrijving van crypto door middel van regelgeving. Naar verwachting zal het aantal goedkeuringen van nieuwe, innovatieve cryptoproducten dan ook steeds sneller toenemen. Per juni 2022 zijn er zes Bitcoin-ETF's door de SEC goedgekeurd, en liggen er nog twaalf in afwachting van een besluit. Dit soort goedkeuringen door regelgevende instanties zullen naar verwachting de deur openen naar een enorm scala aan fondsen die op dit moment nog worden afgeschermd van cryptovaluta.

Volgens Forbes "bieden Cryptobanken rentedragende rekeningen, termijndeposito's, creditcards, leningen tegen onderpand gedekt door storting van crypto-activa, en andere diensten die vergelijkbaar zijn met het productaanbod van traditionele banken; de rentes/rendementen liggen daarentegen een stuk hoger [45]" (oorspronkelijke citaat in het Engels). Recente aanbieders van cryptobankdiensten zijn onder andere Revolut [48], Monzo [49], Nuri [50], Coinbase [51], en BankProv [52].



In het huidige, wereldwijd aanhoudende klimaat van ultralage rendementen zal cryptobanking naar verwachting een aantrekkelijk alternatief met hoog risico bieden voor rendementzoekend kapitaal. Door smart contracts gedreven algoritmisch lenen, sparen, staking, yield farming, flitskredieten en liquiditeitspools zullen de diensten- en productinnovatie blijven stimuleren. Met de groeiende belangstelling voor deze nieuwe producten vanuit het bedrijfsleven en de retailsector zullen overheden ook steeds zwaarder inzetten op transparantie, controle en regelgevend toezicht.

DeFi is een opkomende financiële technologie gebaseerd op beveiligde distributed ledgers, vergelijkbaar met de distributed ledgers die door cryptovaluta worden gebruikt, waarbij smart contracts (conditionele, geautomatiseerde uitvoering van transacties) de controle die banken en instellingen over geld, financiële producten en financiële diensten hebben, wegnemen of begrenzen [53].

DeFi is een blijvende dreiging en storingsfactor voor de bestaande financiële dienstensector. De Total Value Locked (TVL) van DeFi was begin 2020 \$601 mln, maar zal in 2022 naar verwachting gegroeid zijn naar \$239 mld. Institutional DeFi is nog relatief onontwikkeld in vergelijking tot andere delen van de infrastructuur voor digitale activa, wat betekent dat er kansen liggen voor innoveerders en "early movers" om een aanzienlijk marktaandeel te veroveren in deze snel groeiende ruimte [54].

**Opkomende activatypes.** NFT's zijn een geëvolueerde vorm van cryptovaluta die de digitale representatie van fysieke activa mogelijk maken door middel van de ERC721-norm voor de representatie van eigenaarschap van non-fungible tokens op de Ethereum-blockchain. ERC721 is een complexere norm dan ERC20, met een veelheid aan optionele uitbreidingen ter facilitering van bewijs van uniciteit of schaarsheid, bewijs van herkomst en auteurschap, en bewijs van eigendom. Toepassingsgebieden voor NFT's zijn onder andere vastgoed, creatieve media [53], paspoorten, academische (micro)diploma's, creditcards, gaming [56] en zekerheidsstelling. Twee bijzonder vroege NFT's zijn een getokeniseerde versie van de eerste tweet van Jack Dorsey, CEO van Twitter, die in 2021 voor \$2,9 mln werd verkocht, en een digitaal kunstwerk van Beeple dat in 2021 voor \$69 mln over de "toonbank" ging.

De mondiale NFT-market zal naar verwachting groeien van \$1,59 mld in 2021 naar \$7,63 mld in 2028, wat neerkomt op een totale jaarlijkse groei van 22,05% in de periode 2022-2028 [57]. De praktijk zal zich blijven doorontwikkelen, met (nieuwe) toepassingen in het gamen en in-game platforms voor asset titles, fan-ownership en collectibles (bv. NBA Top Shot [58], evenals binnen het opkomende Metaverse.

Synths zijn op blockchain gebaseerde cryptovalutaderivaten die zich gedragen en aandoen als gebruikelijke derivaten. Een verschil echter is dat er



geen gebruik wordt gemaakt van overeenkomsten om het derivaat aan een onderliggend instrument (het afgeleid product) te koppelen. Bij synthés wordt deze relatie getokeniseerd. Dit betekent dat synthetische activa toegang kunnen bieden tot alle activa ter wereld, zonder ooit het crypto-ecosysteem te hoeven verlaten [59].

De mondiale derivatenmarkt zal naar verwachting groeien van \$2,2 mld in 2020 naar \$3,9 mld in 2027, wat neerkomt op een totale jaarlijkse groei van 8,6% in de periode 2021-2027 [60]. Cryptoderivaten (synths) zullen een steeds groter aandeel van de mondiale derivatenmarkt innemen. "Zittende" instellingen zoals de CME-groep, die zich in 2017 op de cryptotermijnmarkt begaf, lobbyen echter bij de SEC in een poging om te voorkomen dat nieuwe(re) toetreders zoals FTX (ftx.com) toestemming verkrijgen om margederivaten aan te bieden aan retailklanten [61].

**Metaverse.** Het Metaverse verwijst naar geïntegreerde, interactieve, immersieve digitale ervaringen die mogelijk worden gemaakt door ontwikkelingen op het gebied van virtual en augmented reality. In het Metaverse nemen gebruikers doorgaans een digitale identiteit aan (door inzet van een avatar) die als proxy fungeert. Via deze avatar kan men gamen, winkelen, sociaal contact hebben, werken, leren en aan allerlei andere activiteiten deelnemen. De term "Metaverse" werd voor het eerst gebruikt in het in 1993 uitgegeven boek "Snow Crash" van Neil Stephenson, en kan het beste uitgelegd worden aan de hand van zijn belangrijkste kenmerken, zoals samengevat door durfkalitaplist en Metaverse-visionair Matthew Ball [63]:

- Aanhoudendheid – het Metaverse "reset" nooit, het neemt geen pauze, het heeft geen einde, maar blijft oneindig doorgaan.
- Synchron en live – ook al zullen vooraf geplande en onafhankelijke gebeurtenissen plaatsvinden, net zoals dat in het "echte" leven gebeurt, zal het Metaverse een levende ervaring zijn die voor iedereen tegelijk in real-time bestaat.
- Een onbeperkt aantal gelijktijdige gebruikers, waarbij elke gebruiker een individueel gevoel van "aanwezigheid" wordt geboden – iedereen kan deelnemen aan het Metaverse en samen meedoen aan specifieke gebeurtenissen/locaties/activiteiten, tegelijkertijd en op eigen initiatief.
- Een volledig functionerende economie – individuen en bedrijven kunnen een enorm scala aan "werk" dat door anderen erkende "waarde" schept creëren, in eigendom hebben, investeren, verkopen en kunnen hiervoor worden beloond.
- Een ervaring die in zowel de digitale als de fysieke wereld aanwezig is, in particuliere en publieke netwerken en ervaringen, en op zowel open als gesloten platforms.
- Ongekende interoperabiliteit van gegevens, digitale voorwerpen/activa, inhoud . tussen al deze ervaringen.





- Vol met "inhoud" en "ervaringen" die door een breed scala aan "contributors" wordt gecreëerd en beheerd, zowel onafhankelijke individuen als informeel georganiseerde groepen, commercieel gerichte ondernemingen enzovoorts.

Het Metaverse is niet één enkele ervaring: het is een continuüm van immersieve ervaringen dat wordt bewerkstelligd door innovatieve bedrijven in deze ruimte, zoals Roblox [64], Decentraland [65], The Sandbox [66], Second Life [67], Mesh [68], Nvidia Corp [69], Fortnite [70], en Cryptovoxels [71]. Ofschoon crypto- en tokenecomonomie naar verwachting de basis zal vormen voor meta-handel, hebben veel van de bestaande partijen hiervoor hun eigen in-world valuta ontwikkeld (Second Life gebruikt bijvoorbeeld de zogenaamde "Linden dollar").

Wat het Metaverse uiteindelijk zal worden blijft een kwestie van speculatie, ondanks de hype. De breedschalige implementatie van het Metaverse zal pas over maanden of jaren plaatsvinden, en hangt onder andere af van netwerksnelheden, toegankelijkheid voor een brede gebruikersbasis, en de kwaliteit van de geboden "realiteit". Op basis van de verwachtingen rond het Metaverse zijn verschillende bedrijven echter al aan het investeren in het ontwikkelen van de hardware- en software-infrastructuur om het Metaverse mogelijk te maken, of hun producten en diensten aan te passen zodat ze in het Metaverse kunnen worden aangeboden. Een van de meest bekende voorbeelden is Meta Platforms, voorheen bekend als Facebook, dat in de komende vijf jaar miljarden in het Metaverse zal investeren en zich ten doel heeft gesteld om 10.000 hooggeschoolde banen in de EU te scheppen om haar visie voor het Metaverse te realiseren [62].

**Web 3.0** is de volgende fase in de evolutie van het web/internet: een versie van het internet die gebaseerd is op openbare blockchains [63]. Door de gedecentraliseerde aard van Web 3.0 kunnen consumenten wiens toegang tot het internet verloopt via diensten die "bemiddeld" worden door bedrijven als Google, Apple of Facebook, zelf op onafhankelijke wijze delen van het internet creëren, in eigendom hebben en besturen. Dit model betekent dat er geen centrale autoriteiten zijn die kunnen bepalen wie toegang heeft tot bepaalde diensten, en is er geen "vertrouwen" nodig (door middel van tussenpartijen) om transacties tussen twee of meer partijen zodanig te laten plaatsvinden dat de uitvoering en integriteit van de transactie geborgd zijn.

Het grondbeginsel van Web 3.0 is het aan over de wereld verspreide gedecentraliseerde gemeenschappen en individuen afstaan van de gecentraliseerde macht en eigendom van activa door bedrijven (met name in de technologiesector). Eén gevolg van deze ontwikkeling is een afname in censuur door overheden en bedrijven, en een vermindering van de effectiviteit van denial-of-service-aanvallen. De technologie van Web 3.0 en het Metaverse zijn wederzijds ondersteunend. Het Metaverse is een digitale ruimte,



en Web 3.0 bevordert een gedecentraliseerde ruimte, waardoor het als basis kan dienen voor de connectiviteit binnen het Metaverse. Aan de andere kant kan de makerseconomie in het Metaverse bijdragen aan de visie van Web 3.0 door het ontwikkelen van een volledig nieuwe financiële wereld waarbij gedecentraliseerde oplossingen worden geïmplementeerd [177].

**Gedecentraliseerde autonome organisaties (DAOs) en Governance.** Een DAO (Decentralised Autonomous Organization, oftewel gedecentraliseerde autonome organisatie) is een digitale organisatie die wordt beheerd door een gemeenschap van belanghebbenden wiens belangen onderling worden afgestemd met behulp van tokens, economische mechanismen en toegepaste speltheorie. Een DAO wordt bestuurd door regels die in smart contracts zijn gecodeerd (en verankerd); deze smart contracts draaien op de Ethereum-blockchain. Als zodanig is een DAO in staat om autonoom te functioneren zonder dat daarbij een centrale autoriteit nodig is [64]. Simpel gesteld bieden DAO's een architectuur voor open samenwerking en geautomatiseerd bestuur. Deze architectuur maakt het mogelijk voor individuen en instellingen om samen te werken zonder dat ze elkaar hoeven te kennen over vertrouwen. Doordat transacties op de blockchain worden geregistreerd is het functioneren van DAO's volledig transparant. Vroege voorbeelden van DAO's zijn onder andere PleaserDOA [65], BitDAO [66], en LexDAO, wiens hoofdkantoor in het Cryptovoxels-metaverse gevestigd is [67].

DAO's bevinden zich nog in een experimenteel stadium. Niet-hiërarchische organisaties zonder wettelijk rechtsgebied – of op zijn minst een zeer fluïde vorm daarvan – zorgen voor uitdagingen voor regelgevende instanties, die het al zeer lastig hebben met het begrijpen en controleren van de snel ontwikkelende blockchain-ruimte. Ondanks het gebrek aan duidelijkheid op regelgevend gebied zullen DAO's naar verwachting een verstorende werking hebben op traditionele bedrijfsstructuren [68] doordat ze governance, participatie, beloningen en stakeholder engagement op hun kop zetten.

Door de onvoorspelbare en hypersnelle evolutiesnelheid van blockchains is het zeer moeilijk om met enige mate van zekerheid voorspellingen te doen over de ontwikkelingen op de langere termijn. Veel van de gesignaleerde trends overlappen, stimuleren elkaar en grijpen op elkaar in. In dit hoofdstuk kwamen de belangrijkste uitdagingen waar blockchain voor staat aan bod, evenals een aantal opkomende trends en hun verstarend potentieel in een dynamisch, levendig en wispelturig ecosysteem.



## II. HET JURIDISCHE EN REGELGEVENDE BLOCKCHAINKADER VAN DE EUROPESE UNIE

In het whitepaper "A Peer-to-Peer Electronic Cash System", in 2008 uitgebracht onder het pseudoniem Satoshi Nakamoto (Nakamoto, 2008), werd een gedecentraliseerde betalingsarchitectuur beschreven waarin peer-to-peertransacties met gegarandeerde integriteit konden worden uitgevoerd zonder dat daarvoor centraal overzicht nodig was. Het best bekende voorbeeld hiervan is de Bitcoin-blockchain, waarop de eerste transactie in januari 2009 plaatsvond.

Ofschoon de principes van de blockchain in eerste instantie zijn ontwikkeld met het oog op financiële transacties, is het aantal use cases sindsdien exponentieel toegenomen, met functionaliteit en toepassingen in een breed scala aan sectoren, waaronder de gezondheidszorg (Blockchain Applications in the Healthcare Sector, 2022) en voedselveiligheid (BLOCK CHAIN FOOD SAFETY MANAGEMENT, geen datum).

Veel van 's werelds grootste politieke, sociale en financiële instellingen beschouwen blockchain als een ontwrichtende technologie. Onder andere de OECD, de Verenigde Naties, de Wereldbank, het World Economic Forum, de Internationale Arbeidsorganisatie en de Europese Unie, plus het grootste deel van alle landen, zijn bezig met het ontwikkelen van strategieën, beleid en regelgevende kaders om dit snel evoluerende fenomeen te begrijpen en aan te pakken.

**De blockchainstrategie van de Europese Unie.** De Europese Unie (EU) heeft de ambitie om koploper en innoveerder te worden op het gebied van blockchaintechnologie. Om deze ambitie te realiseren is de EU erop uit om grote platforms, applicaties en bedrijven aan te trekken (Shaping Europe's Digital Future, geen datum) om zich in (een van) de 27 lidstaten te vestigen.

Binnen de strategie van de Europese Commissie wordt een "gouden standaard" voor blockchain omarmd die ontworpen is om de ambities van de EU te faciliteren en waarbij Europese waarden en idealen worden opgenomen in het juridische en regelgevende kader dat zich gaat ontwikkelen. Met betrekking tot DLT strekken een aantal aspecten van deze "gouden standaard" tot afstemming met de gegevensbeschermings- en privacywetgeving van Europa, het eerbiedigen en versterken van Europa's (self-sovereign) digitale identiteitsraamwerk, een hoog cyberveiligheidsniveau en de interoperabiliteit van platforms en oplossingen tussen DLT en "oude" systemen.



De Europese Commissie steunt blockchain door middel van beleid, financiering, en juridische en regelgevingsontwikkelingen. Een aantal van de belangrijkste elementen van de blockchainstrategie van de Commissie:

- Het bouwen van een pan-Europese blockchain voor openbare diensten: De Europese openbare sector is bezig met het bouwen van een eigen blockchaininfrastructuur. Deze infrastructuur zal interoperabel zijn met platforms uit de particuliere sector.
- Het stimuleren van juridische zekerheid: De Commissie is bezig met het ontwikkelen van een juridisch netwerk voor op blockchain gebaseerde applicaties, waaronder tokenisering en smart contracts, om consumenten en bedrijven te beschermen. De Commissie is sterk voor een pan-Europees raamwerk om fragmentatie op juridisch en regelgevend gebied te voorkomen.
- Meer financiering voor onderzoek en innovatie: De EU biedt financiering voor blockchainonderzoek en -innovatie door middel van subsidies en steun te bieden voor investeringen in AI- en blockchainstart-ups en -projecten.
- Stimuleren van blockchain voor duurzaamheid: De EU biedt steun voor de mogelijkheden van blockchain in het bevorderen van duurzame economische ontwikkelingen, het aanpakken van de klimaatverandering en het bijdragen aan de Europese Green New Deal.
- Steun voor interoperabiliteitsnormen: De Commissie gelooft sterk in het belang van normen bij het promoten van blockchaintechnologie. De Commissie is betrokken bij de werkzaamheden van ISO TC 307, ETSI ISG PDL, CEN-CENELEC JTC19 en IEEE, evenals ITU-T voor wat betreft blockchain. Bovendien streeft de Commissie naar aansluiting met alle relevante instanties wereldwijd, zoals de International Association of Trusted Blockchain Applications (INATBA).
- Steun voor ontwikkeling van blockchainvaardigheden: Voorbeelden van initiatieven gericht op de ontwikkeling van relevante vaardigheden zijn het Digital Europe Program en CHAISE.
- Interactie met de gemeenschap: De Commissie staat in contact met de particuliere sector, de academische wereld en de blockchaingemeenschap, met name via INATBA, en het European Blockchain Observatory & Forum (een door het Europees Parlement gefinancierd proefproject).

In de onderstaande tabel worden een aantal initiatieven op EU-niveau samengevat die gericht zijn op het direct of indirect bevorderen van de blockchainambities van de EU.

Tabel 1. EU blockchaininitiatieven



INITIATIEF	BESCHRIJVING
<b>Digital Europe Programme</b>	Het Digital Europe Programme (met een budget van €580 mln voor digitale vaardigheden voor een periode van 7 jaar) biedt strategische financiering voor het aanpakken van de belangrijkste uitdagingen zoals supercomputers, kunstmatige intelligentie, cyberveiligheid, geavanceerde digitale vaardigheden, en het zorg dragen voor een brede inzet van digitale technologieën in de economie en de maatschappij.
<b>CHAISE</b>	Een initiatief van Sector Skills Alliance met financiering vanuit het Erasmus+ -programma, gericht op het ontwikkelen van een strategische benadering voor de ontwikkeling van blockchainvaardigheden en het bieden van toekomstbestendige trainingsoplossingen, het aanpakken van het tekort aan blockchainvaardigheden en het inspelen op de huidige en toekomstige behoefte aan vaardigheden van de Europese blockchainberoepsbevolking.
<b>European Blockchain Partnership (EBP)</b>	Het EBP is een initiatief ter ontwikkeling van een EU-strategie met betrekking tot blockchain en het bouwen van een blockchaininfrastructuur voor openbare diensten. Door zelf gebruik te maken van blockchain doen Europese beleidsmakers ervaring uit de eerste hand op met de werking van deze technologie. Het EBP is zowel een technologische als regelgevende "sandbox" die zich richt op beter geïnformeerde regulering op het gebied van technologie en use cases.
<b>European Blockchain Services Infrastructure (EBSI)</b>	<p>De EBSI bestaat uit een peer-to-peer-netwerk van onderling verbonden knooppunten waarop een op blockchain gebaseerde diensteninfrastructuur draait met verschillende lagen: een basislaag met de basale infrastructuur, connectiviteit, de blockchain en de benodigde opslag; een centrale dienstenlaag, waarmee alle op EBSI gebaseerde use cases en toepassingen mogelijk worden gemaakt; en extra lagen die speciaal zijn toegewijd aan use cases en specifieke toepassingen.</p> <p>De oorspronkelijke groep EBSI-use cases bestaat uit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notarisactiviteiten: Betrouwbare digitale auditsporen, geautomatiseerde compliancecontroles in tijdsgevoelige processen, en bewezen integriteit van gegevens.</li> <li>• Diploma's: Het teruggeven van de controle aan burgers in het beheren van hun diploma's en geloofsbrieven, het significant verminderen van de verificatiekosten, en het verbeteren van het authenticiteitsvertrouwen.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Europese digitale identiteit: Het implementeren van een functie voor algemene digitale identiteit, waarmee gebruikers hun eigen identiteit op grensoverschrijdende wijze kunnen aanmaken en beheren zonder dat daarbij gecentraliseerde autoriteiten nodig zijn. Daarbij ook zorgen voor naleving van het regelgevingskader van eIDAS.</li> <li>• Betrouwbaar delen van gegevens: Het veilig delen van gegevens tussen autoriteiten in de EU, beginnend met de IOSS BTW-nummers en import one-stop-shops tussen douane- en belastingdiensten.</li> </ul>
<b>EU Blockchain Observatory &amp; Forum</b>	<p>Het EU Blockchain Observatory &amp; Forum is een gemeenschap voor het bespreken en uitlichten van de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van blockchaintechnologie.</p> <p>De belangrijkste doelstellingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het in kaart brengen van de belangrijkste initiatieven in Europa en daarbuiten.</li> <li>• Het volgen van ontwikkelingen en trends en reageren op kwesties die zich voordoen.</li> <li>• Functioneren als mondiaal kenniscentrum voor blockchain.</li> <li>• Het creëren van een aantrekkelijk en transparant forum voor het delen van kennis en meningen door deskundigen.</li> <li>• Het aanmoedigen van Europese actoren en tegelijk bevorderen van engagement met de mondiale blockchaingemeenschap.</li> <li>• Het vormen van een grote kans qua communicatie waarmee Europa haar visie en ambitie op het internationale podium kan uitdragen.</li> <li>• Inspireren tot gezamenlijke acties op basis van specifieke use cases.</li> <li>• Adviseren over de rol die de EU kan spelen in het versnellen van de innovatie en invoering van blockchain.</li> </ul>
<b>MiCA-verordening</b>	<p>De in 2020 ingevoerde Verordening betreffende markten voor crypto-activa, ook bekend als MiCA, biedt een robuust juridisch kader voor de ontwikkeling van crypto-activamarkten binnen de EU. Deze verordening is gericht op het beschermen van consumenten en investeerders en het voorkomen van witwassen en terrorismefinanciering.</p>



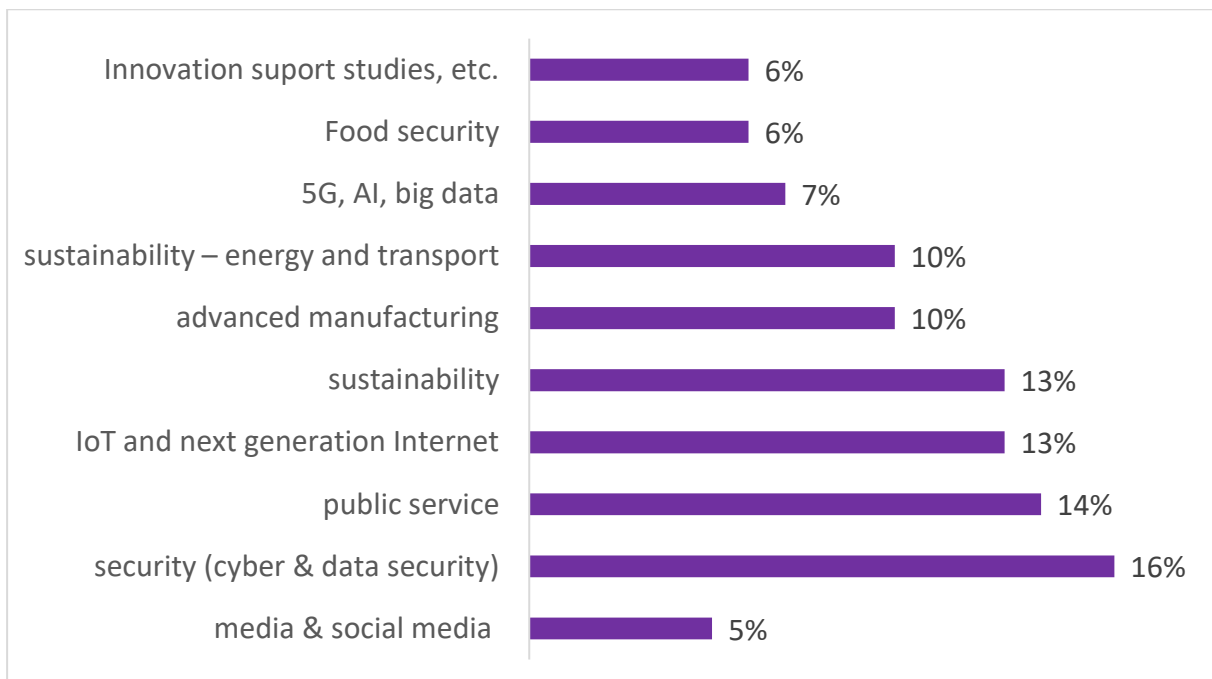


<b>Connecting Europe Facility — CEF Digital</b>	Het digitale gedeelte van de Connecting Europe Facility (CEF Digital) ondersteunt en stimuleert zowel publieke als particuliere investeringen in digitale connectiviteitsinfrastructuren tussen 2021 en 2027.
---	---

Bron: [72, 73, 74, 75, 76, 77, 78].

De laatste jaren heeft de Europese Commissie actief steun en financiering geboden aan een scala blockchaingerelateerde projecten in verschillende sectoren. Tot aan Februari 2022 is €347 mln aan financiering toegewezen, zoals Figuur 1 laat zien.

Figuur 1. EU-financiering voor blockchain (€ 347 mln) per sector tot aan Feb 2022



Bron: 79.

De EU heeft een veelheid aan onderzoeks- en innovatieprojecten gefinancierd waarin DLT bijdraagt aan betrouwbaarheid en maatschappelijke, technische en infrastructurele oplossingen. Het budget van €80 mld van het programma Horizon 2020 [80] leverde een grote bijdrage aan deze financiering. Horizon 2020 is opgevolgd door Horizon Europe [81, 82], met een budget van € 96 mld voor de periode 2021-2027.

In 2019 lanceerde het European Investment Fund (EIF) [83] een regeling ter verhoging van de financiering voor Europese startups die gebruik maken van kunstmatige intelligentie en blockchaintechnologie. Deze regeling bleek zeer succesvol: in 2020 werd meer dan €700 mln beschikbaar gesteld als durfkapitaal voor Europese startups. Ondersteuning in de vorm van durfkapitaal voor "deep tech", waaronder blockchain, zal in de periode 2021-



2027 worden doorgezet, aangevuld met steun vanuit het programma InvestEU [84].

### Resolutie van het Europees Parlement van 3 oktober 2018 over "distributed ledger"-technologieën en blockchains: vertrouwen opbouwen met desintermediatie



"Het Europees Parlement,

- benadrukt de mogelijkheden van DLT op het gebied van de controle van academische kwalificaties, versleutelde onderwijsdiploma's (bijv. "blockcerts") en systemen voor de overdracht van studiepunten;
- benadrukt dat het gebrek aan kennis van het potentieel van DLT de Europese burgers ervan weerhoudt innovatieve oplossingen te gebruiken voor hun ondernemingen;
- wijst op de noodzaak om organisaties op te richten zonder winstoogmerk, zoals onderzoekscentra die in DLT-technologie gespecialiseerde innovatiehubs moeten worden teneinde in de lidstaten op het gebied van deze technologie onderwijsfuncties uit te voeren;
- verzoekt de Commissie de haalbaarheid te onderzoeken van het opzetten van een EU-wijd, zeer goed schaalbaar en interoperabel netwerk dat gebruik maakt van de technologische middelen van onderwijsinstellingen in de Unie, teneinde deze technologie aan te wenden voor het delen van informatie en gegevens, en bij te dragen aan een meer doeltreffende erkenning van academische titels en beroepskwalificaties; moedigt de lidstaten ook aan gespecialiseerde curricula van universiteiten aan te passen opdat opkomende technologieën, zoals DLT, aan het studieaanbod kunnen worden toegevoegd;
- erkent dat de aandacht voor en het begrip van DLT moeten worden verbeterd om het vertrouwen in deze technologie te vergroten; roept de lidstaten op deze kwestie aan te pakken aan de hand van specifieke opleiding en training;

Naast door de EU gefinancierde blockchainprojecten beheert de Commissie ook proefprojecten van het Europees Parlement, zoals het European Blockchain Observatory & Forum (zie boven) en heeft ze EU-prijzen ingesteld, zoals de "Blockchain for Social Good prize".





Andere voorbeelden van projecten en rapporten: Blockchain4EU [87], Blockchain for digital government [88], Blockchain Now and Tomorrow [23], en DLTs for Social and Public Good [89] (een overzicht van lopende, door de EU gefinancierde blockchainprojecten wordt gegeven in Bijlage A; Bijlage B bevat een overzicht van voltooide, door de EU gefinancierde blockchainprojecten).

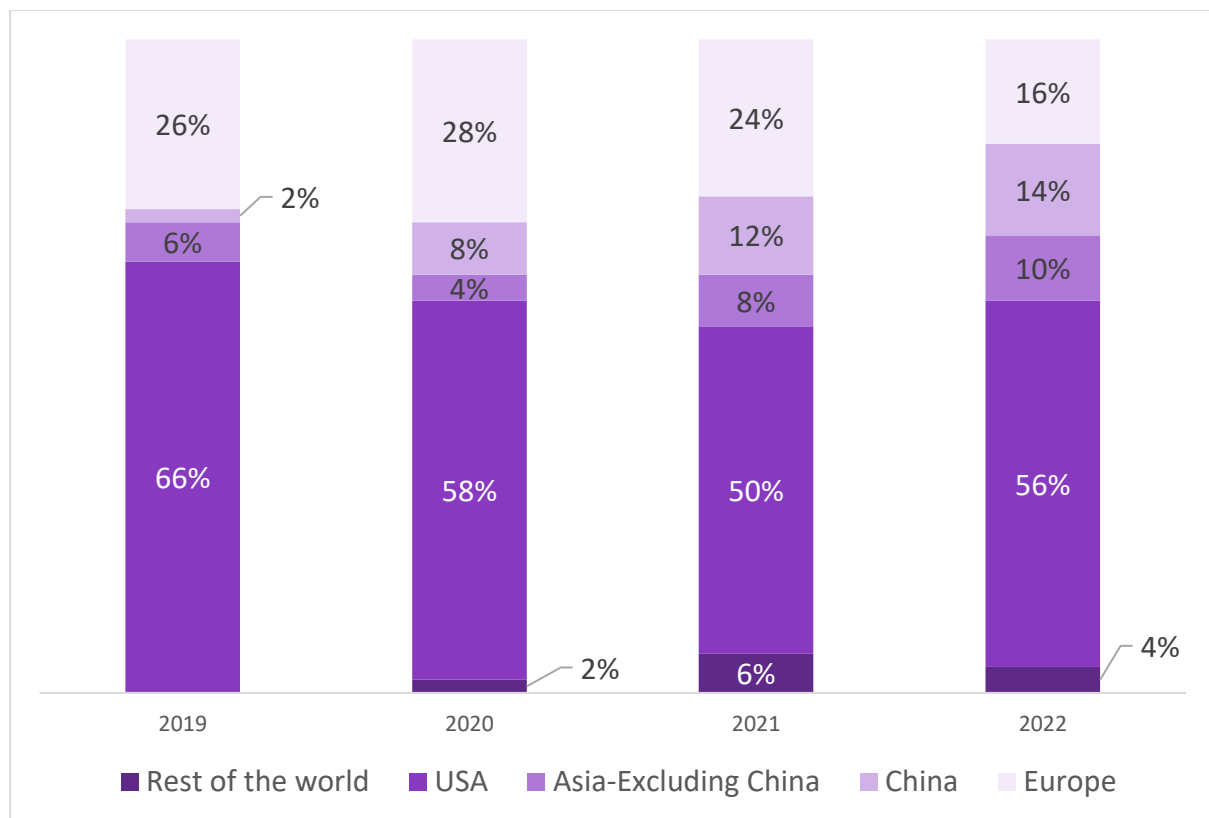
De ambitie van de EU om koploper en innoveerder te worden op het gebied van blockchaintechnologie vereist het opzetten van een infrastructuur in de openbare sector, het ondersteunen van normen voor interoperabiliteit, het bevorderen van juridische zekerheid, het financieren van onderzoek, het borgen dat de benodigde vaardigheden beschikbaar zijn, en dat economische ontwikkelingen afgestemd blijven op de duurzaamheidsagenda van de EU. Om deze ambitie te faciliteren houdt de EU zich bezig met een grote verscheidenheid aan initiatieven op meerdere niveaus, van strategische door de EU gefinancierde projecten en proefprojecten tot het financieren van specifieke projecten met meer beperkte schaal.



### III. DE STAAT VAN BLOCKCHAIN IN 2022 EN DE NABIJE TOEKOMST

Op basis van geanalyseerde gegevens die tussen 2018 en 2022 zijn verzameld uit bijdragen van bedrijven aan de Forbes Blockchain 50, kan worden geconcludeerd dat de meeste activiteit wat betreft het werken aan blockchain op dit moment in Azië plaatsvindt. In China bijvoorbeeld gaf President Xi Jinping al in 2019 aan dat blockchain "een belangrijke rol zal spelen in de volgende ronde technologische innovaties en industriële transformatie." [90] Desondanks blijft de VS met afstand de geografische regio met het grootste aantal bedrijven die zich met deze technologie bezig houden (Figuur 2).

Figuur 2. Blockchain-gerelateerde bedrijven per geografische regio.



Bron: eigen uitwerking op basis van [90].

De grote belangstelling voor blockchain in de VS heeft geleid tot een soort concurrentiestrijd tussen de twee grootste broedplaatsen voor bedrijven die zich met de technologie bezighouden: Silicon Valley in Noord-Californië en Silicon Alley in New York. In de Valley zijn bedrijven als Twitter en Adobe gevestigd, in de Alley vindt men onder andere Coinbase en J.P. Morgan. In 2019 was 24% van alle blockchainbelanghebbenden in de wereld gevestigd aan de westkust van de VS. In 2020 was dat 16%, in 2021 10% en in 2022 16%. In

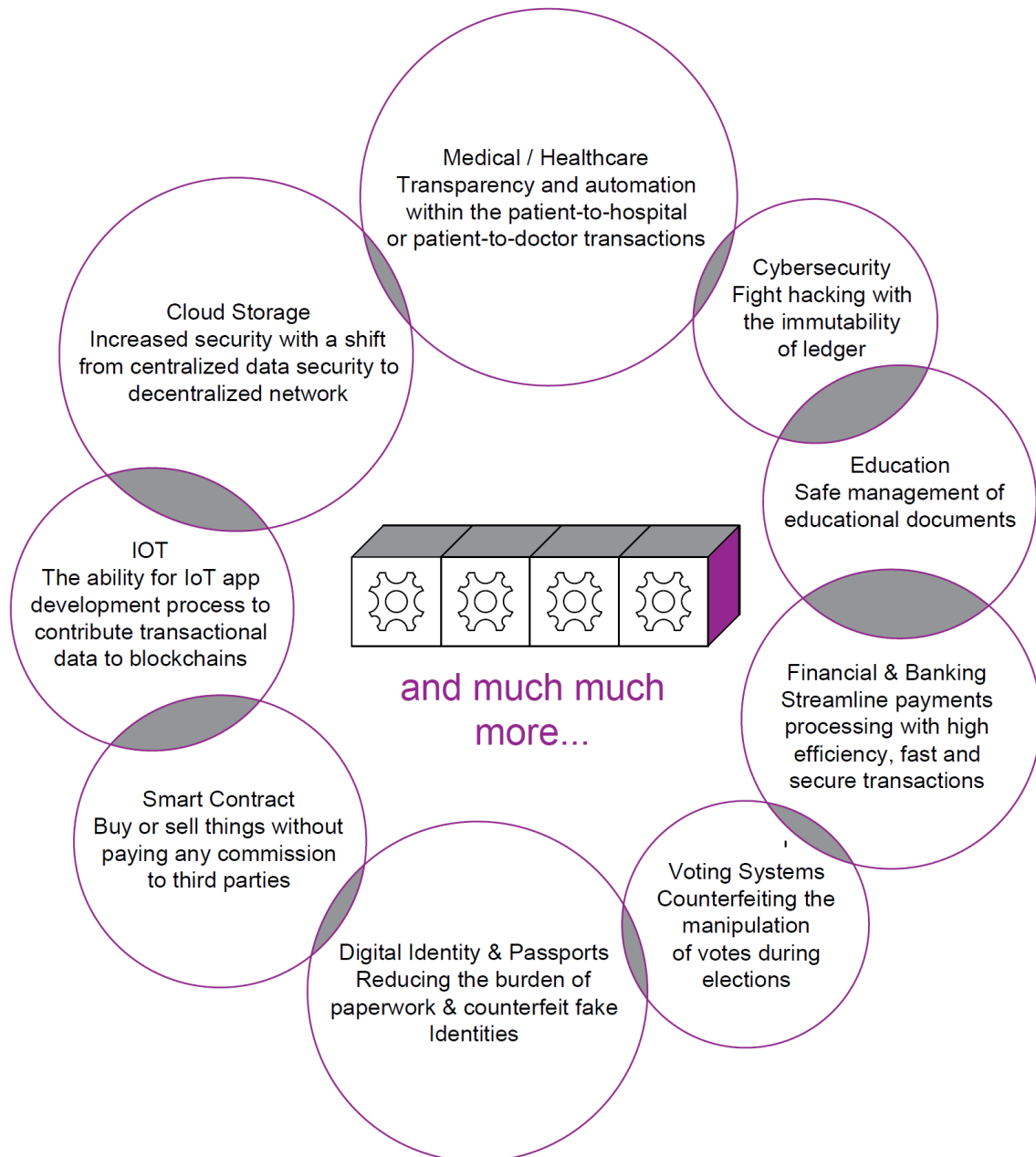


New York telde 16% in 2019, 16% in 2020, 10% in 2021 en 14% in 2022, waarbij de nadruk lag op financiële diensten en technologie. [90]

Kort na de eerste pogingen om de nieuwe technologie in te zetten voor oplossingen op andere gebieden dan cryptovaluta, werden er pogingen gedaan om een classificering op te stellen voor de bruikbaarheid van dit fenomeen voor financiële en niet-financiële oplossingen. [91] Een andere poging tot systematisering bestond uit groepering op basis van blockchainversies [92]. In deze tijd, met de veelzijdige, continu groeiende lijst aan toepassingsmogelijkheden, doen dit soort classificeringen aan als ontoereikend of onvolledig. [93] In Figuur 3 wordt een meer uitgebreid concept weergegeven.

Figuur 3. Belangrijkste toepassingsgebieden van blockchaintechnologie



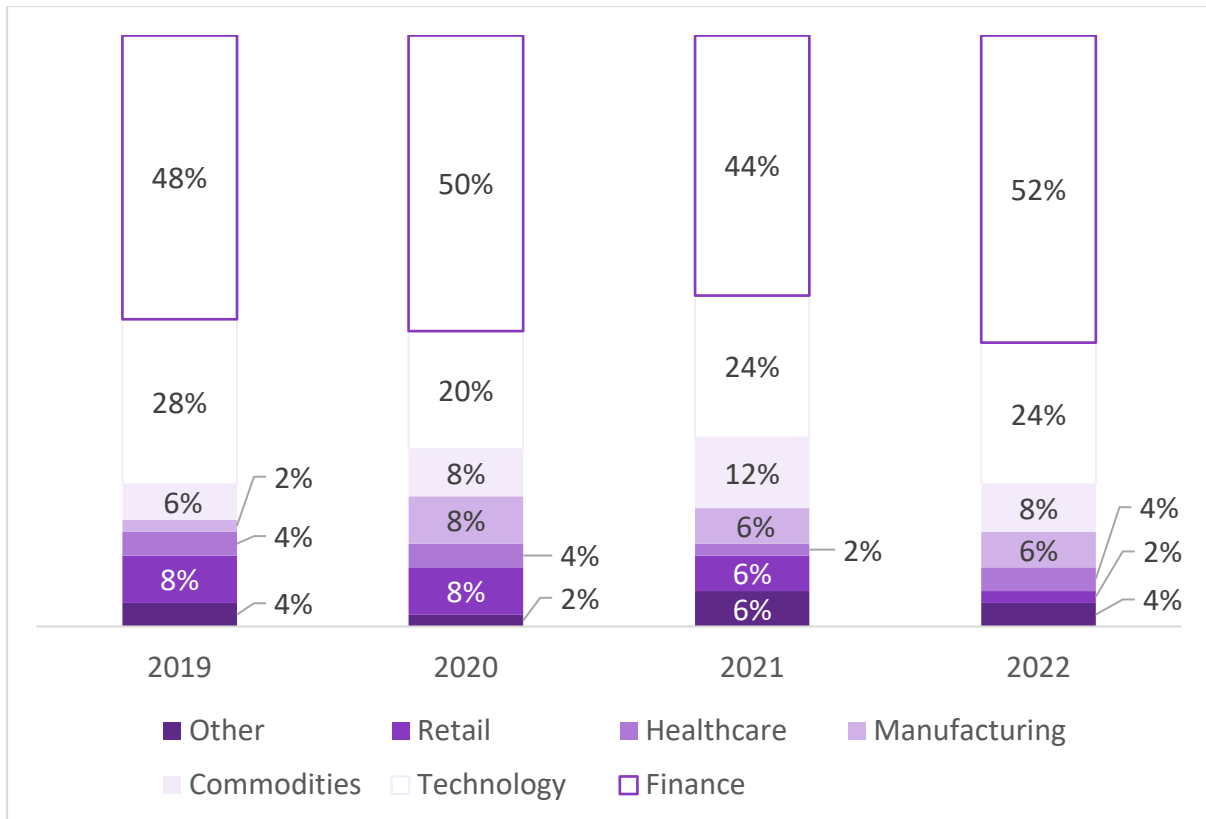


Bron: eigen uitwerking op basis van [94].

Onder de vijftig meest veelbelovende initiatieven op blockchaangebied uit 2018-2022 is verreweg de grootste en meest talrijke groep die van de financiële toepassingen, wat ongetwijfeld te maken heeft met cryptovalutamarkten. Op de tweede plaats vinden we technologie-toepassingen, zoals hardware, software en webapplicaties. Deze worden gevolgd door procesverbeteringen in toeleveringsketens, fabricage en de gezondheidszorg.

Figuur 4. Inzetgebieden blockchain





Bron: eigen uitwerking op basis van [90].

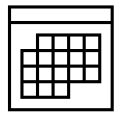
Figuur 4 bevestigt de stelling dat financiën op dit moment onbetwistbaar voorop loopt wat betreft het aantal bedrijven dat naar blockchain grijpt. Maar in welke specifieke subsectoren is de technologie het meest succesvol? Naar blijkt zijn dit de bancaire sector en de betalingssector, in die volgorde. Iets minder frequent is het gebruik van blockchain in de sectoren investering en deviezen. [90]

Kijkend naar de marktsituatie rondom blockchain kan men zeer positief zijn over de toekomstige ontwikkeling en verspreiding van deze technologie. Figuur 5 toont de situatie met betrekking tot niet alleen de technologie, maar ook de bijkomende oplossingen en fenomenen. In al deze gebieden – de betrokken landen, de ontwikkeling van ICO's, de groeiende belangstelling vanuit banken, enzovoorts – is een zeer dynamische groei zichtbaar.

In de eerste paar jaar na de verschijning van cryptovaluta nam de bancaire sector als geheel een zeer sceptische en zelfs vijandige houding aan jegens het nieuwe fenomeen. Sindsdien is dit echter geleidelijk aan veranderd, en vandaag ziet men dat banken af en toe pogen om zich te mengen in het bemiddelen van cryptovalutatransacties. Ook ten opzichte van blockchain is de houding veranderd: 's werelds grootste banken hebben zich aangesloten bij de digitale race en zoeken actief naar kansen op dit gebied door middel van onderzoek en het testen van innovatieve toepassingen. [91]

Figuur 5. Blockchaintechnologie en marktontwikkeling





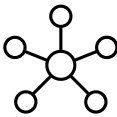
Het gemiddeld aantal maandelijkse ICO's ging van

8 naar  
**200**



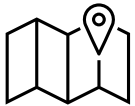
Ethereum groeide met een factor van

**50**



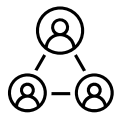
ICO-investeringen namen toe met een factor van

**16**



**14**  
landen

onderzoeken de mogelijkheden voor officiële cryptovaluta



**\$2,1**  
mld

Mondiale uitgaven voor blockchainoplossingen in 2018

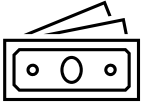
**3x**

Het aantal vacatures op LinkedIn met betrekking tot blockchain is in 2021 meer dan verdrievoudigd



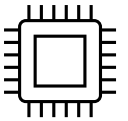
**\$20**  
mld

Voorspelde waarde van de mondiale blockchainmarkt in 2024



**69%**

Banken die op dit moment experimenteren met blockchaintechnologie



**33%**

Bankiers die verwachten dat blockchain in 2023 commercieel wordt toegepast



**\$8-**  
**\$12**  
mld

Aangegeven potentiële jaarbesparing voor banken met behulp van blockchaintechnologie



Bron: eigen uitwerking op basis van [86].

Zelfs de significante schommelingen en de onvoorspelbaarheid van de cryptomarkten [95] vormen op dit moment geen belemmering waardoor de verspreiding van blockchain in het geding zou kunnen komen, aangezien de vele voordelen die de technologie kan opleveren over een breed scala aan sectoren verspreid liggen en zeer divers van aard zijn. De belangrijkste hiervan worden in Figuur 6 getoond.

Figuur 6. Belangrijkste eigenschappen van blockchaintechnologie

Registreert en valideert elke uitgevoerde transactie,  
dus veilig en betrouwbaar



Maakt derde partijen bij peer-to-peer-transacties overbodig



Gebruikers hebben de controle over al hun informatie en transacties



Co-funded by  
the European Union

Project Generation Blockchain, projectnummer:  
2021-1-PL01-KA220-HED-000031176

- ★  
Compleet, consistent, snel, nauwkeurig en op grote schaal beschikbaar
- ★  
Verkort transactietijden tot minuten en transacties worden 24/7 verwerkt
- ★  
Gedecentraliseerd systeem, dus minder risico op hacken

Bron: eigen uitwerking op basis van [94].

De implementatie van blockchainprojecten geschiedt met zeer diverse groepen, van een handvol mensen tot duizenden medewerkers. Het is dan ook lastig om in deze zin over trends te spreken; informatie over dit onderwerp is moeilijk te vinden. Bedrijven lopen tegen het probleem aan dat het moeilijk is om medewerkers ondubbelzinnig als specialist op dit gebied aan te wijzen. Hoe dan ook geldt dat dit soort groepen meestal uit 50 tot 200 mensen (22% van het totaal) of 10 tot 49 (18% van het totaal). Als men enkel kijkt naar de vijftig meest veelbelovende blockchaininitiatieven die Forbes verzamelde en publiceerde [90], hebben deze in 2022 samen al een kapitalisatie van \$6,3 bln (ondanks een afname van 35% ten opzichte van het voorgaande jaar, 2021). De mediaan voor 2022 was \$66 mld.

De toekomst ziet er eveneens rooskleurig uit. Volgens een berekening door Gartner [97] met behulp van een nieuwe waardevoorspellingsmethode zal de totale toegevoegde waarde als gevolg van de implementatie van blockchain in 2025 neerkomen op \$176 mld, en meer dan \$3,1 bln in 2030. Uit meer recente publicaties (bijvoorbeeld [90, 98]) blijkt dit echter een enorme onderschatting: de ontwikkelingssnelheid van blockchain overstijgt alle verwachtingen.

## VOORBEELDEN VAN TOEGEPASTE BLOCKCHAINTECHNOLOGIE DOOR GROTE BEDRIJVEN



Blockchain met name gebruikt in toeleveringsketens om de traceerbaarheid en versheid van voedsel te verbeteren. De eerste stappen werden al in 2017 gezet. [99]



Carrefour maakt ook gebruik van blockchain om de voedseltoeleveringsketen te bewaken. De eerste tests werden in 2017 uitgevoerd. In 2018 werd het systeem voor het eerst in de praktijk ingezet om de Europese toeleveringsketen voor kip te bewaken. Een jaar later werd dit verder ontwikkeld en uitgebreid naar nog eens vier voedselproducten. In 2022 werd de technologie uitgebreid naar alle producten in het hogekwaliteitsaanbod van Carrefour. [100]



Amazon heeft een volledig beheerde service gecreëerd en uitgegeven: de Amazon Managed Blockchain. Met gebruik van de opensource platforms Hyperledger Fabric en Ethereum maakt deze blockchain het makkelijk voor partijen om zich aan te sluiten bij openbare netwerken of schaalbare privénetwerken te creëren en beheren. [101]



Alibaba Group heeft een digitale BaaS gelanceerd (Blockchain as a Service). Deze wordt gebruikt om een veilige, stabiele blockchainomgeving te bouwen. De technologieën die hierdoor worden ondersteund: Hyperledger Fabric, Ant Blockchain en Quorum. [102]



In 2017, werd Nestlé een van de oprichters van de IBM Food Trust. Dit was het moment waarop het bedrijf begon met het testen en op kleine schaal in de praktijk gebruiken van blockchaintechnologie. Sindsdien heeft Nestlé het gebruik van de technologie uitgebreid en verbreed om de transparantie van meer "gevoelige" voedselproducten, zoals babyvoedsel, te verbeteren. [103]







Home Depot maakt gebruik van de blockchainoplossing van IBM om vertrouwensproblemen in de toeleveringsketens te verhelpen. Door uitstel en andere problemen die niet in realtime konden worden gevolgd daalde het bedrijf in de achtig van haar klanten. Dankzij blockchaintechnologie werd de transparantie van alle processen vergroot en werd het mogelijk gemaakt om verzendingen in realtime te volgen, zonder dat daarbij allerlei extra handelingen, moeizaam opbouwen van vertrouwen en handhaving van samenwerkingsnormen nodig waren. [104]



Om de authenticiteit van diamanten te controleren en hun oorsprong via tussenpersonen en het vervoer naar de winkel te herleiden, besloot De Beers om een speciaal Tracr™-platform te ontwikkelen en in de praktijk te brengen, gebaseerd op een gedistribueerd blockchainsysteem. Het onderzoek en de eerste tests werden in 2018 uitgevoerd. [105]



Om de uitdagingen van de digitale revolutie het hoofd te bieden richtte de Zweedse fabrikant en -distributeur van meubels en accessoires een ontwerp- en innovatielab op met de titel Space10. Dit lab richt zich onder andere op de mogelijkheden voor het effectief gebruik van technologieën zoals kunstmatige intelligentie, blockchain en IoT. Het project Everyday Experiments gebruikt het visuele concept van kunstmatige intelligentie, waarbij blockchain wordt ingezet voor het delen van informatie over individuele producten en materialen (bijvoorbeeld hoe en waar ze gemaakt zijn). [106, 107]



**De meest recente voorbeelden van succesvolle commerciële implementaties van blockchain in 2022 zijn te vinden in een overzicht van Forbes getiteld "Forbes Blockchain 50 2022". Dit overzicht is gratis online beschikbaar via:**

**<https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2022/02/08/forbes-blockchain-50-2022/> [90]**



## IV. BLOCKCHAIN IN HET ONDERWIJS

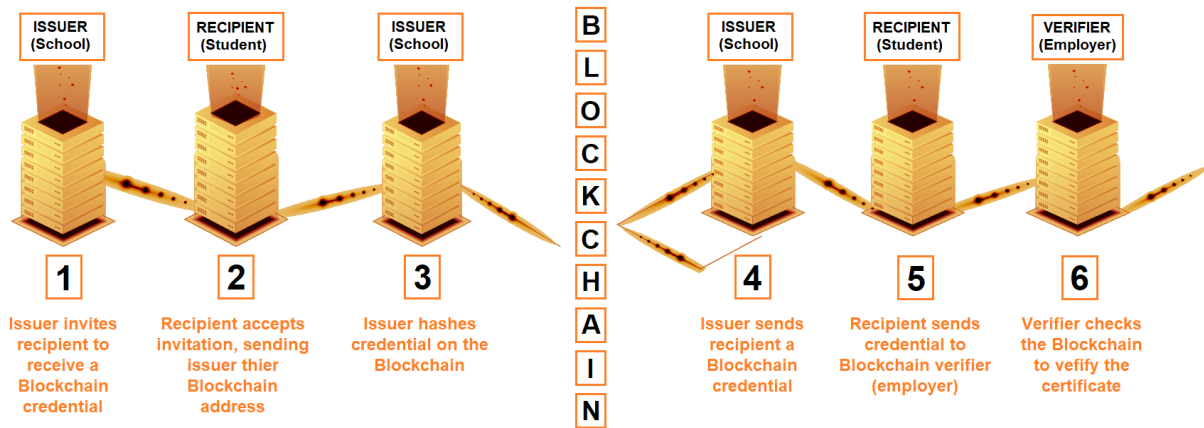
Blockchain is een nieuw paradigma voor gegevensbeheer en onderwijs. Veel onderzoekers zijn van mening dat dit een nieuwe megatrend is in de digitale wereld. [108] Maar is er ook een grote rol voor weggelegd in onderwijsprocessen? Het antwoord is ongetwijfeld ja, op meerdere niveaus. Er liggen bijvoorbeeld toepassingen in de organisatie van onderwijs, bijvoorbeeld door het opzetten van gedecentraliseerde platforms met cijfers, documenten of diploma's van studenten en afgestudeerden, of de authenticatie en veiligheid van processen rond de verificatie van kennis, zoals tentamens. [109] Daarnaast vormt het zelf waardevolle kennis die kan en zelfs moet worden onderwezen.

Blockchain gaat nauw samen met andere technologieën zoals kunstmatige intelligentie, IoT en Big Data. Deze oplossingen zijn langzamerhand aan het doordringen in de onderwijspraktijk, bijvoorbeeld door middel van technische ondersteuning voor becijfering, toezicht of profilering. Dit alles kan de indruk wekken dat deze technieken, ondanks hun onbetwiste voordelen, cultureel invasief zijn en ernstige ethische vraagstukken met zich meebrengen. De traditionele overdracht van kennis, voornamelijk door middel van scholen en universiteiten, is een aloude, gewaardeerde en belangrijke bepalende factor die staat voor intellectuele ontwikkeling, voortgang en de verbetering van het dagelijks leven. Aan de andere kant geldt echter ook dat opleidingsinstellingen, om effectief te kunnen functioneren in een moderne, dynamische en convergente omgeving, een open en zeer dynamische houding moeten aannemen in het absorberen van nieuwe ideeën en innovaties, met name vanuit de ICT. [110]

Ondanks haar enorme potentieel en de zeer expansionistische en annexationistische aard blijft blockchain voorlopig het sterkst verbonden met ICT en de economie. Het kan als volgt worden beschreven: "Een database, vergelijkbaar met een kadaster van vastgoedtitels, uitgebreid naar evenementen, convenanten, octrooien, licenties en andere permanente registers. Deze zijn allemaal vanuit het beginpunt van de serie wiskundig "samengehasht", waarbij elke registratie op gedecentraliseerde internetnodes wordt gedistribueerd en gepubliceerd" (oorspronkelijk citaat in het Engels) [108]. De meest belangrijke functie ervan blijft het afrekenen met de onzekerheid over de authenticiteit van identiteit en informatie, dankzij het feit dat deze gegevens door alle betrokken partijen worden gedeeld en het gebruik van aanvullende, zorgvuldig ontworpen maar zeer krachtige virtuele cryptografische hulpmiddelen. [112] Figuur 7 toont een voorbeeld van dit soort authenticatieketen op basis van "micro-credentials" in de relatie tussen school, student en werkgever.



Figuur 7. Keten van micro-credentials



Bron: eigen uitwerking op basis van [113].

Het ondersteunen van onderwijs door de implementatie van op blockchain gebaseerde oplossingen zal het nodig maken om zeer gevoelige persoonsgegevens in een gedecentraliseerd netwerk op te slaan en te beheren. Dit feit betekent dat er zo veel mogelijk moet worden ingezet op het minimaliseren van elk risico op ongeoorloofde toegang door onbevoegde partijen. Hiermee rijst de vraag of dit soort informatie mogelijk zou moeten worden beveiligd volgens door deskundigen ontwikkelde, gevestigde systeemvoorschriften. Goede praktijken op dit gebied zien we bijvoorbeeld in India, waar de zogenaamde "SDPI Principles" (Processing of Personal Data/Information and/or Sensitive Personal Data/Information) al in 2011 werden ingevoerd [114, 115]. Op basis van deze principes moeten bedrijven en andere instellingen die gevoelige persoonlijke gegevens in elektronische vorm verzamelen, in bezit hebben, opslaan of verwerken aan een aantal wettelijke principes voldoen. Dit betekent dat een onderwijsinstelling die blockchaintechnologie wil gebruiken de studenten/leerlingen moet informeren over de implicaties van het gebruik van dit hulpmiddel, zoals het feit dat de informatie wanneer deze eenmaal is opgeslagen niet meer kan worden verwijderd [116].



**Harvard Business Review**

"De technologie met de grootste kans om het zakenleven voor het komende decennium te veranderen is niet het sociale web, big data, de cloud, robotica of zelfs kunstmatige intelligentie. Het is de blockchain: de technologie achter digitale munten zoals Bitcoin." [117]

Blockchain is constant in ontwikkeling. Verbeteringen en veranderingen worden doorgevoerd in niet alleen de broncode en ICT-architectuur, maar er



komen ook steeds nieuwe toepassingsgebieden bij [118, 119]. Deze multidimensionale evolutie is onderling verbonden en wederzijds stimulerend. De fasen worden weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Evolutie van blockchaintechnologie

NIVEAU	TOEPASSING
Blockchaintechnologie 1.0	Cryptovaluta als peer-to-peer betalingssysteem
Blockchaintechnologie 2.0	Toepassingen in aandelen, obligaties, leningen, smart property en smart contracts, dapps (Decentralized Applications), DAOs (Decentralized Autonomous Organizations), DACs (Decentralized Autonomous Corporations)
Blockchaintechnologie 3.0	Overheden, gezondheidszorg, onderwijs, wetenschap, alfabetisering, cultuur, cyberveiligheid, IoT, webdiensten, stemmen, toeleveringsketens en kunst
Blockchaintechnologie 4.0	Voor bedrijven bruikbaar platform voor het creëren en laten draaien van applicaties, waardoor de technologie volledig "mainstream" wordt

Bron: eigen uitwerking op basis van [112, 120].

In de meeste gevallen wordt de betreffende technologie in het onderwijs hoofdzakelijk gebruikt ter ondersteuning van administratieve en onderwijsprocessen of in de context van administratieve interacties met studenten [121] (bv. "in blockchainsystemen beheerde smart contracts zouden voorwaarden kunnen stellen waaronder een student een certificaat van een verstrekker ontvangt, en een serie van dergelijke contracten zou dan een volledige studie kunnen vormen. Naarmate deze studenten dichterbij het voltooien van hun studie komen, kunnen hun blockchain dossiers automatisch worden gevolgd en in realtime met potentiële werkgevers worden gedeeld" (oorspronkelijk citaat in het Engels) [122]). Al zeer vroeg waren er succesvolle initiatieven in het ondersteunen van de technische aspecten van het onderwijs door middel van blockchain. Neem bijvoorbeeld de succesvolle implementatie door een Japans bedrijf in februari 2016, waarmee werd gezorgd voor een "open en veilig delen van academische vaardigheden en voorang" (oorspronkelijk citaat in het Engels) [123].

Vergelijkbaar met authenticering in cryptovalutatransacties kan blockchain in het onderwijs bevorderend en garanderend werken voor openheid, gelijkwaardigheid, veiligheid, toegankelijkheid, efficiëntie en zelfs eerlijkheid [124]. Een aantal van de meer geavanceerde overwegingen hebben geleid tot meer avontuurlijke, abstracte projecten. Eén zo'n project is de tokenisering van leeropbrengsten, bijvoorbeeld in de vorm van digitale eenheden die



worden verdiend door het voltooien van specifieke taken, die in speciale digitale "leerportfolio's" kunnen worden opgeslagen. De hoeveelheid in een bepaalde tijdsspanne verdiende eenheden zou als basis kunnen dienen voor promotie en becijfering. [125]



## WOOLF – S' WERELD'S 1e BLOCKCHAINUNIVERSITEIT

# WOOLF/

"Als de allereerste volledig op een blockchainarchitectuur gebaseerde universiteit belooft Woolf de economie van het hoger onderwijs te verstoren door het bieden van nieuwe kansen aan zowel studenten als academici" (oorspronkelijk citaat in het Engels) [126].

Een groep academici uit Oxford heeft het initiatief genomen om de eerste universiteit ter wereld op te zetten die organisatorisch gebaseerd is op blockchaintechnologie. Zo werd WOOLF University opgericht. Blockchain wordt gebruikt om consequentheid te borgen op het gebied van regelgeving, regelgeving na te leven, bureaucratische processen te minimaliseren of zelfs volledig weg te nemen door middel van gecomputeriseerde automatisering, en de gevoelige gegevens van studenten op effectieve wijze te beheren en beschermen terwijl hun prestaties en opgedane vaardigheden worden geauthentiseerd. Het lesmateriaal bestaat hoofdzakelijk uit Oxbridge-stijl tutorials. [126, 127]

"uber voor studenten en airbnb voor academici"[128]

"Ik hoop ten eerste dat dit de toekomst van het onderwijs is. Woolf streeft naar het oplossen van twee grote problemen in het hoger onderwijs: adjunct-onderwijs en toegang voor studenten."  
– Joshua Broggi, Oprichter en directeur van Woolf. [128]

Fraude met betrekking tot school en academische dossiers is wereldwijd een ernstig probleem. Uit onderzoek blijkt dat jaarlijks in de VS meer dan 100.000 hogeronderwijsdiploma's worden verkocht [129] (waarbij moet worden opgemerkt dat een groot deel hiervan kan bestaan uit documenten ter certificatie van een doctorsgraad). Dat dit aantal zo hoog ligt laat zien hoe slecht het is gesteld met de veiligheid van deze documenten en hoe lang en moeilijk het proces is om de authenticiteit ervan te bepalen. Dit heeft te maken met de vele manieren waarop dit soort fraude kan worden uitgevoerd: het kopen van een fictief document van een fictieve school, het kopen van een document dat een vervalsing van een origineel betreft, het op illegale wijze kopen van een origineel document van een bestaande onderwijsinstelling, of het kopen van een diploma of afstudeerbewijs van een fictieve universiteit die in feite niet meer is dan een commercieel bedrijf dat aan de lopende band academische documenten print [130]. Al deze praktijken zijn zeer gevaarlijk en vormen een serieus gevaar voor de levens en gezondheid van mensen, zeker wanneer een persoon met een vals diploma wordt aangesteld in een belangrijke functie. Het is een schrikbarend feit dat, zo blijkt uit gegevens die



werden verzameld bij een studie van Ohio State University, er alleen al in de Verenigde Staten maar liefst twee miljoen artsen werkzaam zijn op basis van valse diploma's of vergunningen. [131]

Ondanks verscheidene initiatieven om dit soort praktijken te verminderen is hier weinig in bereikt. Blockchain kan hier echter van grote betekenis zijn: op basis van een gedecentraliseerde en transnationale verificatie-infrastructuur kan deze technologie voorkomen dat frauduleuze personen zich als deskundige voor kunnen doen. Een blockchainoplossing op mondiaal niveau zou het mogelijk maken om elke medewerker te verifiëren en de geldigheid van hun diploma's realtime vanaf elke locatie wereldwijd te controleren. [132]





## V. HOE MOET BLOCKCHAIN WORDEN ONDERWEZEN? PRAKTIJKEN, CONCEPTEN EN ERVARINGEN

Eén van de fundamentele kenmerken van informatiegemeenschappen is dat er constant professionele vaardigheden beschikbaar moeten zijn en er gezorgd moet worden dat omscholing makkelijk en snel kan plaatsvinden [133]. Hoe belangrijker de positie en waarde van een medewerker op de arbeidsmarkt, hoe belangrijker het is dat ze hun kennis blijven uitbreiden en ervaring op blijven doen. In de wereld van high-tech deskundigen gaan de veranderingen enorm snel. Wat gisteren nog cruciaal was en concurrentievoordeel opleverde is vandaag achterhaald. Vanuit het oogpunt van werkgevers verliest een deskundige die het consequent nalaat om nieuwe dingen te leren, snel zijn waarde.

Een sector die zowel ICT als economische kennis behelst en die gekenmerkt wordt door enorme dynamiek op het gebied van de praktische toepassingscasussen, met nog grotere ontwikkelingsmogelijkheden in de nabije toekomst, is blockchain. Uiteraard is het, afhankelijk van de specifieke behoeftes, niet nodig om alle kennis met betrekking tot deze technologie te absorberen, alleen de algemene informatie en het specifieke gedeelte dat voor de uitvoering van de betreffende taak nodig is. Maar ondanks het feit dat "Blockchain een nieuwe maar krachtige tool is die de potentie heeft om onze benadering tot financiën, techniek en - misschien nog wel het belangrijkste - wetgeving totaal te veranderen (...) zijn de educatieve middelen onvoldoende" (oorspronkelijk citaat in het Engels). [134]

Om een deskundige te zijn op dit gebied is echter diepgaande kennis nodig over alle aspecten van blockchain, van de geschiedenis ervan en het fundamentele werkingsprincipe tot de rol die blockchain speelt in cryptovalutasystemen, start-ups en nieuwe projecten tot het vermogen om nieuwe code op effectieve wijze te "lezen," wijzigen en schrijven. Daarnaast is het, om effectiever naar nieuwe mogelijkheden te zoeken, nodig om te leren over alle mogelijke interdisciplinaire combinaties van deze oplossing met andere velden, en om constant op de hoogte te blijven van technische innovaties en je vaardigheden te ontwikkelen in de praktijk.

Het concept waarmee blockchain in zes stappen te leren valt doet dan ook zeer interessant aan:

- STAP 1: basale kennis over blockchain en de principes van de technologie (definities, kenmerken, soorten blockchains, smart contracts);
- STAP 2: hoe op blockchain gebaseerde platforms van grote bedrijven functioneren (e.g. Hyperledger, Ethereum, Corda),





- STAP 3: de rol van blockchain in het verbeteren van verschillende diensten, technologieën en economische velden (welke oplossingen zijn beter, wat voor initiatieven zijn er op dit moment gaande, hoe zal de financiële dienstverlening in de nabije toekomst veranderen);
- STAP 4: schrijf je in voor een professionele, erkende cursus over blockchain (leer hoe blockchain jouw bedrijf kan verbeteren, ontvang een diploma voor het voltooien van de cursus, behandel de opgedane kennis als kapitaal);
- STAP 5: zoek naar kansen om je kennis in te zetten en vind potentiële gebieden in jouw sector waar blockchain voor verbetering kan zorgen (streef naar zelfverbetering en zelfeducatie, voer onderzoek uit en houd het nieuws bij);
- STAP 6: verken en lees over bedrijfstransformaties met behulp van blockchain (onderzoek de op de markt beschikbare oplossingen, ga na hoe het proces van de blockchainimplementatie in nieuwe instellingen en bedrijven is verlopen).



“Blockchain is de manier waarop de wereld werkt volledig aan het veranderen. Als je ooit een huis hebt gekocht, heb je waarschijnlijk een enorme stapel papieren voor allerlei verschillende betrokkenen en belanghebbenden moeten tekenen om die koop waar te maken. Als je ooit een voertuig hebt laten registreren, weet je uit eigen ervaring hoe moeizaam dat proces kan zijn. Om nog maar niets te zeggen over hoe ontzettend lastig het kan zijn om je medische dossier te volgen” (oorspronkelijk citaat in het Engels). [136]

Dit concept suggereert een differentiatie op het niveau van de initiatie, niet alleen vanwege de moeilijkheidsgraad maar ook de scala aan gewenste kennis. Vanuit economisch perspectief is het door deze aanpak onnodig om specialisaties te creëren, omdat de aanpak niet alleen volledig lijkt, maar ook utopisch: hij is gericht op veelzijdig leren en het verkrijgen van vaardigheden die een zeer kleine groep mensen bezit en die over een zeer lange termijn zijn verzameld. Ondanks de relatief correcte holistische dekking van economische aspecten en de bepaling van de functionele aannames en toepassingen van blockchain is de zesstapsmethode geen effectief of haalbaar onderwijsmodel, en kan dit ook nooit zijn: het is slechts een hulpmiddel dat verschillende mates van kennis aangeeft.

Er zijn veel praktische modellen voor het onderwijzen van blockchain. De belangrijkste aannames van deze modellen zijn in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3. Voorbeelden van onderwijsmodellen voor blockchain

INSTELLING	vak (V) / studie (S)	fysiek (F) / online (O)	meerlagig	gespecialiseerd	aanvullende materialen	introductiecursus	kwesties m.b.t. cryptovaluta	certificaat, diploma
iMi, [137]	V	O	ja	nee	ja	ja	ja	ja
CEBP, 101blockchains, [138]	V	O	nee	nee	ja	ja	ja	ja
Coursera, Princeton University, [139]	V	O	nee	nee	nee	nee	ja	ja
edX, Berkeley University of California, [140]	V	O	nee	ja	ja	nee	ja	ja
Udemy, [141]	V	O	nee	ja	nee	nee	ja	ja
Columbia Engineering, [142]	V	O	nee	ja	ja	nee	ja	ja
IMD, [143]	V	O	nee	nee	ja	nee	ja	ja
Universiteit van Kaapstad, [144]	V	O	nee	nee	ja	nee	ja	ja
NUS, National University of Singapore [145]	S/C	F/O	nee	ja	ja	nee	ja	ja
RMIT, Royal Melbourne Institute of Technology [146]	S	F/O	nee	nee	ja	nee	ja	ja
UZH, University of Zurich, [147]	anders	F	nee	ja	nee	nee	ja	ja
MIT, Massachusetts Institute of Technology, [148]	V	O	nee	ja	ja	nee	ja	ja
Hong Kong Polytechnic University, [149]	S	F	nee	ja	ja	nee	ja	ja
UCL University College London, [150]	S/C	F/O	nee	ja	ja	ja	ja	ja
CUHK, Chinese University of Hong Kong [151]	S	F	ja	ja	ja	nee	ja	ja
UNSW Sydney [152]	S	F	nee	nee	nee	nee	ja	ja
California State University, Chico [153]	V	O	ja	nee	nee	nee	ja	ja



Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Tabel 3 is onderverdeeld in 9 onderdelen. De zoektocht naar onderwijsonderdelen waarin blockchain werd onderwezen is uitsluitend via het Internet uitgevoerd. Hierbij werd rekening gehouden met de volgende aspecten:

- Wordt de inhoud als vak of andere officiële studie gegeven (andere vormen dienen als onprofessioneel en onbetrouwbaar te worden beschouwd, en zijn dan ook niet in beschouwing genomen)?
- Vindt het onderwijs uitsluitend op afstand plaats – m.a.w. bestaat de mogelijkheid tot traditionele kennisoverdracht op locatie?
- Meerlagige aard van de aangeboden didactische inhoud – m.a.w. is er speciaal materiaal voor beginners, intermediaire en gevanceerde studenten/leerlingen, of is er één verzameling materiaal opgesteld voor alle belangstellenden?
- Specialisatie – m.a.w. afstemming van het materiaal op een specifieke doelgroep (bv. een bepaalde beroepsgroep) Is het materiaal thematisch gegroepeerd voor verschillende vakken/studies?
- Beschikbaarheid van aanvullend lesmateriaal, bijvoorbeeld webinars, podcasts, YouTube-video's of op e-learningplatforms gepubliceerde documenten, etc.
- Heeft de aanbieder een introductievak voorbereid om de gebruiker van zeer fundamentele basiskennis te voorzien? Dit is met name belangrijk bij online onderwijs.
- Bevat het vak/studie onderwerpen of gespecialiseerd materiaal over cryptovaluta en de cryptovalutamarkt?
- Certificering voor het afronden van de cursus met een passend en betrouwbaar document (certificaat of diploma).

Platforms zoals Udemy of edX bevatten een verscheidenheid aan vakken die meestal door academische instellingen worden gesteund. De tabel bevat gegevens met betrekking tot specifieke voorbeeldvakken. In sommige gevallen werd blockchain aangeboden in een andere vorm dan als vak of opleiding, bv. als keuzevak. Zo werden er aan de Universiteit van Zurich bijvoorbeeld colleges gegeven over blockchainprogrammeren. De meeste vakken duurden 5 à 6 weken, maar er werden ook mini-vakken van enkele uren gegeven (Nanyang Technological University gaf bijvoorbeeld een vak van 8 uur getiteld "NTU-FTA Series – Enterprise Blockchain", dat online werd gegeven en eindigde met een certificaat). Er is echter naar gestreefd om deze in deze compilatie buiten beschouwing te laten. Universiteiten boden studies van 1 à 2 jaar (afhankelijk van de organisatie). University College Londen had het meest gebalanceerde onderwijsaanbod: een gratis online cursus voor beginners ("Introduction to Blockchain and Distributed Ledger Technology (DLT)"), een gecertificeerde professionele cursus("DEC, Online Certifications for

Blockchain, Digital Assets & Web3 Professionals"), en ingenieursopleidingen (master "Emerging Digital Technologies") en economen (master "Financial Technology") [150]. Alleen de Chinese University of Hongkong bood meerlaagse studies die voortzetting en nadere verkenning mogelijk maakten: post-hbo-opleidingen en promotieonderzoek [151].

In 2021 voerde het internationale platform CoinDesk [155] een onderzoek uit onder 230 universiteiten om een algemene ranglijst op te stellen van onderwijs waarin blockchain is opgenomen. De betreffende instellingen waren verspreid over alle continenten, behalve Antarctica. De methodologie bestond uit evaluatie op basis van vijf criteria: kwaliteit en bijdragen aan onderzoek op het gebied van blockchain, educatief blockchainedaanbod, samenwerking met beoefenaars en bedrijven, studiekosten en academische reputatie van de instelling. Op basis van de resultaten is een kaart opgesteld waarop de geografische locatie van de meest vooraanstaande universiteiten op het gebied van blockchain worden aangegeven. Deze kaart is hier opgenomen als figuur 8.

Figuur 8. Locatie van universiteiten die onderwijs aanbieden op het gebied van blockchain



Bron: [156].

De grootste concentraties van deze instellingen werden in de VS, Azië en Europa gevonden. Dit feit is ook zichtbaar in de groeiende belangstelling voor en het toenemende aantal toepassingen van blockchaintechnologie in deze regio's. De top-5 van deze ranglijst (instellingen die meer dan 90 punten scoorden op een schaal van 0 tot 100) wordt in Tabel 4 weergegeven. Interessant is dat in slechts 9% van de gevallen de mogelijkheid bestond op een bachelor- (6%) of masterdiploma (3%). [156]

Tabel 4. Top 5 universiteiten op het gebied van blockchain



POSITIE	INSTELLING	SCORE
1	National University of Singapore	100.00
2	Royal Melbourne Institute of Technology	97.65
3	University of California Berkeley	93.26
4	University of Zurich	91.66
5	Massachusetts Institute of Technology	91.57

Bron: [156].

Het internet bevat een grote verscheidenheid aan mogelijkheden om zelfstandig kennis over blockchain op te doen. Een van de meest populaire en uitgebreide opties is de officiële website van IBM over blockchaintechnologie. Deze website bevat een grote hoeveelheid gratis materiaal en hulpmiddelen, zoals publicaties, posts, webinars, YouTube-video's, nieuwsbrieven, een blog, etc.

Volgens deskundigen van de AACSB ("een mondiale organisatie zonder winstoogmerk die onderwijzers, studenten en bedrijven bij elkaar brengt voor één gedeeld doel: het creëren van de volgende generatie grote leiders") kan succesvol blockchainonderwijs worden bewerkstelligd door middel van samenwerking tussen beoefenaars, economen en computerwetenschappers. De combinatie van deze drie kennisbronnen moet worden afgestemd op het specifieke studiegebied: weinig economie en veel computerwetenschap voor ingenieurs, computerwetenschappers en technisch specialisten, en juist veel economie, veel casusanalyses en een beperkte hoeveelheid computerwetenschap voor economen en bestuurders in spe. Met betrekking tot deze laatste groep valt, met oog op mogelijke professionele taken die in de toekomst moeten worden uitgevoerd, de conclusie te trekken dat slechts een kleine fractie van afgestudeerden in bedrijfskunde en management behoefte zullen hebben aan geavanceerde cryptografiemechanismen of het programmeren op hoog niveau onder de knie zullen moeten krijgen. Om op effectieve wijze in de markt te kunnen opereren en deel te nemen aan samenwerkingsverbanden gebaseerd op blockchain of waarbij blockchain betrokken is, is voor het grootste deel een technische basiskennis van de werkingsprincipes en mogelijkheden van deze technologie voldoende. Ze hoeven geen computerwetenschappers te zijn of cryptografen die de verantwoordelijkheid dragen voor het ontwikkelen van een specifiek platform/toepassing/dienst, maar slechts managers die deze oplossingen invoeren en zoeken naar kansen op de markt. Dit is omdat de economische implicaties en nieuwe toepassingscontexten voor deze groep belangrijker zijn dan perfecte kennis, begrip en transformatie van de broncode. [158]



## VI. STATISTISCHE VERIFICATIE VAN HYPOTHESES DOOR MIDDEL VAN DE STRUCTUREINDEX

Dit onderzoek gaat uit van twee hypothesen, welke in de inleiding worden gepresenteerd. Beide hypothesen betreffen "oordelen over de algemene populatie, zonder volledige kennis van deze populaties" (oorspronkelijk citaat in het Engels) [159] en zijn parametrisch van aard, aangezien ze betrekking hebben op de eigenschappen van de bestudeerde populaties. De toetsing van deze hypothesen wordt in twee fases uitgevoerd: statistisch (waarmee wordt bepaald of de hypothesen ter overweging aanneembaar zijn) en inhoudelijk (waarmee wordt bepaald of ze juist of onjuist zijn) [160].

De statistische toets waaraan de hypothesen worden onderworpen is gebaseerd op de subjectieve bepaling van de significantie van de toets; na de nodige berekeningen kan op basis hiervan worden bepaald of de nulhypothese wordt geaccepteerd of verworpen ten gunste van de alternatieve hypothese. In sommige gevallen kan meer dan één alternatieve hypothese worden geformuleerd. Het gebruik van subjectieve aannames – het significantieniveau van de toets – brengt een risico op twee soorten fouten met zich mee. Deze fouten staan bekend als fouten van de eerste en tweede soort. [161]

Een fout van de eerste soort ontstaat wanneer de nulhypothese ( $H_0$ ) wordt verworpen, terwijl deze in feite juist is. De kans dat deze fout optreedt noemt men het significantieniveau van de toets, welke wordt aangegeven door middel van het symbool  $\alpha$ . Een fout van de tweede soort bestaat uit het accepteren van de alternatieve hypothese ( $H_1$ ), terwijl deze onjuist is. Deze kans wordt aangegeven met het symbool  $\beta$ . [162]

Voor het uitvoeren van fractionele verificatie is het nodig om voor elke hypothese een aantal specifieke referentiewaarden aan te nemen. De manier waarop  $H_1$  en  $H_2$  worden geformuleerd en opgebouwd betekent dat ze alleen voor inhoudelijke behandeling kunnen worden geaccepteerd indien de nulhypothesen worden verworpen ten gunste van alternatieve hypothesen.

De hypothesen luiden als volgt:

**H1** (hoofdhypothese): De meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen beschikken niet over de benodigde kennis en vaardigheden om onderwijs te geven over onderwerpen met betrekking tot blockchain, maar begrijpen en erkennen wel het enorme potentieel van deze technologie.

**H2** (aanvullende hypothese): De meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen zijn het eens met het concept en het



belang van het onderwijzen van blockchaintechnologie aan studenten in deze vakgebieden.

De complexiteit en veelzijdige aard van H1 vormt een extra uitdaging. Om te worden geaccepteerd en als geheel statistisch te worden geaccepteerd moet elke subhypothese worden getoetst. Doordat ze gelijktijdig plaatsvinden moeten twee afzonderlijke nulhypothese (H1<sub>10</sub> en H1<sub>20</sub>) en twee alternatieve hypothesen (H1<sub>11</sub> en H1<sub>21</sub>) worden geaccepteerd.

Voor het toetsen werd uitgegaan van een significantieniveau  $\alpha=0,05$ . De initiële verificatieparameters worden in Tabel 5 weergegeven.

Tabel 5. Parameters voor statistische verificatie van hypothesen

<b>HYPOTHESE</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>
Nulhypothese	H1 <sub>10</sub> en H1 <sub>20</sub>	H2 <sub>0</sub>
Alternatieve hypothese	H1 <sub>11</sub> en H1 <sub>21</sub>	H2 <sub>1</sub>
Significantieniveau van de toets	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,05$
Statistische toets	structuurindicatoroets	structuurindicatoroets

Bron: eigen uitwerking.

### Verificatie H1

De hoofdhypothese (H1) bestaat uit twee gelijkwaardige stellingen, die dus beiden afzonderlijk moeten worden geverifieerd. De eerste stelling is: "de meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen beschikken niet over de benodigde kennis en vaardigheden om onderwijs te geven over onderwerpen met betrekking tot blockchain." De tweede luidt: "de meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen begrijpen en erkennen het enorme potentieel van blockchaintechnologie." De subhypothesen zijn aangeduid als H1<sub>1</sub> en H1<sub>2</sub>. Beide stellingen bevatten de woorden "de meeste", waarmee de grootte van de referentiewaarde voor de populatie (p) voorondersteld wordt op 0,5 (aangezien "de meeste" gelijk staat aan meer dan 50%, oftewel meer dan 0,5).

Om H1 te verifiëren was het nodig om voor de verkregen resultaten een aanvullende aggregatieprocedure te introduceren. Deze resultaten werden opnieuw berekend en onderverdeeld in categorieën o.b.v. bereik. Om de betrouwbaarheid te vergroten werd bijvoorbeeld besloten om de antwoorden "zeker ja" en "ja", en "relevant" en "zeer relevant", onder te brengen in groepen die overeenkwamen met H1<sub>20</sub>, terwijl de rest, inclusief de antwoorden "weet ik niet" en "matig relevant" aan een groep behorende bij H1<sub>21</sub> werd toegewezen. Onder de vragen met betrekking tot H1<sub>1</sub> werden de vijf meest voorkomende antwoorden geïdentificeerd; voor H1<sub>2</sub> werden drie stellingen geselecteerd.



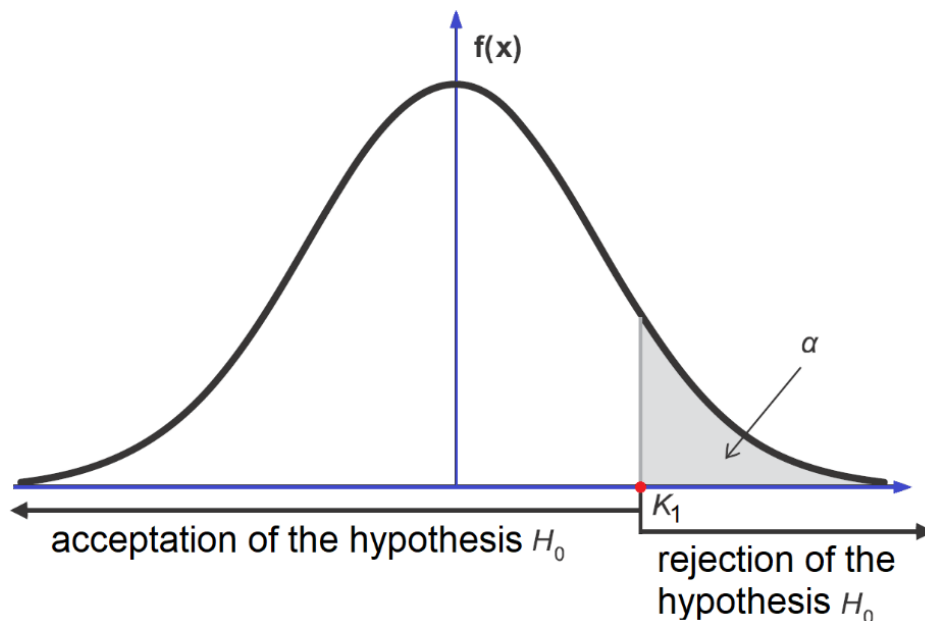


Voor de inhoudelijke behandeling van  $H_1$  moet  $H_{11} \cap H_{12}$  statistisch worden geaccepteerd, wat gebeurt op het moment dat de nulhypothese ( $H_{10}$  en  $H_{120}$ ) worden verworpen ten gunste van de alternatieve hypothesen ( $H_{111}$  en  $H_{121}$ ).

Voor  $H_{11}$  geldt de volgende nulhypothese:  $H_{10}$ :  $p=0,5$ . De alternatieve hypothese is:  $H_{111}$ :  $p > 0,5$ .

Het kritieke gebied voor de toets aan de rechterzijde wordt in behandeling genomen, zoals is te zien in Figuur 9. De waarde  $K_1$  is de kritieke waarde voor de toets.

Figuur 9. Diagram van kritiek gebied rechterzijde



Bron: eigen uitwerking.

Het kritieke gebied aan de linkerzijde was:  $K \leq K_{11} ; +\infty$ ,  $K_{11} = 1 - \alpha = 0,95 \rightarrow$  na aflezen van de distributiewaarde uit de statistische tabellen  $\rightarrow K_{11} = 1,65 \rightarrow K \leq ; 1,65 ; +\infty$ . De gekozen teststatistiek (statistische toets) was de structuurindextest, welke wordt uitgedrukt in de vergelijking:

$$U = \frac{\frac{m}{n} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 * (1 - p_0)}{n}}}$$

waarbij:

$U$  – structuurindicator test,

$\frac{m}{n}$  – structuurindex uit de steekproef,



$P_0$  – populatiereferentiewaarde,

$n$  – steekproefwaarde,

$m$  – aantal in de steekproef onderscheiden elementen.

Na aggregatie waren de waarden van  $m$  en  $n$  respectievelijk 82 en 127. Uit berekening kwam de waarde  $U=3,28$  naar voren.

$U=3,28 \in <1,65; +\infty) \rightarrow U$  valt binnen het kritieke gebied.

Er bestaat een statistische grond om  $H1_{10}$  te verwerpen en  $H1_{11}$  te accepteren, wat overeenstemt met de eerste veronderstelling van hoofdhypothese  $H1_1$ .

De procedure voor  $H1_2$  is vergelijkbaar. De volgende nulhypothese is als volgt:  $H1_{20}$ :  $p=0,5$ . De alternatieve hypothese is:  $H1_{21}$ :  $p>0,5$ .  $K=<K_{12}; +\infty)$ ,  $K_{12} = 1 - \alpha = 0,95 \rightarrow K_{12} = 1,65 \rightarrow K=<1,65; +\infty)$ . Voor  $m=75$  en  $n=127$ , was  $U$  gelijk aan 2,04  $\rightarrow \epsilon <1,65; +\infty) \rightarrow U$  valt binnen het kritieke gebied.

**Er bestaat een statistische grond om  $H1_{20}$  te verwerpen en  $H1_{21}$  te accepteren, wat overeenstemt met de tweede veronderstelling van hoofdhypothese  $H1_2$ . Aangezien er geen statistische aanleiding is om  $H1$  te diskwalificeren kan deze inhoudelijk worden geverifieerd.**

## Verificatie H2

Wederom zijn de woorden "de meeste" in  $H2$  bepalend voor de overweging met betrekking tot het interval aan de rechterzijde en de aanname van identieke  $p$ -waardes zoals in andere gevallen. Voor  $H2$  wordt de nulhypothese uitgedrukt met de vergelijking:  $H2_0$ :  $p=0,5$ ; voor de alternatieve hypothese is dit:  $H2_1$ :  $p>0,5$ .  $K=<K_2; +\infty)$ ,  $K_2 = 1 - \alpha = 0,95 \rightarrow K_2 = 1,65 \rightarrow K=<1,65; +\infty)$ . De verklaringen van twee vragen werden meegenomen, en op basis hiervan kwam naar voren dat  $m=74$  en  $n=127$ .  $U=1,86$  ligt binnen het kritieke bereik:  $<1,65; +\infty)$ .

**Er bestaat een statistische grond om  $H2_0$  te verwerpen en  $H1_1$  te accepteren, wat overeenstemt met de aanvullende hypothese  $H2$ . Aangezien er geen statistische aanleiding is om  $H2$  te diskwalificeren kan deze inhoudelijk worden geverifieerd.**



## VII. BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOEKSPROCEDURE

Het onderzoek werd als proefproject uitgevoerd, wat het mogelijk maakte om de gekozen onderzoeksprocedure uit te testen en lering te trekken uit de voorlopige resultaten. Hiervan kunnen algemene conclusies en trends met betrekking tot de onderzochte fenomenen worden afgeleid. Als basistechniek voor het verzamelen van de benodigde informatie voor het onderzoek werd gekozen voor een enquête, aangezien dit in de sociale wetenschappen een bewezen effectieve methode is.

De algemene aannames, de keuze voor analytische en technische middelen, en het ontwerp en inhoudelijk bereik van de enquête werden bepaald in overleg tussen partners uit zes Europese landen. Gemotiveerde opmerkingen die door de meerderheid werden geaccepteerd werden in de definitieve versie van de enquête opgenomen, welke uiteindelijk door alle belanghebbenden werd geaccepteerd.

De enquête was anoniem. De definitieve versie van de enquête van de auteur bevatte 22 vragen gericht op het achterhalen van meningen en ervaringen met betrekking tot Blockchaintechnologie. De vragen waren in vijf themagroepen onderverdeeld. Deel één had betrekking op demografie, deel twee op praktische competenties en vaardigheden op het gebied van blockchain, deel drie op ervaringen met blockchain, en deel vier op houdingen en meningen. Het onderzoek was kwantitatief, maar gericht op het achterhalen van kwalitatieve eigenschappen en meningen. Er werd uitsluitend gebruik gemaakt van gesloten keuzevragen (met één of meerdere keuzes) en meerlagige enkelekeuzematrixen op basis van een vijfpuntslikertschaal. In één vraag, nl. vraag 8, werd de vijfpuntschaal uitgebreid naar zes punten; dit was nodig met oog op de inhoud van de vraag, die betrekking had op kennis over geavanceerde ICT-technieken en -kennis. Op basis van de specificiteit van de respondenten werden verklaringen van zeer slechte kennis of een volledig gebrek aan kennis verwacht. De ondergrens "zeer slecht" was daarmee onvoldoende en om die reden is de extra optie "helemaal geen kennis" toegevoegd.

Voor de uitvoering werd de CAWI-methode (Computer Assisted Web Interview) gebruikt; de vragenlijst werd met behulp van Google Forms gedistribueerd. Voor de meer complexe analyses is MS Excel gebruikt. De inzameling van reacties begon in de laatste week van maart 2022 en duurde één maand. In dit artikel wordt een selectie uit de resultaten van de enquête gepresenteerd.

Uiteindelijk is de enquête door 129 respondenten ingevuld. Hiervan zijn 128 voor analytische verwerking aangenomen, doordat er één grotendeels onvolledig



was en om die reden werd verworpen. Een aantal van de vragen was complex en veelzijdig. Dit in combinatie met het gespecialiseerde en moeilijke onderwerp van de enquête zorgde voor een gemiddelde invulduur voor de enquête van 27 minuten.

De klassieke analyse en visualisering van de verzamelde gegevens werd uitgebreid naar de identificatie van regelmatigheden in de statistische correlatie van fenomenen. Aangezien de aandacht gericht was op het bepalen van de polytomie van kwalitatieve kenmerken werd gebruik gemaakt van de chi-kwadraattoets [163]. Deze wordt gebruikt voor het bepalen van correlatiecoëfficiënten zoals  $T_{xy}$  Czuprow, V-Cramer, C-Pearson correlatiecoëfficiënten en  $\emptyset$  Yule. Op basis van positieve ervaringen in andere onderzoeken kozen de auteurs voor een combinatie van methoden: V-Cramer, C-Pearson correlatiecoëfficiënten en  $T_{xy}$  Czuprow. Ofschoon alle genoemde methodes vergelijkbaar van aard zijn, zorgt het gelijktijdige gebruik van deze drie methodes voor een vermindering van het risico op fouten. Bovendien biedt het een mogelijkheid om de verkregen resultaten te verifiëren, en verhoogt het de betrouwbaarheid van de procedure als geheel.

De gekozen methodes maken het mogelijk om het verband tussen variabelen te meten, waarvan de waardes worden uitgedrukt op een nominale schaal. Acceptabele resultaten bevinden zich binnen het bereik [0,1]. Als het resultaat dicht bij de 1 zit betekent dit een zeer sterk verband tussen kwalitatieve variabelen. Is het resultaat 0 of bijna 0, dan betekent dit dat de geanalyseerde kenmerken onafhankelijk van elkaar zijn. [164]

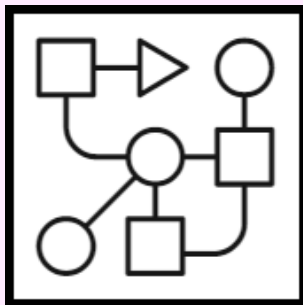
Het significantieniveau van de chi-kwadraattoets werd gesteld op  $\leq 0,05$ . Voor het bepalen van de correlaties werden voor de V-Cramer en  $T_{xy}$  Czuprow-coëfficiënten de volgende drempels ingesteld:  $<0;0,25>$  – geen correlatie tussen variabelen;  $(0,25;0,35>$  – zwakke correlatie ,  $(0,35;0,45>$  – matige correlatie,  $(0,45;0,55>$  sterke correlatie ,  $(0,55;1>$  – zeer sterke correlatie. Voor de C-Pearson-correlatiecoëfficiënt dient deze schaal echter te worden bijgesteld, aangezien dit middel minder gevoelig is voor de afmetingen van de contingentietabellen dan de twee hiervoor genoemde indices, en over het algemeen een iets hoger resultaat geeft voor dezelfde chi-toetswaarde en chi-kwadraattoets. De gepaste correctie werd op +0,1 bepaald. De interpretatiedrempels voor de C-Pearson-correlatiecoëfficiënt waren dus:  $<0;0,35>$  – geen correlatie tussen variabelen;  $(0,35;0,45>$  – zwakke correlatie ,  $(0,45;0,55>$  – matige correlatie,  $(0,55;0,65>$  sterke correlatie ,  $(0,65;1>$  – zeer sterke correlatie.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de gestelde drempels subjectief zijn en door de auteurs zijn bepaald op basis van vergelijkingen, modellen en literatuurreferenties, vergelijking van de verkregen resultaten met de aangenomen correlaties uit inhoudelijke en logische analyse, en onderzoekservaring en algemene statistische kennis.

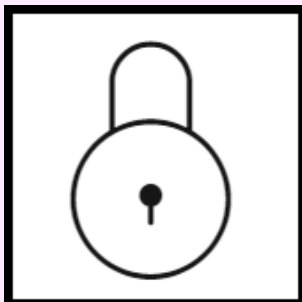
## BLOCKCHAIN IS GESCHIKT VOOR DE BEVEILIGING VAN PARTICULIERE EN OPENBARE NETWERKEN



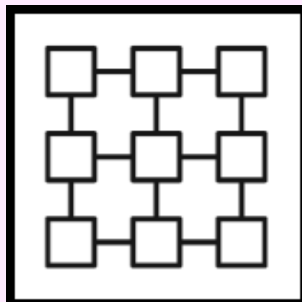
Ofschoon blockchain op effectieve wijze in de beveiliging van zowel particuliere als openbare netwerken kan voorzien, is het bij het ontwerpen van een toepassing zeer belangrijk om nauwkeurig te bepalen voor welke specifieke taak deze zal worden gebruikt. Particuliere of bevoegde netwerken zijn doorgaans veiliger. Bij openbare netwerken is daarentegen een hogere mate van decentralisatie en distributie mogelijk. [164]



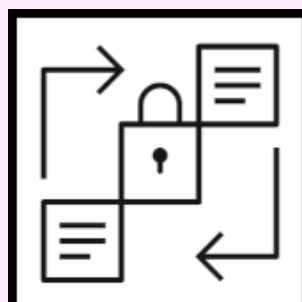
Openbare blockchains zijn openbaar, wat wil zeggen dat iedereen zich erbij aan kan sluiten en transacties kan valideren.



Particuliere blockchains zijn afgesloten en over het algemeen beperkt tot bedrijfsnetwerken. Het lidmaatschap wordt beheerd door één entiteit of groep.



In zogenaamde "permissionless" blockchains gelden geen restricties voor processoren.



"Permissioned" blockchains zijn beperkt tot een bepaalde groep gebruikers die door middel van certificaten van een identiteit worden voorzien.

## VIII. KENMERKEN VAN DE RESPONDENTEN

De enquête werd onder academici en docenten uit meer dan zes verschillende Europese landen uitgevoerd. Portugezen vormden de grootste groep, gevolgd door Nederlanders, Polen en Duitsers. In Denemarken en Ierland werd de enquête door minder dan tien mensen ingevuld. Twee van de respondenten hadden een andere nationaliteit dan de hiervoor genoemde. Figuur 10 toont informatie met betrekking tot de herkomst, het ervaringsniveau en de onderwijssector van de respondenten.

De respondenten bestonden hoofdzakelijk uit zeer ervaren docenten. Maar liefst 32% gaf aan meer dan 20 jaar beroepservaring te hebben. De rest was min of meer gelijkmatig over de resterende beroepsduurgroepen verdeeld: 21,9% had minder dan 5 jaar ervaring, 18,8% had 5 tot 10 jaar ervaring, 17,2% 11 tot 15 jaar en 10,2% 16 tot 20 jaar. Deze verdeling betekent dat de antwoorden van de respondenten een hogere representatieve waarde hebben voor het maken van vergelijkingen met de algemene bevolking, en minimaliseert dus de bijstelfoutwaarde van de resultaten. [165]

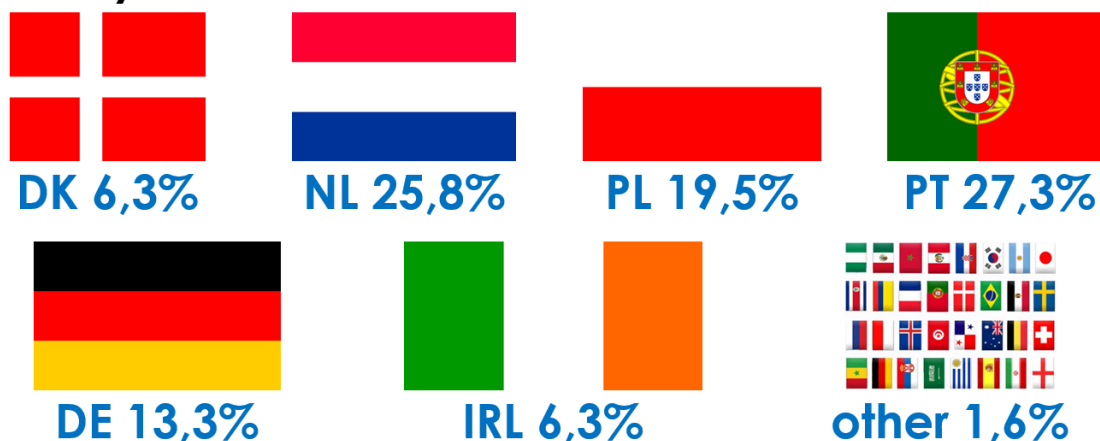
33% van de respondenten gaf met betrekking tot hun lesinhoud aan dat zij multidisciplinair waren - anders gesteld, ze gaven meer dan één optie aan. De keuzes waren economie, management, ICT en overig. De keuze voor deze nauw bepaalde groepen was bewust, met oog op de onderliggende aannames van het project. Het onderzoek had betrekking op de mogelijkheid en het toepassingsgebied voor blockchaintechnologie in economie- en managementfaculteiten, en stelde dan ook op de meningen en ervaringen van docenten in deze onderzoeksgebieden die daarnaast ook minimaal een basiskennis van ICT hadden.

Samenvattend: vanuit puur statistisch oogpunt geldt dat het grootste deel van de respondenten uit Portugal kwam, meer dan 20 jaar beroepservaring had, of onderwijs gaf in economische vakken.

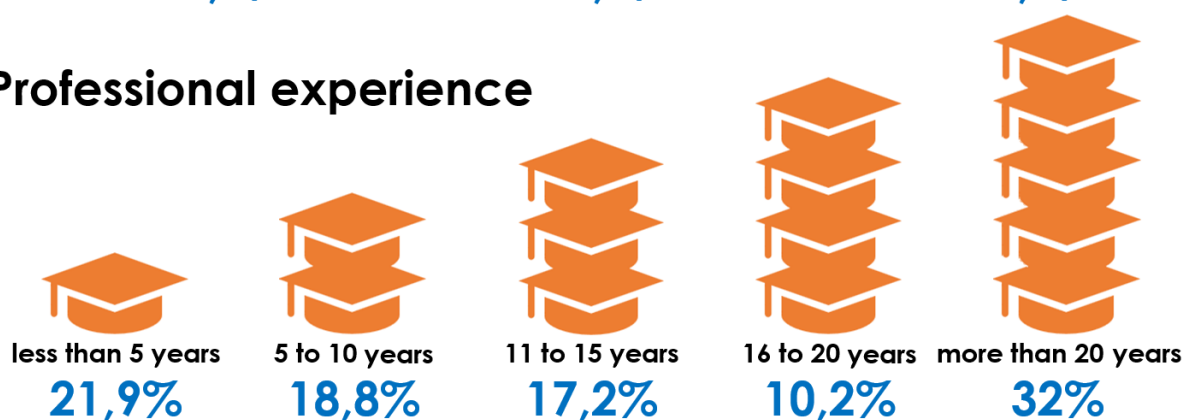


Figuur 10. De respondenten in cijfers\*

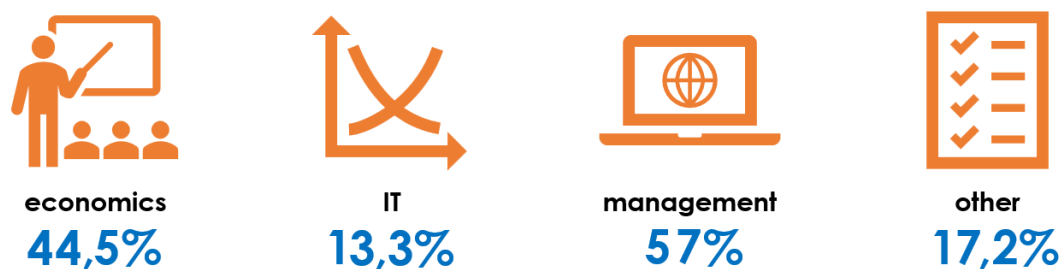
## Country



## Professional experience



## Topics of conducted lectures



Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

\* cijfers tellen mogelijk niet op tot 100% wegens afronding of statistische technieken.





## IX. PRESENTATIE VAN GESELECTEERDE ENQUÊTERESULTATEN

In de geschiedenis van blockchain zijn er een aantal belangrijke en baanbrekende data aan te wijzen waarop de belangrijke gebeurtenissen plaatsvonden waardoor de wereld bekend raakte met de oplossing en deze op grote schaal begon te gebruiken. Het idee werd al in 1991 geopperd door twee wetenschappers, Stuart Haber en W. Scott Stornet, als hulpmiddel voor de beveiliging van digitale documenten door middel van een speciaal hiervoor gecreëerde, cryptografisch beveiligde blockchain. In 1992 werd het project uitgebreid met zogenaamde Merkle Trees of hash-bomen, waarmee meerdere documenten in één blok konden worden gebundeld. Er konden echter geen belangstellenden voor de technologie worden gevonden, en het patent verliep in 2004. De officiële geboortedatum van Bitcoin is 3 januari 2009. Op deze dag "groef" Satoshi Nakamoto het eerste block op, en ontving daarvoor een beloning van 50 Bitcoins. De eerste transactie werd al op 12 januari 2009 uitgevoerd: Hal Finney ontving 12 Bitcoins van Satoshi Nakamoto. Een volgende belangrijke datum is 2013. In dat jaar werd door Vitalik Buterin een nieuw gedistribueerd en gedecentraliseerd platform voor gegevensverwerking gecreëerd, dat de naam Ethereum kreeg [166].

De enquêteresultaten met betrekking tot het moment waarop de respondenten voor het eerst over blockchain hoorden (Figuur 11) dienen optimistisch te worden geïnterpreteerd. Van de respondenten gaf 3,1% aan dat ze al vóór 2009 van de technologie hadden gehoord. Deze groep kan dus worden beschouwd als ICT-enthousiastelingen die al het technologische nieuws op dit terrein bijhoudt en dus een brede, constant geactualiseerde kennis bezitten. Nog eens 19,5% gaf aan dat het tussen 2009 en 2014 was. Dit was de periode waarin Bitcoin zich ontwikkelde en Ethereum opkwam, en leidde tot het tijdperk blockchain 2.0.

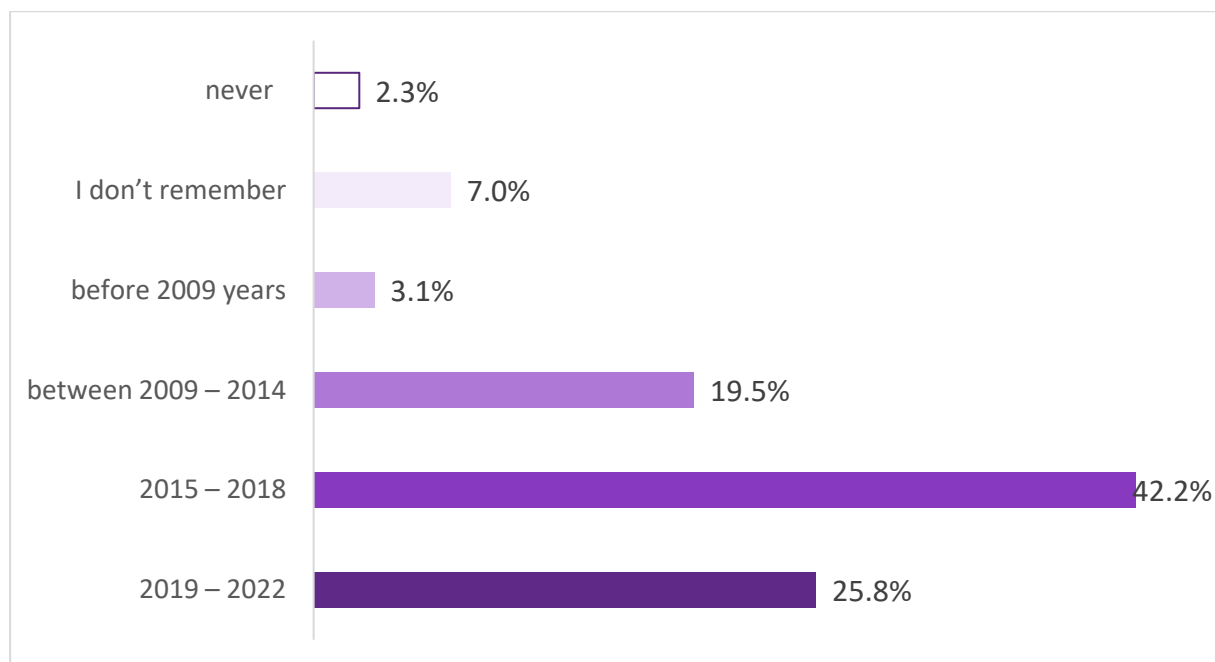
De periode 2015-2018 was een echte "big bang" in de wereld van de cryptovaluta. Er kwamen af en toe nieuwe valuta en nieuwe uitwisselingsplatforms bij, maar er ontstonden ook veel schandalen met betrekking tot fraude en illegale praktijken. Het was de meest turbulente, maar ook de meest dynamische periode van deze jonge markt. Dit was ook de periode waarin de grootste groep respondenten bekend raakte met blockchain: 42,2%. De wereld raakte zich bewust van het enorme potentieel van deze oplossing, en langzaam ontstonden er nieuwe concepten en projecten om blockchain in te zetten op andere gebieden dan cryptovaluta, bijvoorbeeld het volgen van goederen in toeleveringsketens.



Over de afgelopen drie jaar is de blockchaintechnologie aanzienlijk verbeterd. We zijn ondertussen aangekomen bij versie 4.0, waarmee het scala aan potentiële toepassingen en voordelen nog eens een stuk breder is geworden. Daadwerkelijke diensten op basis van deze oplossing worden op brede schaal aangeboden, wat een reële verbetering van de kwaliteit en veiligheid voor gebruikers heeft opgeleverd. Ook is de aandacht vanuit de wereld als geheel toegenomen, en dat heeft op zijn beurt geleid tot een groter aantal nieuwe projecten en ideeën dan ooit tevoren. Blockchain veroorzaakte een revolutie in de creatieve sector en kunstwereld door de overdracht van kunstwerken naar en de beveiliging in de virtuele wereld (NFT's). Door de grote hoeveelheid publiciteit raakte in deze periode de resterende 25,8% van de docenten en academici die economische en managementvakken doceren bekend met het fenomeen.

Slechts 2,3% gaf aan niet bekend te zijn met blockchain. Met oog op het feit dat blockchain pas sinds kort direct verband is gaan houden met hun beroep kan dit als een zeer goede voorspellende factor worden beschouwd.

Figuur 11. Bewustwording van blockchaintechnologie in de tijd\*.



\*sommige resultaten vormen bij optelling geen 100% wegens de afronding van cijfers.  
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Tabel 6 geeft de verdeling weer van het moment van eerste bewustwording van blockchain per land waarin de respondenten werkzaam waren. Getallen boven de 10 personen zijn met kleur gemarkeerd. De meest gelijkmatige verdeling werd gevonden onder Poolse respondenten. In Duitsland zien we het grootste cijfer tijdens de meest dynamische ontwikkelperiode van de cryptovalutamarkten, dus tussen 2015 en 2018. De Nederlanders raakten iets



eerder in de sector geïnteresseerd, beginnend vanaf 2009. De Portugezen daarentegen zijn hoofdzakelijk in de afgelopen paar jaar belangstelling gaan tonen.

Tabel 6. Bewustwording van blockchaintechnologie - moment ten opzichte van land

MOMENT	LAND						
	Denemarken	Duitsland	Ierland	Nederland	Polen	Portugal	anders
2019 - 2022	3	3	2	3	5	16	1
2015 - 2018	4	12	5	14	9	10	
2009 - 2014	1	2		13	2	6	1
vóór 2009					3	1	
Weet ik niet meer			1	2	4	2	
nooit				1	2		

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De steekproef van de enquête is te klein om duidelijke conclusies te kunnen trekken over correlatie met betrekking tot de ervaring van de academici en docenten. Uit Tabel 7 valt alleen op te maken dat informatie over blockchain het grootste deel van deze personen tussen 2015 en 2018 ter kennis kwam, ongeacht het aantal jaren in het beroep. Dit is een logische conclusie, aangezien dit de periode is waarin de kapitalisatie van de cryptovalutamarkt zodanig toenam dat de aandacht van economen werd getrokken.

Tabel 7. Bewustwording van blockchaintechnologie - moment ten opzichte van ervaring

MOMENT	ERVARING				
	minder dan 5 jaar	5 tot 10 jaar	11 tot 15 jaar	16 tot 20 jaar	meer dan 20 jaar



2019 - 2022	8	6	2	2	15
2015 - 2018	13	11	10	7	13
2009 - 2014	4	7	6		8
vóór 2009			2	1	1
Weet ik niet meer	3		1	2	3
nooit			1	1	1

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Financiële en cryptovalutadiensten zijn de meest voorkomende en goed onderzochte toepassingsgebieden (valutafunctie, bv. cryptovaluta, gedecentraliseerde financiën (DeFi): 77%; transacties en bancaire diensten, bv. (micro)betalingen, kopen en verkopen van aandelen, digitale effecten: bijna 75%). Dit ligt in lijn met het beroep van de respondenten, de populariteit van deze oplossingen en de geschiedenis van blockchain op het gebied van cryptovaluta. Deze werden gevolgd door NFT's [167](46%) en cyberveiligheid (veiligheid en beveiliging van elektronische gegevensuitwisseling: 38,1%): deze toepassingen maken een razendsnelle opmars op de markt en worden steeds populairder.

De niet-economische toepassingen zijn minder bekend. Deze toepassingen vormen de meerderheid van de met de lichtste kleur gemarkeerde blockchaintoepassingen in Tabel 8 (vergelijkbare resultaten zijn door middel van kleurcoderingen gegroepeerd). De met de lichtste kleur gemarkeerde groep bestaat uit items met een score van 23,8% tot 31%, waar dus ongeveer een derde van de respondenten van gehoord heeft. Toepassingen op het gebied van fysieke beveiliging, bijvoorbeeld biometrie, bleek het minst bekend.

Tabel 8. Kennis van toepassingsgebieden van blockchaintechnologie

GEBIED	%
valutafunctie, bv. cryptovaluta, gedecentraliseerde financiën (DeFi)	77,0%
transacties en bancaire diensten, bv. (micro)betalingen, kopen en verkopen van aandelen, digitale effecten	74,6%
NFT's (non-fungible tokens)	46,0%
verbeterde veiligheid en beveiliging van elektronische gegevensuitwisseling	38,1%
creatie van veilige en betrouwbare documentatie	31,0%
authenticatie en smartcontracten, bv. contract wordt pas gesloten wanneer de partijen aan bepaalde eisen hebben voldaan, onnodig maken van authenticatie door een bemiddelende instelling zoals een notaris	29,4%
nieuwe financieringsmogelijkheden voor start-ups en goede doelen, nieuwe financiële modellen	27,8%
openbare dossiers en registers, bv. kadaster, lijsten met vervolgde delictplegers, bevolkingsregister	27,8%
tokenisering van activa	27,8%



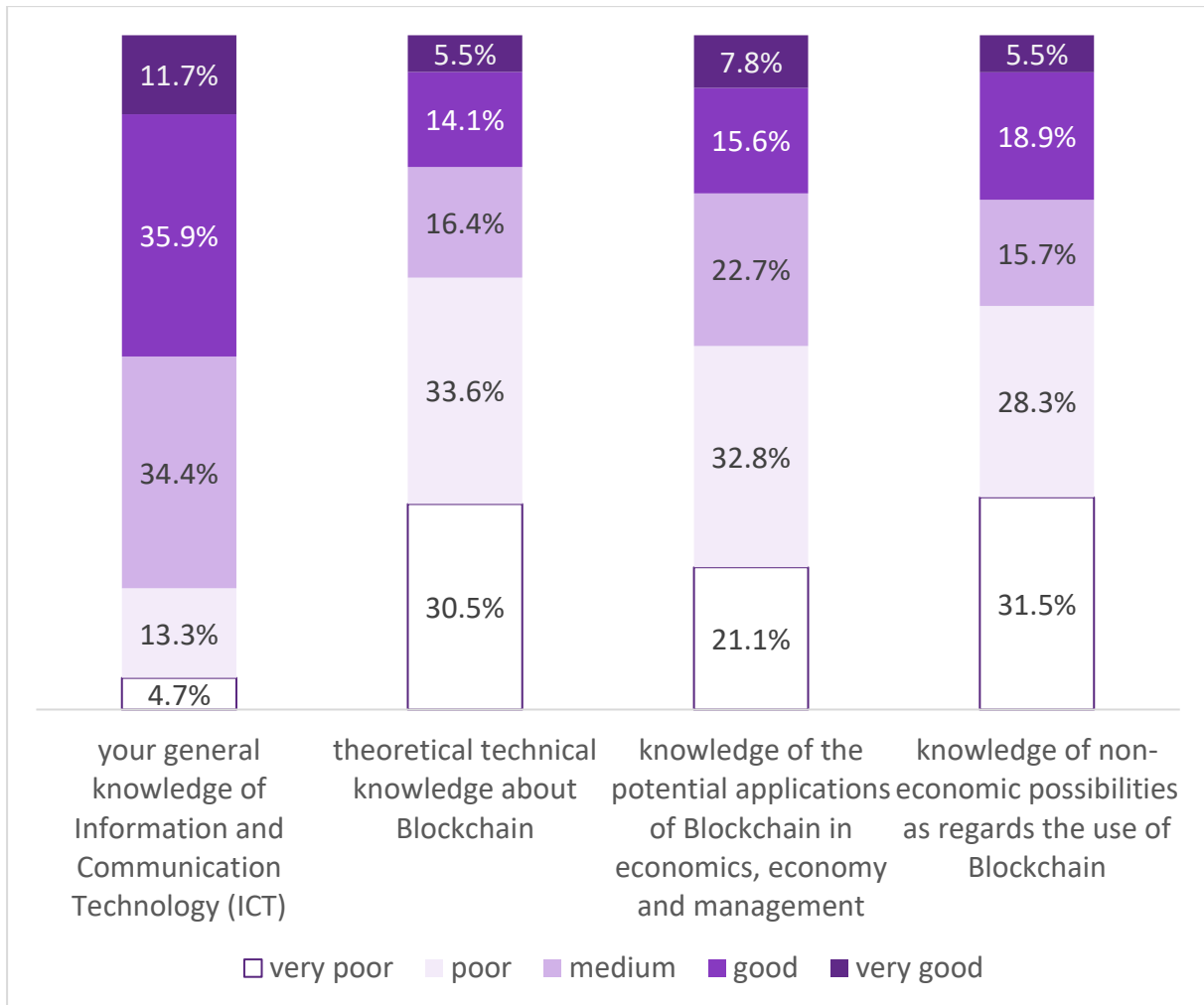
particuliere dossiers en registers, bv. medische dossiers, elektronische cijferlijsten voor studenten, werkervaringsdossiers	26,2%
bescherming van intellectueel eigendom, bv. patenten of handelsmerken	26,2%
identificatie van personen en instellingen, bv. identiteitscontrole bij verkiezingen, verificatie van rijbewijs of authenticatie van een bedrijf m.b.t. een debiteursregister	25,4%
authenticatie van goederen en diensten, bv. controle van kilometertelling van auto's, oorsprong en houdbaarheid van voedselproducten of verwijdering uit de omloop van valse medicatie	23,8%
fysieke beveiliging, bv. toegang tot een appartement of hotelkamer	13,5%
anders	7,1%

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De voorliefde voor blockchain is wereldwijd groeiende. Niet alleen het aantal nieuwe projecten en geïnteresseerde economische sectoren neemt toe, de hoeveelheid openbaar beschikbare kennis over blockchain wordt ook steeds groter. Er worden steeds meer academische onderzoeken en papers uitgegeven, en het aantal resultaten bij een zoekopdracht in Google wordt steeds groter. [168] Helaas geeft Figuur 12 aanleiding om aan te nemen dat de hoeveelheid kennis over de blockchaingerelateerde omgeving relatief laag is, zowel met betrekking tot de technische context als de context van economische en non-economische projecten. In al deze gevallen heeft minder dan de helft van de respondenten een gemiddeld kennisniveau of hoger; de betreffende percentages zijn respectievelijk 36%, 46,1% en 40,1%. Als uitzondering geldt het kennisbestand op het gebied van ICT, die als "hoog" kan worden gekenmerkt.

Figuur 12. Bepaling van het kennisniveau aangaande geselecteerde blockchainonderwerpen\*





\*sommige resultaten vormen bij optelling geen 100% wegens afronding van cijfers.  
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De onderstaande tabel (Tabel 9) laat zien dat docenten en academici hoofdzakelijk onbekend zijn met termen die te maken hebben met blockchain. De meest herkende waren "peer-to-peer" (63,3%), "crowdfunding" (62,5%) en "tokenisation" (m.a.w. tokenisering: 58,6%). Meer dan de helft was bekend met de term NFT: 50,8%. Men moet naar aanleiding hiervan echter niet te "hard" oordelen over de respondenten: zelfs onder personen die actief in cryptovaluta investeren heeft maar liefst 33,5% geen kennis van cryptovaluta (of de markten, projecten en technologie die eraan ten grondslag liggen), of betreft het "rest" kennis die voortkomt uit contacten met bekenden [169].

Tabel 9. Kennis van geselecteerde termen met betrekking tot blockchain

TERM	%
peer-to-peer (P2P)	63,3%
crowdfunding	62,5%
tokenization	58,6%
NFT	50,8%
distributed networks	44,5%



Satoshi Nakamoto	38,3%
DAO	18,8%
hashing	17,2%
hyperledger	14,8%
GPU	11,7%
halving	10,9%
EEA	3,1%

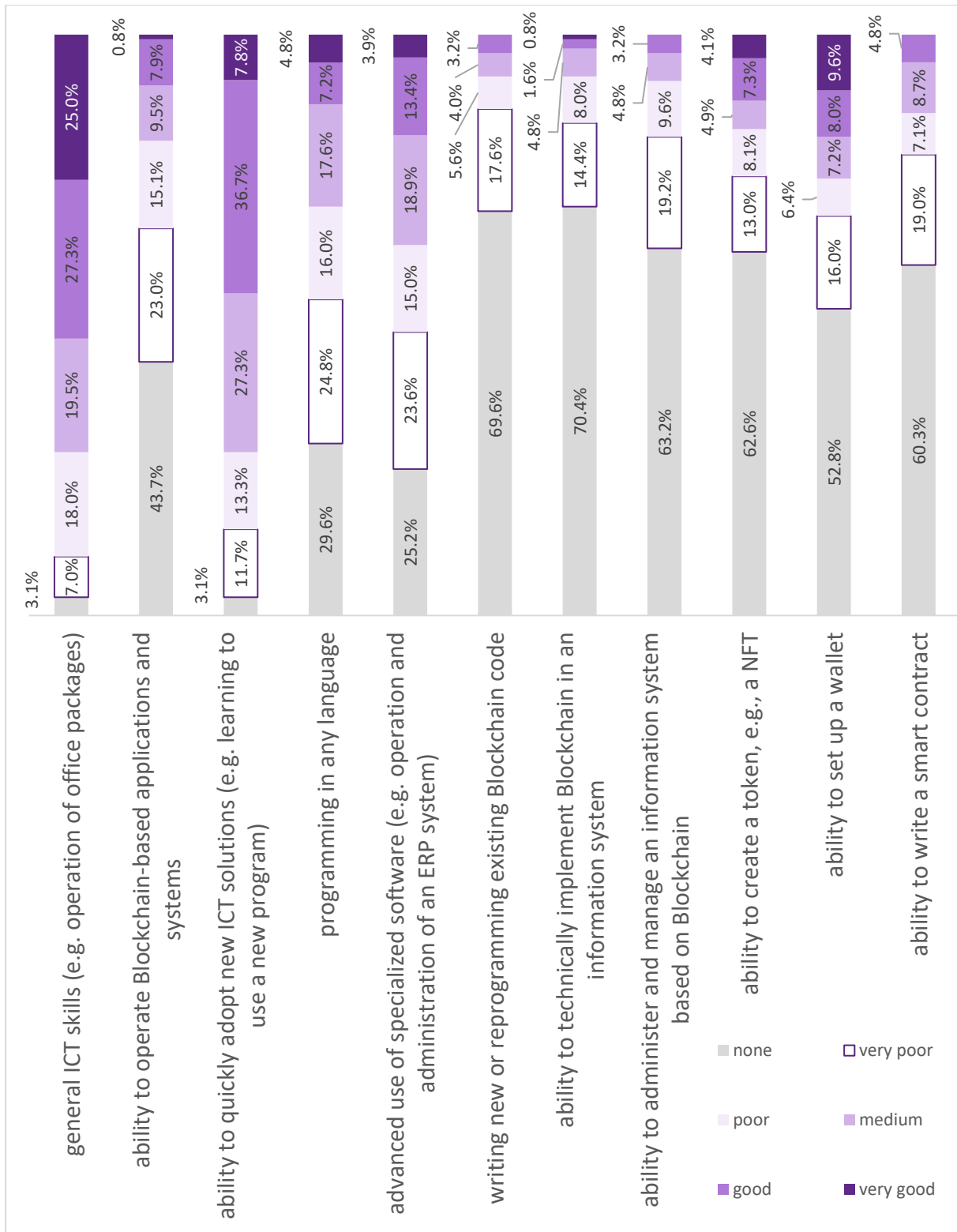
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De respondenten schatten hun eigen vaardigheidsniveau hoog in, evenals hun vermogen om nieuwe dingen op het gebied van ICT snel op te pikken (Figuur 12). Helaas neemt hun zelfbeoordeling op dit gebied snel af naarmate hun ICT-vaardigheden hoger liggen. Het overgrote deel van de respondenten beoordeelde hun vaardigheid in het gebruiken van op blockchain gebaseerde toepassingen (81,8%), programmering ongeacht in welke taal (70,4%), en geavanceerd gebruik van gespecialiseerde software (63,8%) als "slecht", "zeer slecht" of zelfs "helemaal geen". Op andere aspecten waren de resultaten nog lager. Meer dan 50% gaf aan helemaal geen vaardigheden te hebben met betrekking tot het vermogen om blockchainbroncode te creëren of bewerken (69,6%), het implementeren van blockchaintechnologie (70,4%), het beheren en administreren een op blockchain gebaseerd ICT-systeem (63,2%), het creëren van een token, bv. NFT (62,6%), het instellen van een portefeuille (52,8%) en het creëren van een smart contract (60,3%). Hierbij moet niet worden vergeten dat het doel van dit onderzoek is om een effectief onderwijsmodel te creëren met betrekking tot het vroege stadium van geavanceerde informatietechnologie binnen een zeer specifieke doelgroep, wiens interessegebied het meest waarschijnlijk betrekking heeft op de effecten van de implementatie van de betreffende technologie, en niet de technische "geheimen" erachter. De eerste fase van het uitgevoerde onderzoek was gericht op het verzamelen van informatie waarmee beter beheer van de beschikbare middelen en effectiever plannen van de taak mogelijk wordt gemaakt. Het is belangrijk om te benadrukken dat de conclusie die uit Figuur 12 naar voren komt, m.a.w. dat het vaardigheidsniveau zeer laag is, niet als punt van kritiek bedoeld is: het is slechts een analyse van de huidige stand van zaken vanuit wetenschappelijk oogpunt.

Figuur 13. Bepaling van vaardigheidsniveau op geselecteerde gebieden met betrekking tot blockchain.\*







\*sommige resultaten vormen bij optelling geen 100% wegens afronding van cijfers.  
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.



SatoshiNFT  
 crowdfunding  
 to hyperledger  
 peer hashing  
 p2p  
 tokenization  
 DAO  
 distributed  
 EEA  
 networks GPU halving  
 Nakamoto



Woordenwolk. Kennis van met blockchain verbonden concepten



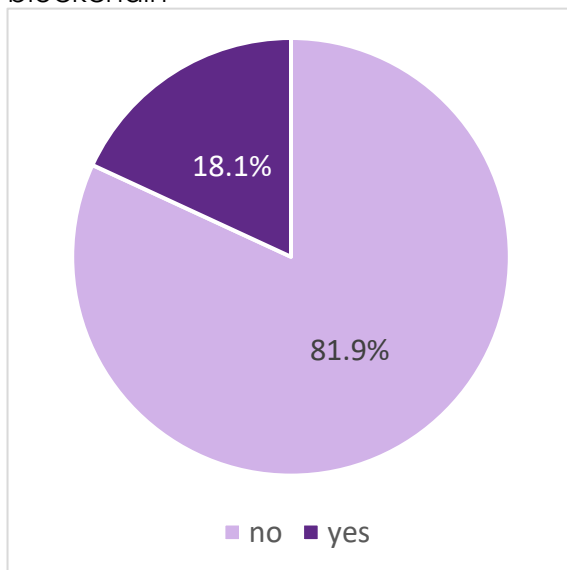
Co-funded by the European Union

Project Generation Blockchain, projectnummer: 2021-1-PL01-KA220-HED-000031176

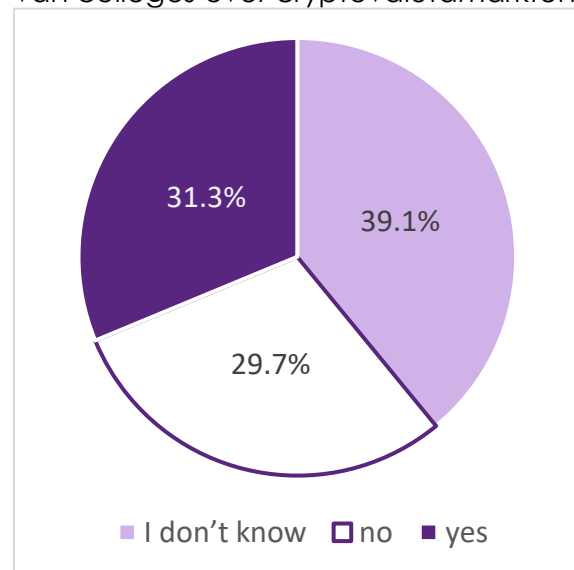
Met het oog op de algemene "boventonen" van de inhoud toont de onderstaande figuur vier diagrammen op collectieve wijze met betrekking tot de ervaring met het lesgeven over blockchain, het op de werkvloer (de universiteit) implementeren van colleges over cryptovaluta, het gebruiken van voorbeelden met betrekking tot bv. blockchainimplementatie tijdens andere colleges, en het gebruiken van op blockchain gebaseerde diensten/apps (Figuur 14).

Figuur 14. Geselecteerde aspecten van onderwijs, blockchain en cryptovaluta

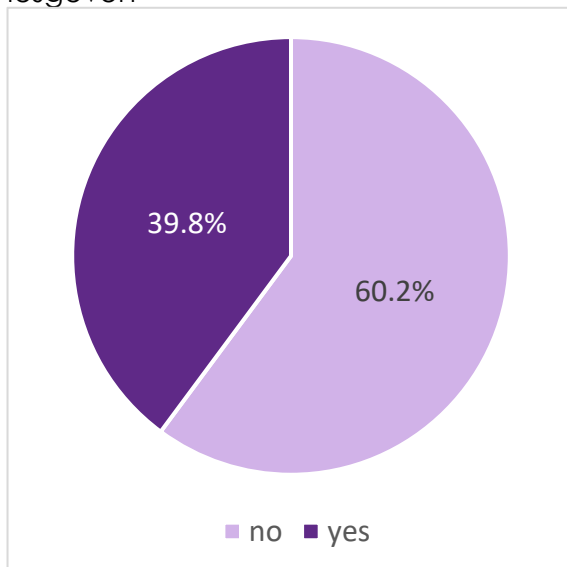
a. Het bieden van colleges over blockchain



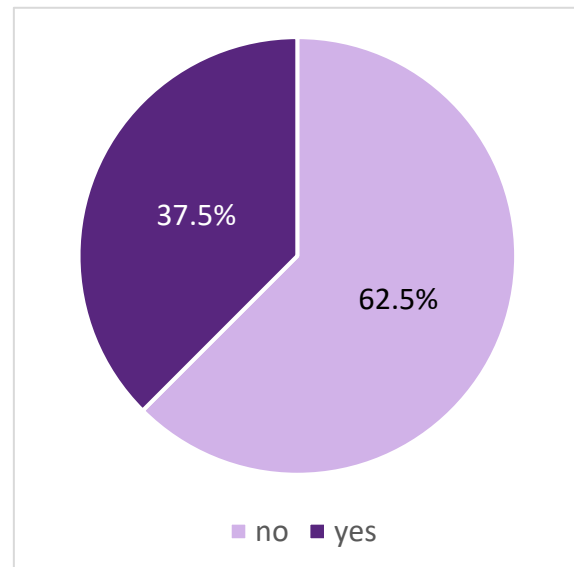
b. Implementatie door de universiteit van colleges over cryptovalutamarkten



c. Verwijzingen naar voorbeelden van blockchaintoepassingen bij het lesgeven



d. Gebruik van op blockchain gebaseerde diensten/apps



\*sommige resultaten vormen bij optelling geen 100% wegens afronding van cijfers.  
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.



Uit een studie van CoinDesk [170] uit 2018 bleek dat 42% van de geënquêteerde universiteiten colleges over blockchain aanbod. De verwachting was dat dit aantal in 2019 zou stijgen naar 56%. CoinDesk voerde in 2021 een nieuw onderzoek uit, dat wegens de grotere onderzoeksgroep van 230 instellingen (t.o.v. 50) als betrouwbaarder kan worden beschouwd. Ze controleerden de eerder verkregen resultaten door opnieuw het aantal universiteiten die onderwijsactiviteiten op dit gebied uitvoerden te bepalen, en kwamen uit op 37% [156]. Deze waarde is meer dan twee keer zo hoog als het resultaat uit het onderzoek van de auteur van dit document (18%, zie Figuur 14). Het is moeilijk te achterhalen wat de reden achter dit verschil is, maar mogelijk komt het door het gebruik van verschillende metingsschalen, namelijk 230 instellingen wereldwijd aan de ene kant, en aan de andere kant 128 in Europa waarbij niet faciliteiten, maar medewerkers werden geënqueterd. Ondanks de gelijkenissen kan dit in de uiteindelijke context voor verschil hebben gezorgd. Dit is een belangrijk argument om de twee onderzoeken afzonderlijk van elkaar te beschouwen. Ook is het onmogelijk om te bepalen of de resultaten consistent of divergent zijn, aangezien één persoon bij verschillende scholen werkzaam kan zijn, en andersom meerdere verschillende docenten op dezelfde locatie kunnen werken. Er is een poging is gedaan tot het vinden van betrouwbare, vergelijkbare gegevens in de literatuur, om zo dit fenomeen te kunnen controleren of veranderingen in de loop der tijd te kunnen signaleren, en op basis daarvan een tendens te kunnen bepalen; deze poging was echter niet succesvol. Gezien de aard van het betreffende gebied dient echter uit te worden gegaan van vrij dynamische groei. Volgens Figuur 14b is het zeer goed mogelijk dat 30% van de respondenten praktische ervaring heeft met het onderwijzen van onderwerpen die overeenkomen met blockchain. In werkelijkheid kan dit cijfer nog hoger liggen, aangezien maar liefst 31,3% van dezelfde groep niet wist of hun universiteit vakken aanbod over cryptovalutamarkten. Het feit dat dit niet bekend was kan helaas wijzen op een gebrek aan interesse in dergelijke onderwerpen. Meer dan een derde van de docenten maakt gebruik van voorbeelden met betrekking tot blockchain bij het onderwijzen van andere vakken. Een vergelijkbaar aantal (37,5%) gaf aan dat ze tenminste één keer gebruik hadden gemaakt van een op blockchain gebaseerde dienst of toepassing.

Docenten en onderwijsinstellingen uit Duitsland blijven duidelijk bovenaan staan als het gaat om het onderwijzen van blockchain en gerelateerde onderwerpen (Tabel 10). Uit de resultaten blijkt dat deze groep technologische innovaties gretig omarmt en in het onderwijs gebruikt. In deze context komen ook de Nederlanders positief uit het onderzoek. Hun ervaring op dit gebied kan zeer behulpzaam blijken bij het ontwikkelen van specifieke didactische inhoud. De vraag blijft echter hoe en in welke mate deze colleges worden gegeven. Zijn ze formeel goedgekeurd door het bestuur? Worden ze gegeven als



onderdeel van een studie, en zo ja, om welke vakken gaat het? Zijn het online vakken? Zijn de vakken meer gericht op technische vaardigheden, of meer op de economische aspecten en managementvaardigheden? Al deze vragen zijn zeer belangrijk, en om specifieke antwoorden te achterhalen zou een logische volgende stap zijn om nader, diepgaand onderzoek uit te voeren (bijvoorbeeld door middel van interviews) waarbij de focus wordt gelegd op respondenten die daadwerkelijk contact hebben gehad met blockchain op didactisch terrein.

Tabel 10. Geselecteerde aspecten van onderwijs, blockchain en cryptovalutamarkten in relatie tot de nationaliteit van de respondenten

KWESTIE	REACTIE	LAND						
		Denemarken	Duitsland	Ierland	Nederland	anders	Polen	Portugal
GESPECIALISEERD ONDERWERP/VAK VOOR BLOCKCHAIN	nee	6	5	7	29	1	22	34
	ja	2	12	1	3	1	3	1
COLLEGES OVER CRYPTOVALUTAMARKTEN OP UNIVERSITEIT	Weet ik niet	1		2	14		12	21
	nee	4	4	4	7		9	10
	ja	3	13	2	12	2	4	4
ONDERWERPEN MET BETREKKING TOT BLOCKCHAIN OF BENOEMING VAN VOORBEELDEN VAN DE IMPLEMENTATIES, BEDRIJFSMODELLEN, PROJECTEN ETC. ROND BLOCKCHAIN TIJDENS COLLEGES	nee	5	3	4	17	1	20	27
	ja	3	14	4	16	1	5	8
OP BLOCKCHAIN GEBASEERDE TECHNOLOGIE OF DIENST IN DE PRAKTIJK	nee	6	3	2	24		15	30
	ja	2	14	6	9	2	10	5

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Het absorptieniveau van technologische innovaties verschilt tussen verschillende leeftijdsgroepen (dit blijkt uit veel publicaties en statistische gegevens, zoals [171]). Naarmate men ouder wordt, nemen de interesse in technologie en technologische vaardigheden af. Deze trend is langzamerhand aan het veranderen, maar het is een zeer traag proces.



Ofschoon een relatief kortere beroepservaring niet noodzakelijk gelieerd is aan de leeftijd van de betreffende docent, is dat meestal wel het geval. Op basis van deze bevinding kan de conclusie worden getrokken dat de gegevens in Tabel 11 een bevestiging geven van de omgekeerde relatie tussen professionele ervaring en de implementatie van colleges op basis van en met betrekking tot nieuwe technologieën.

Tabel 11. Geselecteerde aspecten van onderwijs, blockchain en cryptovalutamarkten in relatie tot de ervaring van respondenten\*

KWESTIE	REACTIE	LAND				
		minder dan 5 jaar	5 tot 10 jaar	11 tot 15 jaar	16 tot 20 jaar	meer dan 20 jaar
GESPECIALISEERD ONDERWERP/VAK VOOR BLOCKCHAIN	nee	17	18	21	11	37
	ja	11	6	1	2	3
ONDERWERPEN MET BETREKKING TOT BLOCKCHAIN OF BENOEMING VAN VOORBEELDEN VAN DE IMPLEMENTATIES, BEDRIJFSMODELLEN, PROJECTEN ETC. ROND BLOCKCHAIN TIJDENS COLLEGES	nee	13	11	16	9	28
	ja	15	13	6	4	13
OP BLOCKCHAIN GEBASEERDE TECHNOLOGIE OF DIENST IN DE PRAKTIJK	nee	11	13	13	9	34
	ja	17	11	9	4	7

\* in de tabel is de samenvatting van de implementatie van vakken over cryptovaluta in relatie tot leeftijd niet meegenomen, aangezien er geen (of een zeer beperkt) duidelijk en logisch verband bestaat tussen de ervaring van de medewerker en de onderwijsstrategie van de instelling.

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

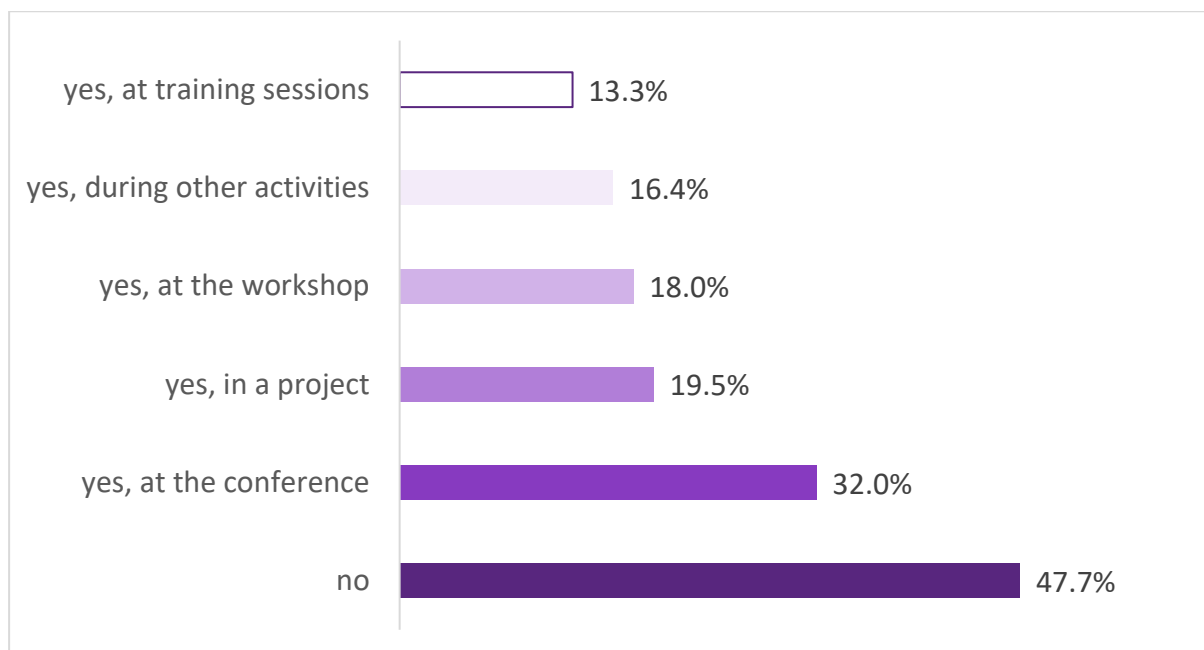
Onderzoekers, onderwijzers en docenten hebben een zeer grote potentiële kans om in contact te komen met de huidige en toekomstige oplossingen die in de technische/wetenschappelijke/bedrijfs wereld voor opwinding zorgen. De aard van hun baan stimuleert ze immers om regelmatig ideeën uit te wisselen met andere onderzoekers en (wat betreft academici) hun onderzoeksresultaten openbaar te maken en te delen, waarbij het onderzoek





geacht wordt zich te richten op belangrijke, actuele onderwerpen en problemen. Daarnaast wordt van deze groep verwacht dat ze hun vaardigheden op eigen initiatief blijven ontwikkelen (met name onderwijzers en docenten) en deel te nemen aan gespecialiseerde cursussen en ontwikkelingsprogramma's. Ook is het beleid van veel universiteiten gericht op het sterk stimuleren van samenwerking met de bredere bedrijfswereld, en vanwege de economische eisen leidt dit vaak tot nieuwe oplossingen voor de wetenschappelijke instellingen. Dus hoe doen deze interacties zich voor in relatie tot blockchaintechnologie? We vinden hiervoor een aanwijzing in de in Figuur 15 gevisualiseerde gegevens. Naar blijkt was bijna de helft van de respondenten nooit blootgesteld aan blockchainonderwerpen. En het grootste deel van de groep die dat wel had ervaren (32%), was het merendeel met blockchain in aanraking gekomen bij een academische conferentie. Iets minder, 19,5%, had deelgenomen aan projecten waarbij deze technologie al dan niet direct betrokken was. Anderen waren met blockchain in aanraking gekomen bij workshops (18%), trainingen (13,3%), of ander activiteiten (16,4%).

Figuur 15. Contact met blockchain tijdens verschillende onderwijs- en onderzoeksactiviteiten\*



\* meer dan één antwoord mogelijk

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Respondenten waarderen de rol die blockchaintechnologie speelt en in de nabije toekomst zal spelen voor de economie en sociale dienstverlening, en het feit dat het afgestudeerden een concurrentievoordeel op de arbeidsmarkt zal opleveren (Figuur 16). Ze zijn ook overtuigd van de ontwikkelingstrends. Iets meer dan de helft (51,6%) was van mening dat het een onderwijsonderwerp moet zijn op terreinen die te maken hebben met



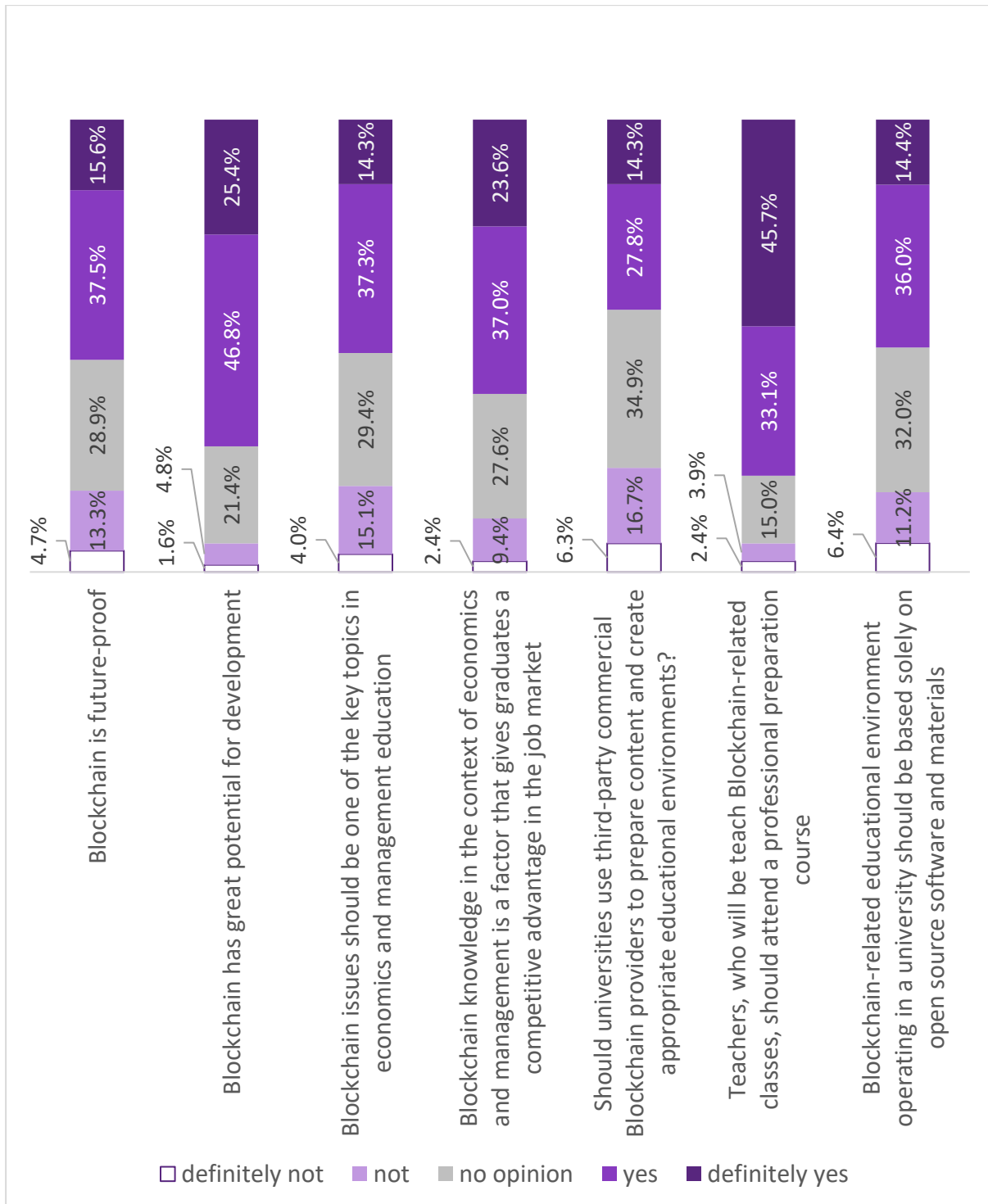


economie en management. Bij het ontwerpen van de enquête verwachtte de auteur hier een hoger resultaat, maar opgemerkt moet worden dat bijna 30% van de respondenten geen mening over deze kwestie had, wat ook een sterke invloed heeft op de snelle visuele interpretatie van de tabel (om deze reden zijn de "geen mening"-reacties grijs gemaakt). Na verwijdering van de gegevens die geen invloed hebben op de situatie (neutrale antwoorden) dient het resultaat direct te worden vergeleken met de tegenovergestelde mening. Hierdoor komt een volledig nieuw beeld naar voren: 51,6% van de respondenten is vóór het onderwijzen van blockchain, en slechts 19,1% is tegen. Dit bewijst dat onder de docenten die de enquête hebben ingevuld, het aantal dat het nodig vindt dat dit onderwerp in het curriculum van economie- en managementopleidingen moet worden opgenomen meer dan twee en een half keer zo groot is als het aantal dat het niet met deze stelling eens is.

Docenten voelen zich niet op hun gemak in het aangaan van de uitdaging die het onderwijzen van blockchain opwerpt. Dit heeft ongetwijfeld te maken met het eerder gesignaleerde gebrek aan kennis en competenties, met name op het gebied van gespecialiseerde computerwetenschap. Dit is waarschijnlijk de belangrijkste reden achter de stelling dat een gespecialiseerde voorbereidingscursus nodig is om de studenten effectief te kunnen onderwijzen.

Figuur 16. Meninge n over geselecteerde aspecten van blockchain en blockchaingerelateerd onderwijs\*





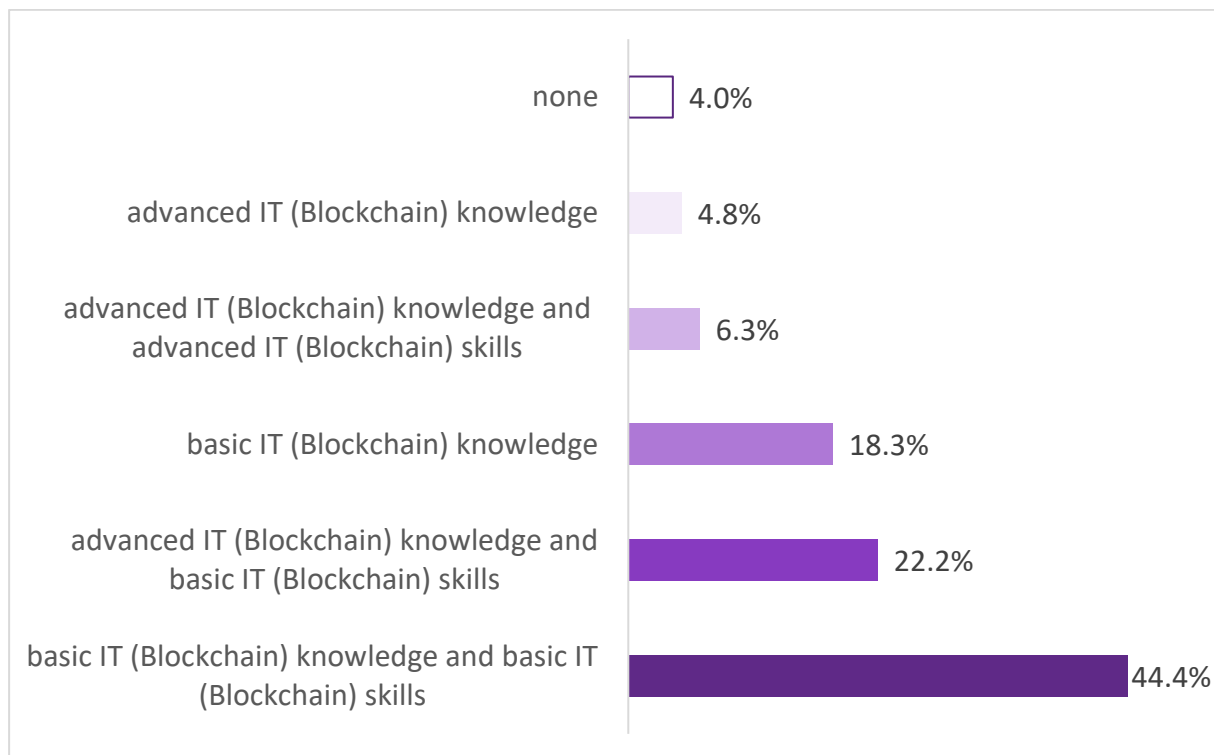
\*sommige resultaten vormen bij optelling geen 100% wegens afronding van cijfers.  
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Het lijkt enorm moeilijk om geavanceerde technische vakken op effectieve wijze te onderwijzen aan studenten wiens hoofdvak op het gebied der geesteswetenschappen ligt. Dit soort hermetische identificatie en classificatie lijkt in het tijdperk van de digitale revolutie echter niet meer mee te kunnen. De convergentie die op alle vlakken speelt dwingt tot fusie en interdisciplinariteit, en dit wordt verder versterkt door de verwachtingen vanuit de arbeidsmarkt.



Voordat we de aandacht richten op een effectief model waarmee de onderwijsplanning en -strategie voor blockchain kan worden gefaciliteerd, is het nodig om eerst in te gaan op het evenwicht tussen praktische ICT-vaardigheden en kennis over de technologie, de manier waarop deze gebruikt wordt en de resultaten die ermee worden behaald. Er lijkt geen logische rechtvaardiging te bestaan waarom economen en leidinggevenden onderwijs zouden moeten krijgen op het gebied van geavanceerde programmering en cryptografie. Dit was ook de mening van de respondenten, getuige Figuur 17. Wanneer we de resultaten als gemiddelde bezien, zonder daarbij de percentages uit het oog te verliezen, kan worden geconcludeerd dat dergelijk onderwijs gericht zou moeten zijn op basale en/of geavanceerde theoretische kennis, en alleen basale ICT-vaardigheden.

Figuur 17. Niveau ICT-kennis en -vaardigheden in het onderwijsmodel voor blockchain voor studenten met hoofdvak economie of management



Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Tabel 12 bevestigt de conclusies van Figuur 16: zichtbaar is dat de voorkeur qua methode voor het onderwijzen van blockchaingerelateerde onderwerpen uitgaat naar oefeningen (68,8%), casestudies (68%) en colleges (60,9%). Minder populair waren methodes met een hoger technisch gehalte, zoals projecten en experimenten (43%) en laboratoria (40,6%).

Tabel 12. Voorkeuren qua methodes voor blockchainonderwijs

ONDERWIJSMETHODE	%
oefeningen	68,8%



casestudies	68,0%
colleges	60,9%
ontwerpexperimenten	43,0%
laboratoria	40,6%
anders	4,7%

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Naar mening van de respondenten moet het onderwijs van blockchain in bachelor- (68,8%) of masteropleidingen (65,6%) plaatsvinden. Daarentegen vond 35,9% dat dit kennisgebied beperkt moest zijn tot promovendi (Tabel 13).

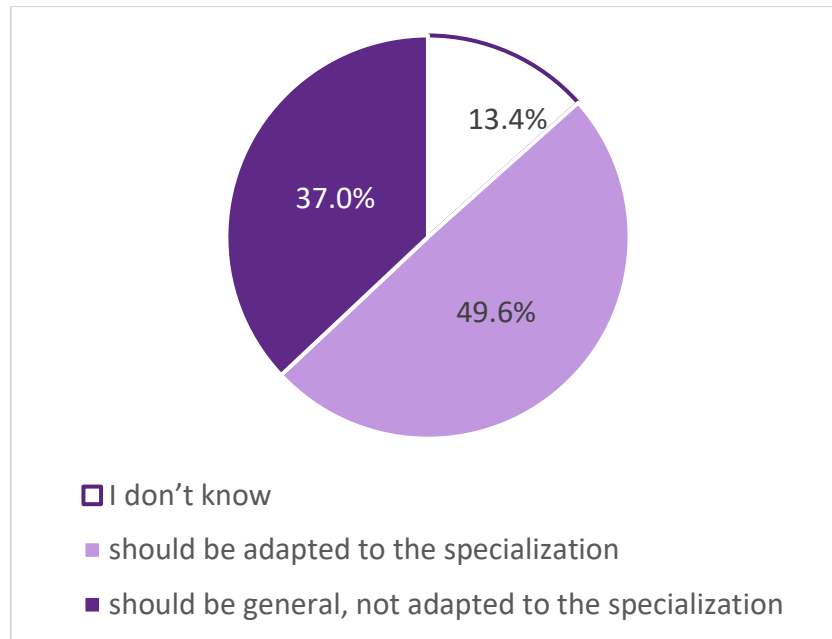
Tabel 13. Op welk onderwijsniveau moet blockchain worden onderwezen

ONDERWIJSNIVEAU	%
bachelor	68,8%
master	65,6%
promovendi	35,9%
Weet ik niet	13,3%
moet niet worden onderwezen	0,8%

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Met betrekking tot de vraag of de inhoud van het onderwijs over blockchain moet worden aangepast aan een specifieke afstudeerrichting waren de respondenten het niet onderling eens. Ofschoon de grootste groep (49,6%) van mening was dat de inhoud moet worden aangepast aan het gekozen profiel, vond een niet veel kleinere groep (37%) dat de inhoud juist universeel moest zijn, oftewel hetzelfde voor alle economie- en managementstudenten (Figuur 18).

Figuur 18. Afstemming van didactische inhoud op afstudeerrichting

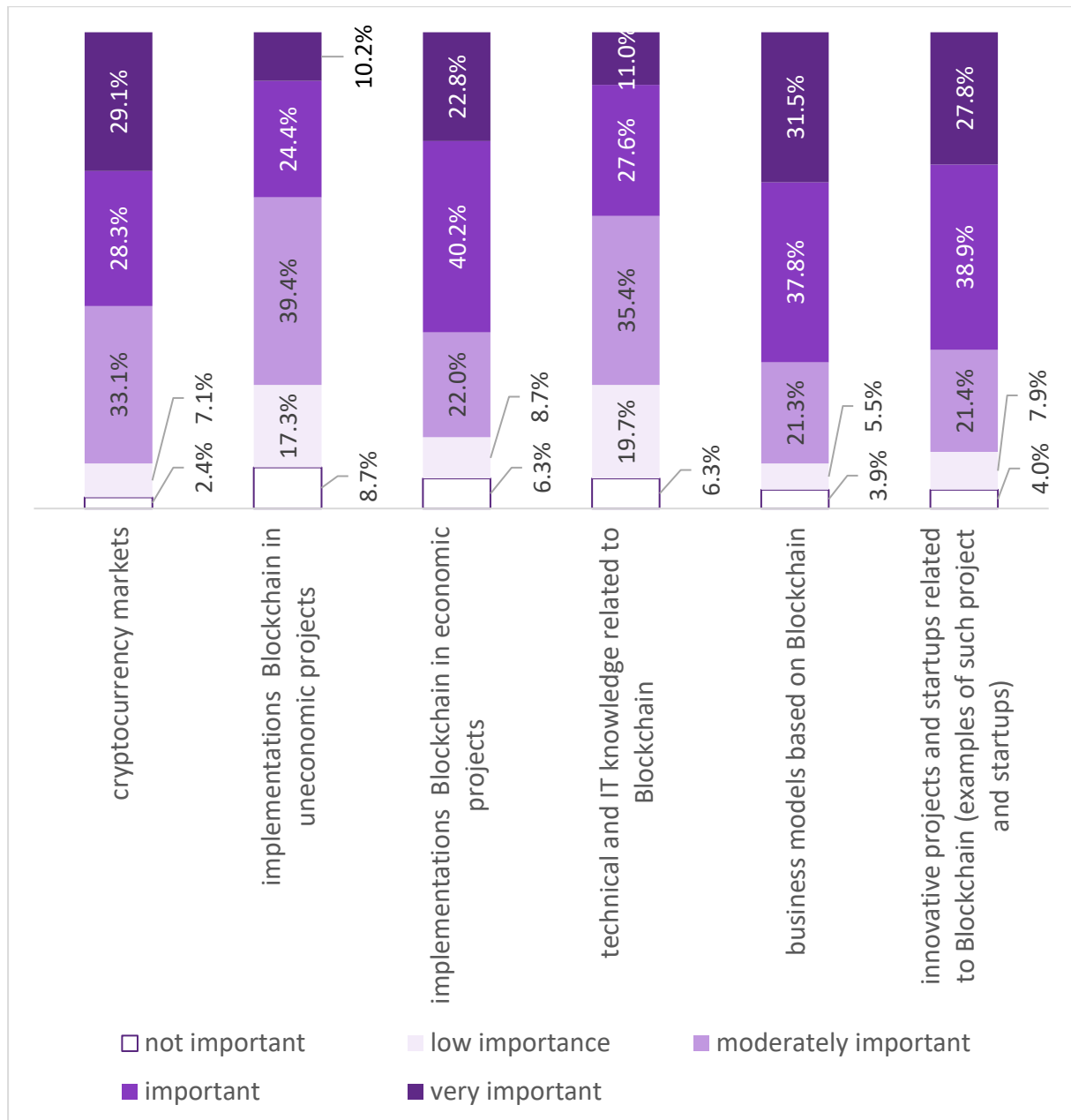


Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De enquête, waarvan de resultaten werden gepubliceerd in een academisch artikel getiteld “Why should Business schools teach blockchain technology?” (Waarom moeten bedrijfskundeopleidingen blockchaintechnologie onderwijzen?), laat zien dat universitaire studenten optimistisch zijn over het leren over blockchain en cryptovalutamarkten. Het is dus zeer logisch om dit onderwerp op te nemen in de curricula, en deze eis zou in alle bedrijfskundeopleidingen moeten worden opgenomen [172]. De literatuur biedt tal van argumenten die dit idee ondersteunen (bv. [173, 174, 175, 176]). Het ligt ook in lijn met de mening van de respondenten, waarvan de overgrote meerderheid het met deze stelling eens was (Figuur 19). Alle aspecten van kennis over blockchain werden als belangrijk beschouwd, maar het meeste belang en waarde voor economie- en managementstudenten werd gehecht aan cryptovalutamarkten, economische projecten op basis van blockchain, bedrijfsmodellen op basis van blockchain, en casestudies van innovatieve projecten en start-ups op het terrein van blockchain.



Figuur 19. Evaluatie van het belang van kennisoverdracht aan studenten m.b.t. geselecteerde aspecten van blockchain\*



\*sommige resultaten vormen bij optelling geen 100% wegens afronding van cijfers.

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

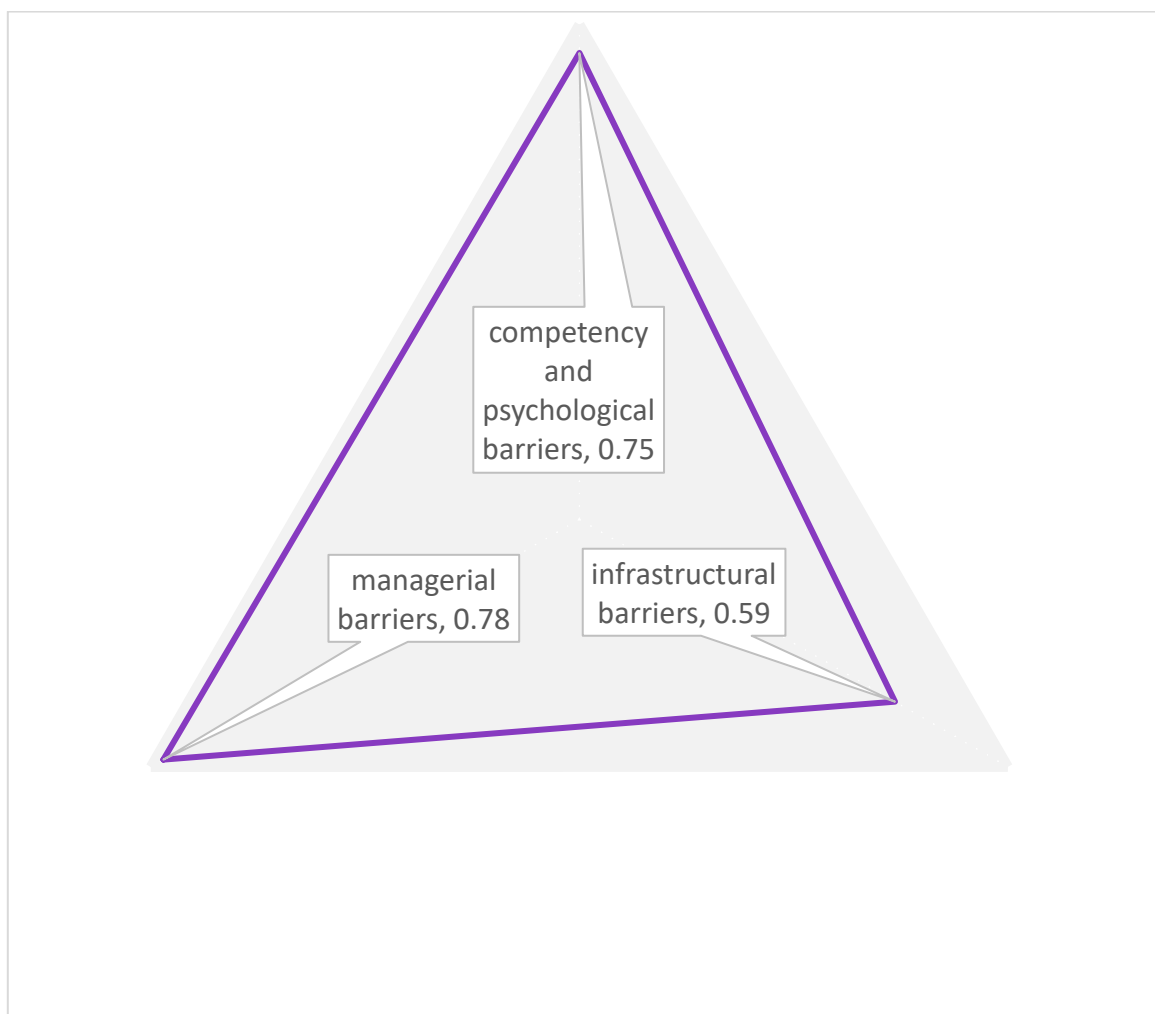
In het onderwijs van blockchaingerelateerde onderwerpen vallen qua barrières drie hoofdtypes te onderscheiden :

- psychologische barrières en barrières met betrekking tot ondercompetentie;
- organisatorisch/management;
- infrastructuur.



Volgens de mening van de respondenten zijn dit allemaal reële en significante obstakels (Figuur 20). Het meest makkelijk te overwinnen zijn de uitdagingen op het gebied van de beschikbare infrastructuur. De relevantie hiervan werd ingeschat op 59 op een schaal van 0 tot 100. Barrières op het gebied van vaardigheden en zorgen over het geven van zulke moeilijke colleges stonden op de tweede plaats (75 punten). Maar het meest kritiek beschouwd werden organisatorische en managementkwesties, met een score van 78 van de 100 punten. De docenten onderscheidden een treffende hiërarchie in deze barrières: ze waren terecht van mening dat de regelgeving van bovenaf, leidinggevenden en systemische factoren hierin onoverkomelijke tegenstand kunnen bieden. Uit een andere studie, waarvan de resultaten zijn gepubliceerd in een paper getiteld “Organization’s Barriers to the Education blockchain,” (Barrières voor blockchainonderwijs vanuit de organisatie) kwamen vergelijkbare conclusies naar voren. [177]

Figuur 20. Barrières in het doceren van onderwerpen met betrekking tot blockchain

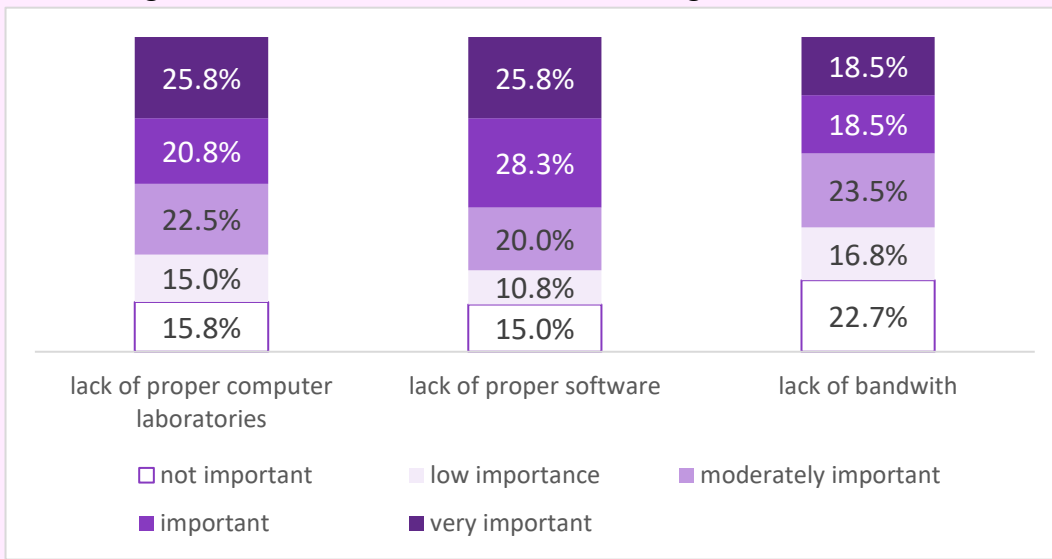


Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.



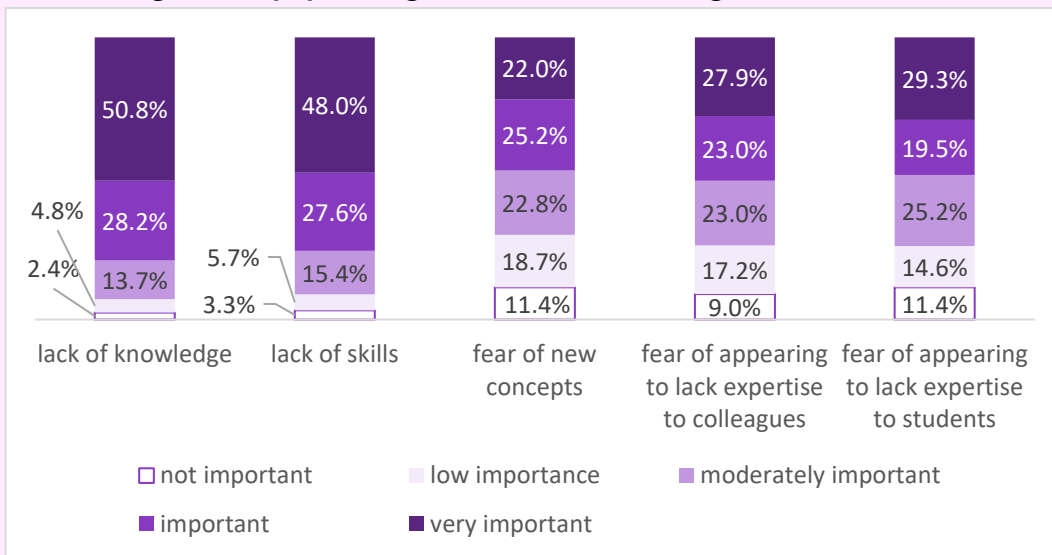


**De grootste infrastructurele barrière is het gebrek aan software**



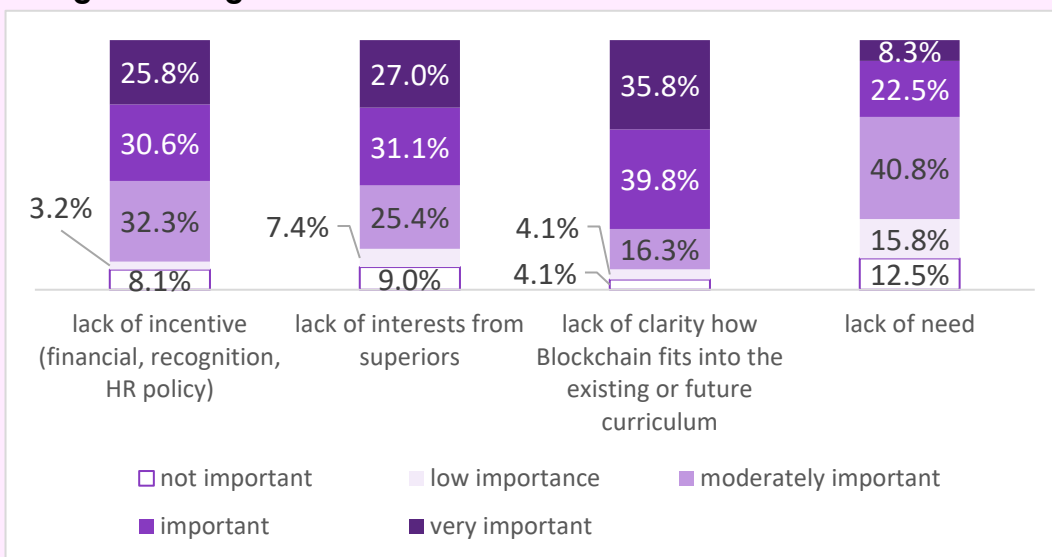
INFRASTRUCTURELE BARRIÈRES

**De grootste psychologische barrière is het gebrek aan kennis**



PSYCHOLOGISCHE EN COMPETENTIEBARRIÈRES

**De grootste organisatorische barrière is onzekerheid over het curriculum**



ORGANISATORISCHE EN MANAGEMENTBARRIÈRES



## X. IDENTIFICATIE VAN VERBORGEN VERBANDEN TUSSEN DE ONDERZOCHE FENOMENEN

De resultaten van deze enquête zijn statistisch geanalyseerd om wiskundig significante verbanden tussen de onderzochte fenomenen te ontdekken. De analyse werd uitgevoerd in de context van in de demografische gegevens geplaatste stellingen, wat uiteindelijk meer dan 100 mogelijke combinaties opleverde. Helaas kon niet worden overgegaan tot vergelijkingen met de optie voor het aangeven van het onderwijsterrein, omdat in deze vraag meer dan één antwoord mogelijk was.

Om de verkregen resultaten te optimaliseren is gebruik gemaakt van de chi-kwadraattoets en drie coëfficiënten: V-Cramer,  $T_{xy}$  Czuprow en de C-Pearson correlatiecoëfficiënt. Aangezien elk van deze middelen zijn eigen specificatie kent, zijn de interpretatiedrempels opnieuw bepaald. De betreffende waarden zijn opgenomen in Tabel 14.

Tabel 14. Interpretatiedrempels voor V – Cramer,  $T_{xy}$  Czuprow en C-Pearson correlatiecoëfficiënten.

V-CRAMER	$T_{xy}$ CZUPROW	C-PEARSON
<0;0,25> geen correlatie	<0;0,25> geen correlatie	<0;0,35> geen correlatie
(0,25;0,35> zwakke correlatie	(0,25;0,35> zwakke correlatie	(0,35;0,45> zwakke correlatie
(0,35;0,45> matige correlatie	(0,35;0,45> matige correlatie	(0,45;0,55> matige correlatie
(0,45;0,55> sterke correlatie	(0,45;0,55> sterke correlatie	(0,55;0,65> sterke correlatie
(0,55;1> zeer sterke correlatie	(0,55;1> zeer sterke correlatie	(0,65;1> zeer sterke correlatie

Bron: eigen uitwerking.

Als aanname gold dat een correlatie reëel zou zijn indien deze door minstens twee van de drie gebruikte coëfficiënten werd aangetoond. De resultaten zijn in Tabel 15 opgenomen.



Tabel 15. Resultaten van statistische analyse voor bepaling van statistisch significante correlaties

#	AFHANKELIJKE VARIABELE	ONAFHANKELIJKE VARIABELE	RESULTATEN
1	theoretische kennis over blockchain	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,005122985&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 57.21218159 <b>V – Cramer</b> 0.334279138 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.302055299 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.555788403 <b>sterke correlatie</b>
2	theoretische kennis over blockchain	ervaring	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,005142&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 36.09106 <b>V – Cramer</b> 0.2655 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.2655 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.468983 <b>matige correlatie</b>
3	kennis over de potentiële toepassingen van blockchain in de economie, de disciplines economie en management	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,000161096&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 69.14179665 <b>V – Cramer</b> 0.367481389 <b>matige correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.33205692 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.592217143 <b>sterke correlatie</b>



4	kennis over de potentiële toepassingen van blockchain in de economie, de disciplines economie en management	ervaring	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,00841&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 37.34017 <b>V – Cramer</b> 0.270056 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.270056 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.475225 <b>matige correlatie</b>
5	kennis van niet-economische mogelijkheden voor het gebruik van blockchain	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,00003302&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 77.06788892 <b>V – Cramer</b> 0.38949768 <b>matige correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.351950884 <b>matige correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.614538924 <b>sterke correlatie</b>
6	kennis van niet-economische mogelijkheden voor het gebruik van blockchain	ervaring	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,04843&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 28.34661 <b>V – Cramer</b> 0.236221 <b>geen correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.236221 <b>geen correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.427169 <b>zwakke correlatie</b>
7	schrijven van nieuwe of herprogrammeren van bestaande blockchaincode	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,014074909&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 50.11819448 <b>V – Cramer</b>



			<p>0.316601309  <b>zwakke correlatie</b>  <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b>  0.286081577  <b>zwakke correlatie</b>  <b>C-Pearson</b>  <b>correlatiecoëfficiënt</b>  0.534973258  <b>matige correlatie</b></p>
8	vermogen om een token te creëren, bv. een NFT	land	<p><b>chi-kwadraattoets</b>  <b>0,00000893&lt;=0,05</b>  <b>chi-kwadraat</b>  102.5557804  <b>V – Cramer</b>  0.447213595  <b>matige correlatie</b>  <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b>  0.390164007  <b>matige correlatie</b>  <b>C-Pearson</b>  <b>correlatiecoëfficiënt</b>  0.674299894  <b>zeer sterke correlatie</b></p>
9	vermogen om een portefeuille op te stellen	land	<p><b>chi-kwadraattoets</b>  <b>0,000492899&lt;=0,05</b>  <b>chi-kwadraat</b>  82.0038708  <b>V – Cramer</b>  0.362223955  <b>matige correlatie</b>  <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b>  0.346084267  <b>zwakke correlatie</b>  <b>C-Pearson</b>  <b>correlatiecoëfficiënt</b>  0.629401746  <b>sterke correlatie</b></p>
10	vermogen om een portefeuille op te stellen	ervaring	<p><b>chi-kwadraattoets</b>  <b>0,043627769&lt;=0,05</b>  <b>chi-kwadraat</b>  38.3211855  <b>V – Cramer</b>  0.276843586  <b>zwakke correlatie</b>  <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b>  0.261822498  <b>zwakke correlatie</b></p>



			<b>C-Pearson correlatiecoëfficiënt</b> 0.484393388 <b>matige correlatie</b>
11	vermogen om een smart contract te schrijven	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,002168845&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 57.37936375 <b>V – Cramer</b> 0.33741361 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.304887614 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson correlatiecoëfficiënt</b> 0.55937446 <b>sterke correlatie</b>
12	technische en ICT-kennis met betrekking tot blockchain	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,038168843&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 46.07861986 <b>V – Cramer</b> 0.301174276 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.272141679 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson correlatiecoëfficiënt</b> 0.51597424 <b>matige correlatie</b>
13	gebrek aan kennis	land	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,025610741&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 45.09556599 <b>V – Cramer</b> 0.301526914 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.272460324 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson correlatiecoëfficiënt</b> 0.516417334 <b>matige correlatie</b>
14	gebrek aan vaardigheden	land	<b>chi-kwadraattoets</b>



			<b>0,047070158&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 44.95760108 <b>V – Cramer</b> 0.302286682 <b>zwakke correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.273146851 <b>zwakke correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.517370585 <b>matige correlatie</b>
15	angst voor nieuwe concepten	ervaring	<b>chi-kwadraattoets</b> <b>0,027657&lt;=0,05</b> <b>chi-kwadraat</b> 29.8498 <b>V – Cramer</b> 0.246313 <b>geen correlatie</b> <b>T<sub>xy</sub> Chuprov</b> 0.246313 <b>geen correlatie</b> <b>C-Pearson</b> <b>correlatiecoëfficiënt</b> 0.441915 <b>zwakke correlatie</b>

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

Met het oog op het aangenomen criterium moeten de correlaties onder de items 6 en 15 van Tabel 15 worden verworpen. Daarnaast geven de verkregen waarden aanleiding tot twijfel over de correctheid van de aangenomen interpretatieve correctie met betrekking tot de C-Pearson correlatiecoëfficiënt. Er is een zekere regelmatigheid zichtbaar; deze bestaat uit het feit dat de waarden uit de berekeningen die zijn uitgevoerd met behulp van de V-Cramer en T<sub>xy</sub> Czuprow-coëfficiënten vergelijkbaar zijn, en in de meeste gevallen het interpretatieresultaat dezelfde of een vergelijkbare correlatie geeft (items 3 en 9). Ondertussen leidt de derde coëfficiënt tot resultaten die één of zelfs twee volledige niveaus hoger liggen. In de literatuur konden geen praktische aanwijzingen en suggesties met betrekking tot deze verschillen worden gevonden. Dit is een belangrijk en interessant wetenschappelijk probleem op statistisch gebied, waarvan de oplossing een afzonderlijk onderzoek vereist. Mogelijk zou het gebruiken van correctiecoëfficiënten met grotere waarden voldoende zijn.

De sterkste verbanden zijn gevonden voor items 5 en 8, oftewel de inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot inzet van





blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen en de locatie (land) waar de respondent werkt, en de verklaring omtrent het vermogen om een token te creëren en wederom de locatie (land) waar de respondent werkt. De eerste hiervan is opgenomen in Tabel 16.

Tabel 16. Inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot inzet van blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen in relatie tot de locatie van de universiteit

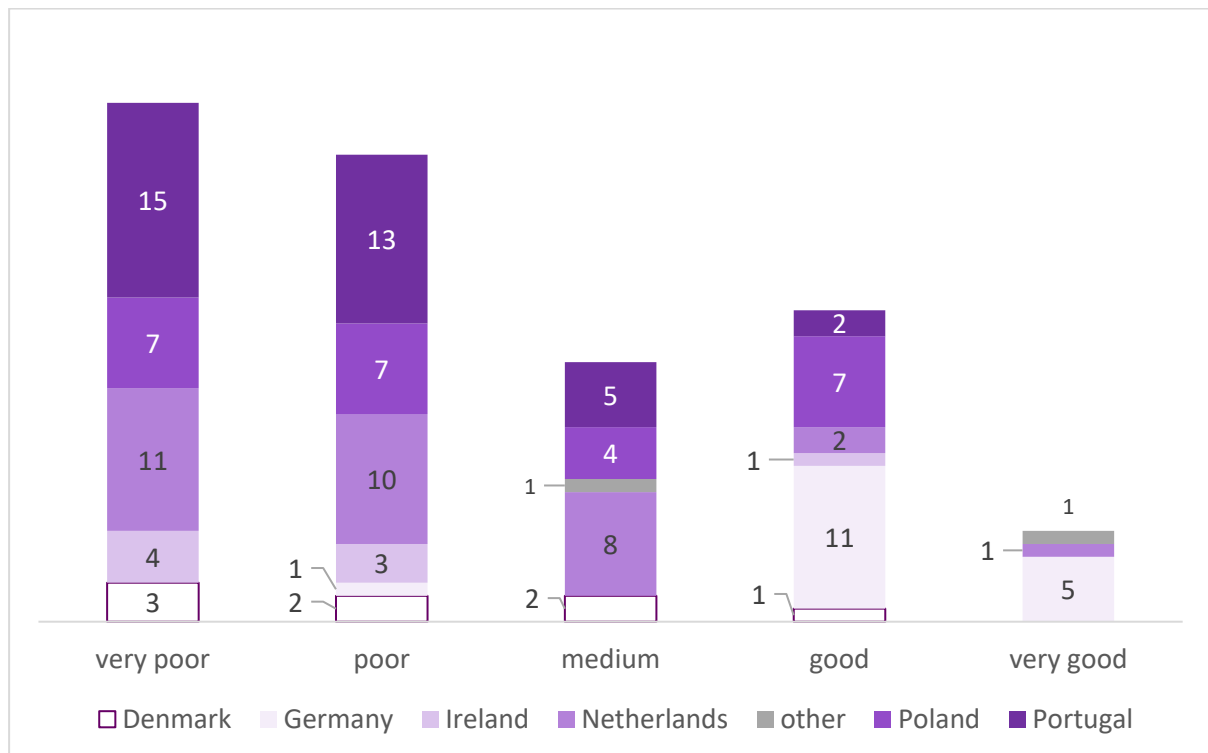
BEOORDELING	LAND							TOTAAL
	Denemarken	Duitsland	Ierland	Nederland	andere	Polen	Portugal	
47								
zeer slecht	3		4	11		7	15	40
slecht	2	1	3	10		7	13	36
gemiddeld	2			8	1	4	5	20
goed	1	11	1	2		7	2	24
zeer goed		5		1	1			7
TOTAAL	8	17	8	32	2	25	35	127
	%							
zeer slecht	2,4%	0,0%	3,1%	8,7%	0,0%	5,5%	11,8%	31,5%
slecht	1,6%	0,8%	2,4%	7,9%	0,0%	5,5%	10,2%	28,3%
gemiddeld	1,6%	0,0%	0,0%	6,3%	0,8%	3,1%	3,9%	15,7%
goed	0,8%	8,7%	0,8%	1,6%	0,0%	5,5%	1,6%	18,9%
zeer goed	0,0%	3,9%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	5,5%
TOTAAL	6%	13%	6%	25%	2%	20%	28%	100,0%

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

In de uitgevoerde analytische procedure is de kwantitatieve disproportie in relatie tot het aantal uit verschillende landen afkomstige respondenten zeer sprekend. Wat betreft inhoud is echter wederom een duidelijke koploper met de grootste hoeveelheid kennis over de bestudeerde fenomenen naar voren gekomen. Dit zijn docenten bij Duitse onderwijscentra. Het hoogste aantal gelijke reacties (31,5%) was afkomstig uit Portugal en betrof het antwoord "zeer slecht". Figuur 21 bevat een grafische weergave van Tabel 16.



Figuur 21. Inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot het inzetten van blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen in relatie tot de locatie van de universiteit

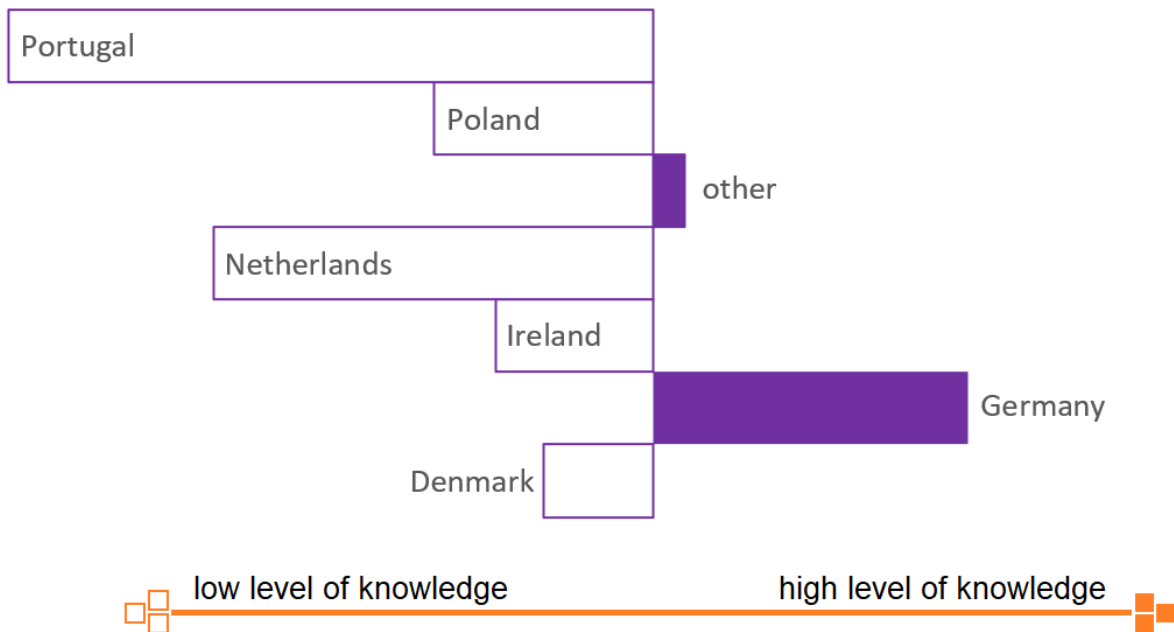


Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

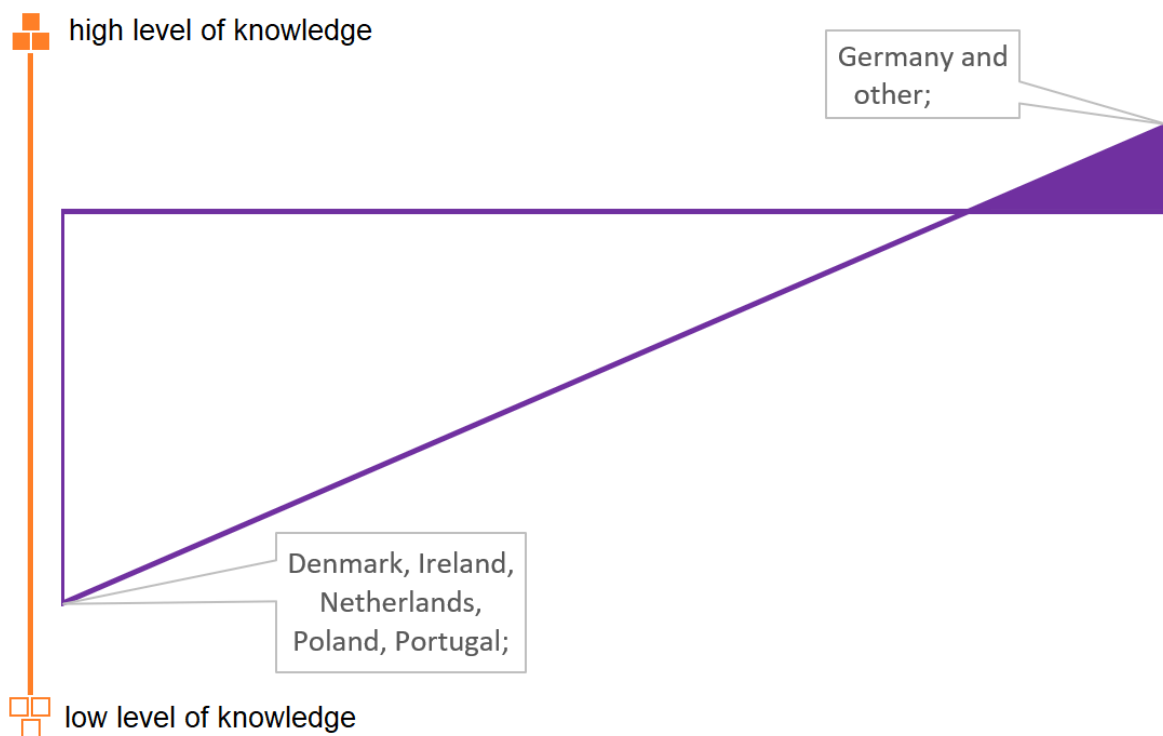
Na het toewijzen van numerieke waarden aan elke antwoordoptie (zeer slecht: -2, slecht: -1, gemiddeld: 0, goed: 1 en zeer goed: 2) en deze voor elk land bij elkaar op te tellen kwam een zeer interessante conclusie naar voren die de grootte van de verschillen op basis van geografische locatie sterk benadrukte (Figuur 21a en b). Deze methode maakt het mogelijk om de significantie van het aantal reacties te verminderen ten opzichte van de antwoorden zelf en een definitieve samenvatting van de resultaten op te stellen (met nadruk op de belangrijkste verschillen en karakteristieke niveaus). 22b daarentegen toont de algehele stand van zaken.

Figuur 22. Inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot het inzetten van blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen in relatie tot de locatie van de universiteit

a) na codering en optelling van de reacties



b) na codering, optelling en aggregatie van de reacties



Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.



Een tweede statistisch zeer significante correlatie werd gevonden tussen de verklaring in staat te zijn een token te creëren en de locatie van de onderwijsinstelling waar de respondent werkzaam is. De gegevens met betrekking tot deze correlatie zijn opgenomen in Tabel 17.

Tabel 17. Verklaring van vaardigheidsniveau m.b.t. het creëren van een token in relatie tot de locatie van de universiteit

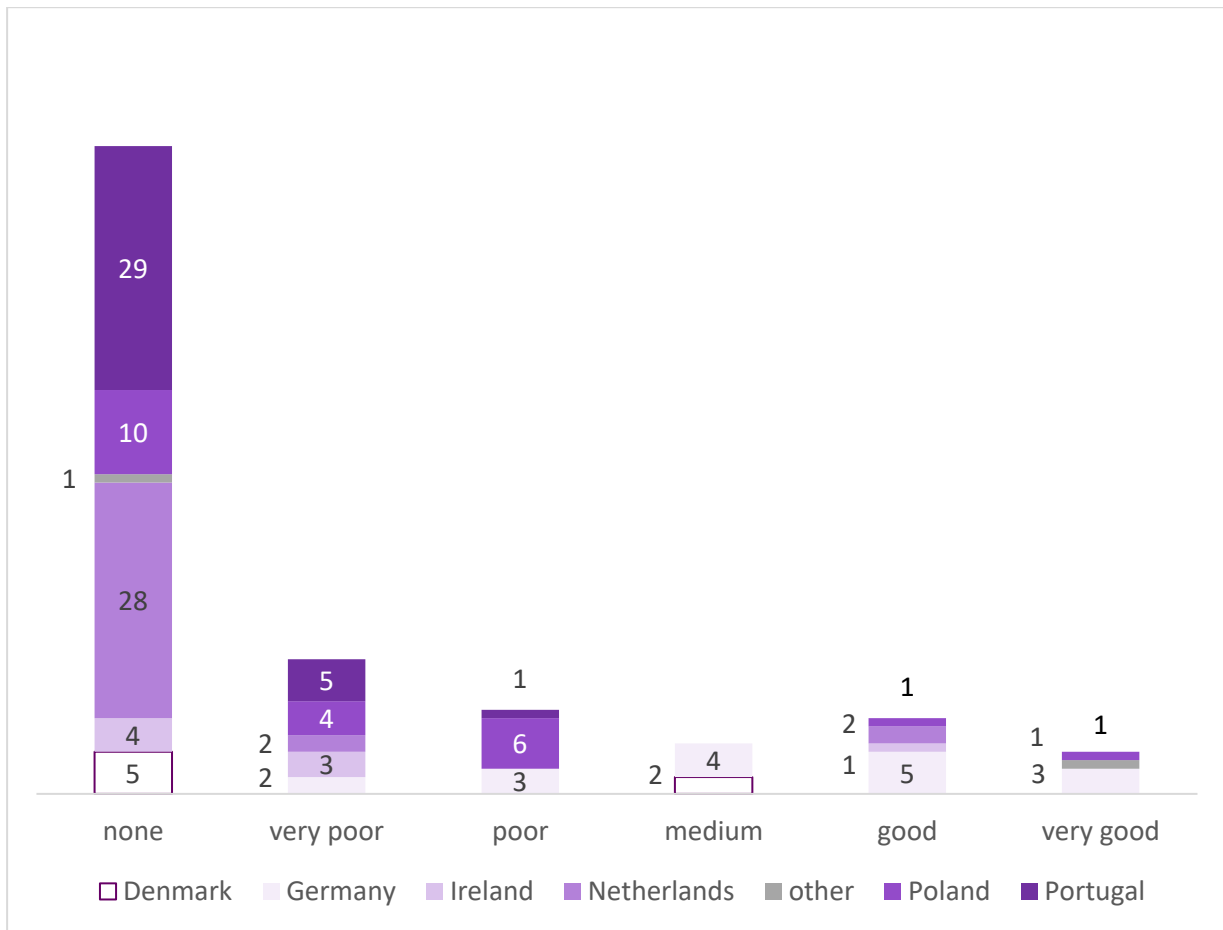
BEOORDELING	LAND							TOTAAL
	Denemarken	Duitsland	Ierland	Nederland	anders	Polen	Portugal	
47								
geen	5		4	28	1	10	29	77
zeer slecht		2	3	2		4	5	16
slecht		3				6	1	10
gemiddeld	2	4						6
goed		5	1	2		1		9
zeer goed		3			1	1		5
TOTAAL	7	17	8	32	2	22	35	123
	%							
geen	4,1%	0,0%	3,3%	22,8%	0,8%	8,1%	23,6%	62,6%
zeer slecht	0,0%	1,6%	2,4%	1,6%	0,0%	3,3%	4,1%	13,0%
slecht	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	0,8%	8,1%
gemiddeld	1,6%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%
goed	0,0%	4,1%	0,8%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	7,3%
zeer goed	0,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%	0,0%	4,1%
TOTAAL	5,7%	13,8%	6,5%	26,0%	1,6%	17,9%	28,5%	100,0%

Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De meest proportionele verdeling van de reacties werd gevonden onder Duitse respondenten. Hier kwam ook het grootste aantal respondenten vandaan dat naar eigen beoordeling een hoog ICT-vaardigheidsniveau had met betrekking tot het creëren van een token (ofschoon dit er nog steeds niet veel waren). De resterende reacties vielen voornamelijk onder "geen vaardigheden". Het hoogste aantal identieke reacties (23,6%) was het antwoord "geen vaardigheden" onder in Portugal werkzame docenten. Figuur 23 bevat een grafische weergave van Tabel 17.



Figuur 23. Verklaring van het vaardigheidsniveau m.b.t. het creëren van een token in relatie tot de locatie van de universiteit



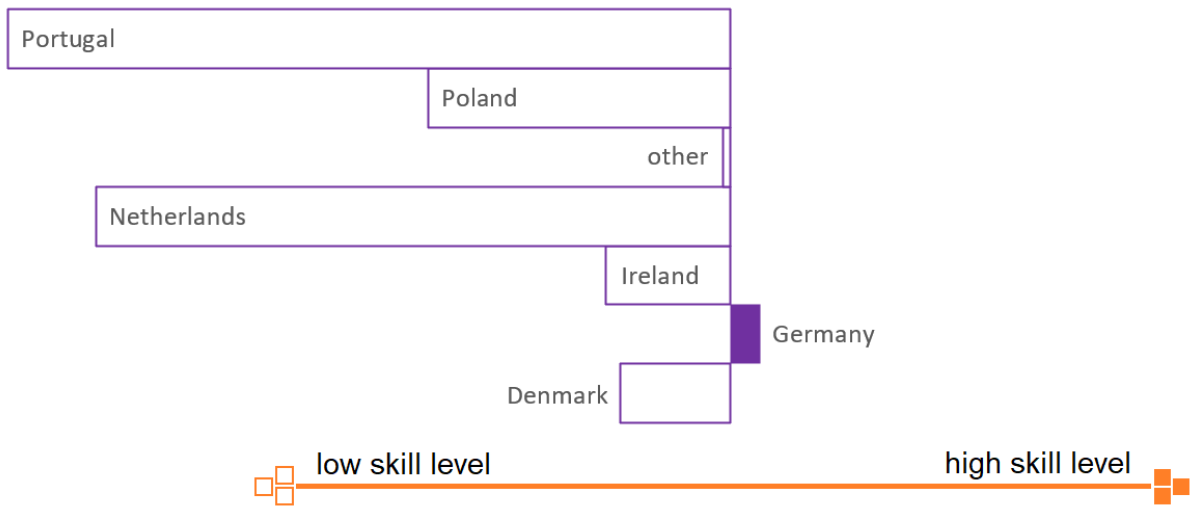
Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.

De geanalyseerde correlatie heeft betrekking op een vraag waarin de antwoordschaal was uitgebreid met één extra antwoordmogelijkheid, namelijk "geen vaardigheden". De numerieke waardering voor de antwoordopties bij deze vraag is dan ook "geen": -3, "zeer slecht": -2, "slecht": -1, "gemiddeld": 0, "goed": 1 en "zeer goed": 2. In Figuur 24a en b zijn de resultaten in grafische vorm opgenomen.

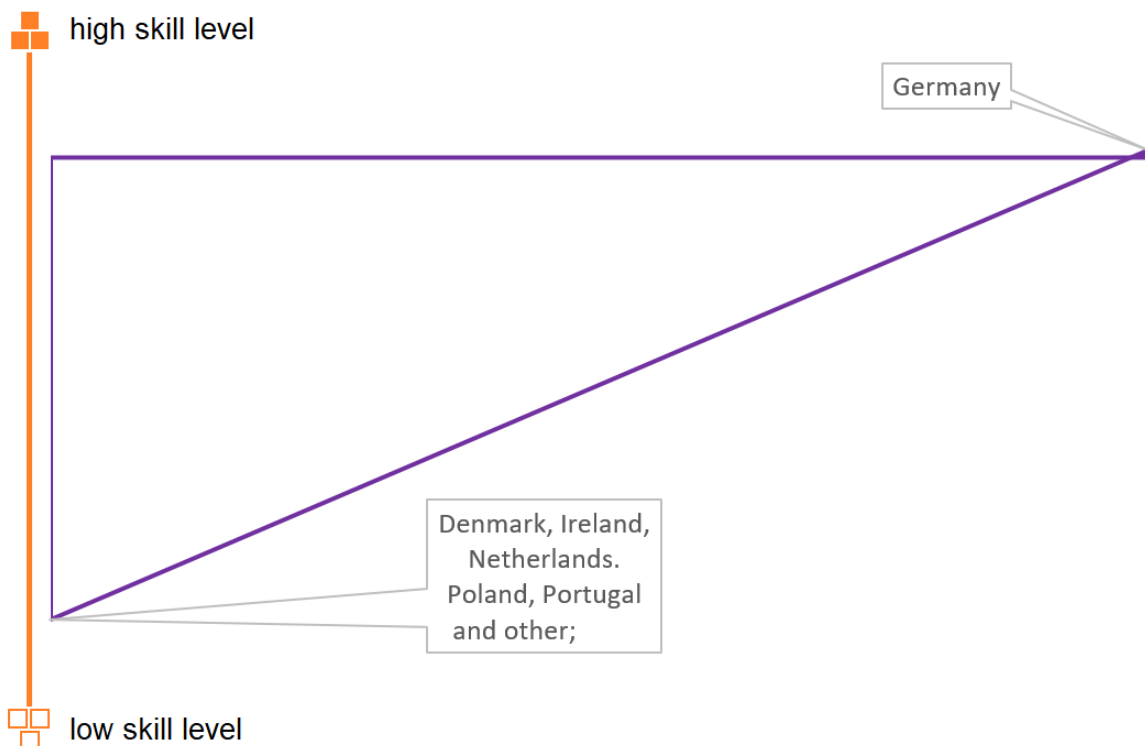


Figuur 24. Verklaring van het vaardigheidsniveau m.b.t. het creëren van een token in relatie tot de locatie van de universiteit

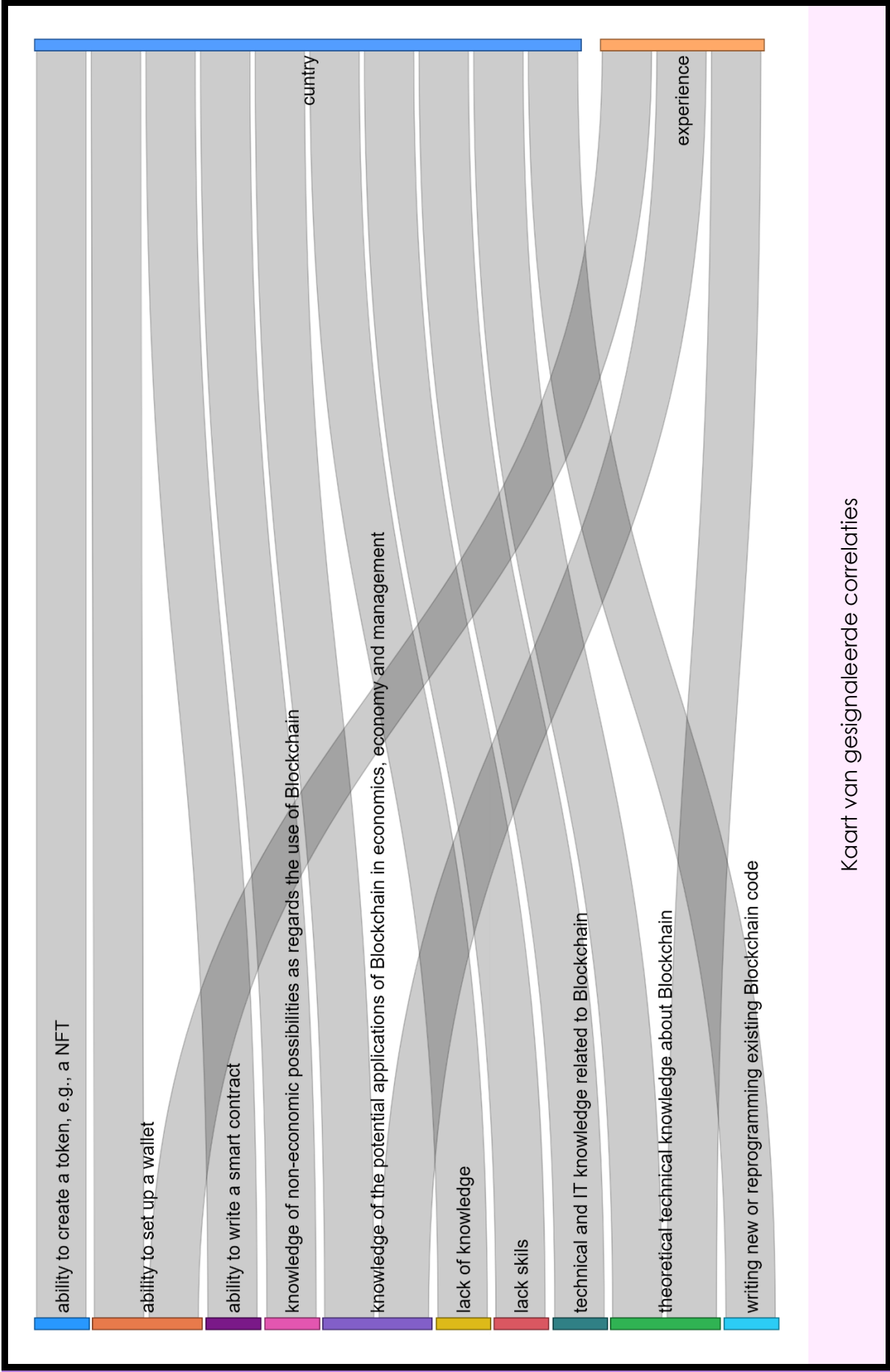
a) na codering en optelling van de reacties



b) na codering, optelling en aggregatie van de reacties



Bron: eigen uitwerking op basis van uitgevoerde onderzoeken.



Kaart van gesignaleerde correlaties





## INHOUDELIJKE VERIFICATIE VAN HYPOTHESEN

**H1** (hoofdhypothese): *De meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen hebben onvoldoende kennis en vaardigheden om onderwijs te geven over onderwerpen met betrekking tot blockchain, maar begrijpen en erkennen wel het enorme potentieel van deze technologie.*

Op basis van het literatuuronderzoek en de resultaten uit de enquête, en met name de gegevens uit de Figuren 12, 13, 14, 15, 16

**is H1 positief bevestigd en bewezen JUIST.**

**H2** (aanvullende hypothese): *De meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen zijn het eens met het concept en het belang van het onderwijzen over blockchaintechnologie aan studenten in deze vakgebieden.*

Op basis van het literatuuronderzoek en de resultaten uit de enquête, en met name de gegevens uit de Figuren 16, 17, 19.

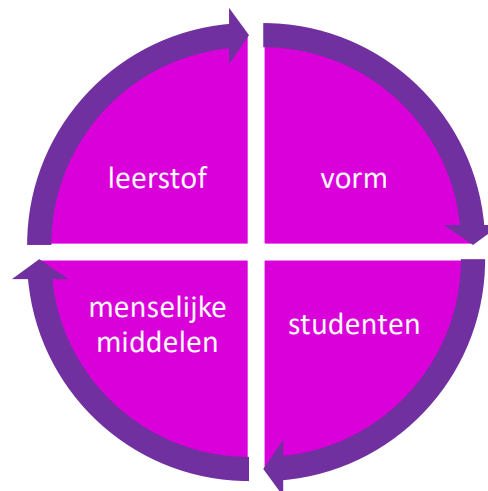
**is H2 positief bevestigd en bewezen JUIST.**



## XI. EDUCATIEF MODEL VOOR BLOCKCHAINONDERWIJS VOOR ECONOMIE- EN MANAGEMENTSTUDENTEN

Het model is gebaseerd op een enquête en een literatuuronderzoek, inclusief een analyse van door universiteiten geïmplementeerde curricula met betrekking tot Blockchain. Om het beeld volledig te maken, werd ook een overzicht opgesteld van het aanbod aan gespecialiseerde cursussen op bijvoorbeeld commerciële digitale platforms. Gezien de beperkingen (bv. het relatief nauwe onderzoeksgebied) moet het model worden beschouwd als een hulpmiddel dat een algemene richting aangeeft. Het algemene idee achter de architectuur van het model is in Figuur 25 weergegeven.

Figuur 25. Hoofdelementen van het model



Bron: eigen uitwerking.

**Menselijke middelen** Deze middelen zijn uiteraard de academici en docenten die het onderwijsplan voor Blockchain moeten implementeren. Helaas blijkt hun kennis op dit gebied nog aan de lage kant. Met een aantal zaken op het gebied van de economische effecten van de besproken technologie (bv. economische modellen of het functioneren van cryptovalutamarkten) zijn ze matig bekend. Wanneer het om meer technische kennis gaat (met name ICT en cryptografie) ligt het niveau drastisch lager, alhoewel er een aantal thematische (bv. algemene ICT-kennis) en persoonlijke uitzonderingen bestaat.

Qua vaardigheden ligt het niveau nog lager: breed genomen kan dit worden beschreven als zeer slecht. Net als het kennisniveau is het vaardigheidsniveau nog lager of zelfs nul wanneer het gaat om meer geavanceerde ICT-kwesties.

Ondanks deze stand van zaken is het onderwijspersoneel zich bewust van het belang en de noodzaak om studenten onderwijs te bieden over Blockchain.



Ze zijn zich echter ook bewust van hun beperkingen, waardoor de psychologische barrières zeer hoog zijn, mogelijk zelfs zo hoog dat ze het uitvoeren van een dergelijk onderwijsinitiatief volledig zouden kunnen voorkomen.

Rekening houdend hiermee en met de duidelijke boodschap die door de respondenten is afgegeven, kan worden gesteld dat het voor het bieden van colleges over Blockchainonderwerpen door docenten aan studenten in de afstudeerrichtingen economie en management **absoluut nodig is om de docenten hierop voor te bereiden door middel van een gespecialiseerde en gerichte training**. Zonder hulp zullen slechts weinig van hen in staat zijn om een onderwijsopdracht als deze uit te voeren.

Een bijkomend probleem is het thematisch terrein van onderwijs in de context van Blockchain. Als dit zich alleen richt op de economische effecten, zal een opfriscursus waarschijnlijk al voldoende voorbereiding bieden. Maar als er meer geavanceerde ICT-kennis en -vaardigheden bij betrokken zijn, zal diepgaande bijscholing van de docenten nodig zijn. Dit doet aan als onwenselijk, discutabel en zelfs onmogelijk om uit te voeren.

**Studenten.** Studenten zijn de uiteindelijke begunstigen van de te ontwikkelen onderwijsstrategie, en geven blijk van enthousiasme en bereidheid om meer over Blockchain te leren [178]. Onduidelijk is echter nog op welk punt dit enthousiasme zich precies richt en om welk specifieke onderwerp het gaat. Zonder informatie hierover kan alleen worden uitgegaan van de eenzijdige mening van docenten, en dat kan bedrieglijk zijn. Er zijn echter een aantal aanwijzingen. Wanneer studenten een bepaald studiegebied kiezen, doen ze dit op basis van hun interesses en competenties. Economie, management en kwaliteitswetenschappen vallen onder de groep der geesteswetenschappen. Deze twee terreinen worden echter gekenmerkt door een hoog opnamevermogen, flexibiliteit en ontvankelijkheid voor interdisciplinaire projecten en onderzoek, met name op het snijvlak van technologie en bedrijfskunde. In combinatie met de openheid van studenten en hun positieve houding ten opzichte van technologie, kan op basis hiervan worden aangenomen dat de economische aspecten van Blockchaintechnologie en cryptovalutamarkten waarschijnlijk veel belangstelling zullen genieten. Aan de andere kant geldt dat het voor meer technische onderwerpen belangrijk is om het curriculum goed af te stemmen op de beschikbare middelen, infrastructuur, en het potentieel en de vaardigheden van de studenten. Daarnaast is het nodig om vooruit te plannen en de uitdaging goed voorbereid aan te gaan.



**CASESTUDY – VOORBEELD VAN AANGEBODEN MASTER  
FULL-TIME ONLINE STUDIE  
(ONLINE AANGEBODEN) [178]**



MASTER IN BLOCKCHAIN EN DIGITALE VALUTA

1100 afgestudeerden sinds 2014  
onderwijstaal: Engels  
3 semesters of 1 kalenderjaar  
vrije studie  
auteur: Andreas Antonopoulos

De MSc in Blockchain en digitale valuta is ontwikkeld om professionals in de financiële diensten en bedrijfskunde, ondernemers, overheidsfunctionarissen en openbaar bestuurders een beter begrip te bieden en de technologie die ten grondslag ligt aan cryptovaluta en Blockchaintechnologie, hoe deze naar waarschijnlijkheid zal inwerken op de bestaande valuta- en financiële systemen, en welke kansen er liggen voor innovatie in digitale valutastystemen. De masteropleiding is gericht op het voorbereiden van deelnemers om competente professionals te worden op het gebied van digitale valuta en Blockchaintechnologie. Afgestudeerden profiteren van een brede achtergrond, met vakken op het gebied van finance, management, computerwetenschappen, en informatiesystemen die gezamenlijk een holistische analyse bieden van cryptovaluta en Blockchainsystemen, -toepassingen en -diensten. De studenten worden blootgesteld aan een rijk, prikkelend curriculum waarin belangrijke onderwerpen op het gebied van Blockchaintechnologie aan bod komen, zoals Blockchain and Digital Currency, Blockchain Systems and Architectures, Blockchain and Entrepreneurship Management, Emerging Topics in Blockchain and Digital Currency, Digital Currency Programming, Smart contract programming, Permissioned Blockchain Programming, Cryptographic Systems Security, Emerging Topics in Fintech, Token Economics, Law and Regulation in Blockchain, Emerging Topics in Law and Regulation, Principles of Money, Banking and Finance, Open and Decentralized Financial Systems en meer.

#### Onderwijsmethode

Binnen het model van het afstandsonderwijs maakt het programma gebruik van verschillende onderwijsmethoden. Ofschoon het grootste deel van de vakken bestaat uit colleges door docenten van de faculteit, wordt in sommige gevallen ook gebruik gemaakt van gastdocenten met een voor bepaalde onderwerpen relevante academische en bedrijfskundige achtergrond. Ook praktische opdrachten, individuele en groepsprojecten, simulaties en casestudyanalyses zijn een belangrijk onderdeel van de onderwijsmethodologie van het programma.



Het programma is verdeeld over drie semesters

De eerste twee semesters bestaan elk uit drie vakken die vereist zijn voor het afronden van het programma. In het derde semester kiezen studenten uit een breed aanbod aan keuzevakken. Indien gewenst kunnen studenten in plaats hiervan in het derde semester een scriptie schrijven.

#### 1e SEMESTER

- Introduction to Blockchain and Digital Currency
- Principles of Money, Banking and Finance
- Law and Regulation in Blockchain

#### 2e SEMESTER

- Blockchain and Entrepreneurship Management
- Blockchain Systems and Architectures
- Emerging Topics in Blockchain and Digital Currency

#### 3e SEMESTER (Keuzevakken (3 van 9) of Scriptie)

- Digital Currency Programming
- Smart Contract Programming
- Permissioned Blockchains Programming
- Cryptographic Systems Security
- Emerging Topics in Law and Regulation
- Emerging Topics in FinTech
- Open and Decentralized Financial Systems
- Token Economics

**Formule.** De leerformule moet variabel zijn wat betreft de verwachtingen en de verwachte leeropbrengst. Bovendien moet de boodschap in de meeste gevallen strikt op een specifieke doelgroep zijn afgestemd. Het kennisgebied van Blockchain is enorm en continue in ontwikkeling. Daarnaast is het ook convergent en multi-threaded. De aanbeveling is om vier leerformules in overweging te nemen:

**F1.** Online cursus, gratis toegankelijk voor alle universiteitsstudenten:

- form: cursus op een e-learningplatform (welk platform is om het even); redirect naar de cursus vanaf de officiële website van de universiteit; materialen in gemengde vorm beschikbaar: elektronische documenten, colleges, podcasts, video's, webinars, etc.
- duur cursus: 30 lesuren.
- bij voltooiing van de cursus dient een certificaat te worden afgegeven.

**F2.** Basisvak, hetzelfde voor alle studenten economie en management van het eerste niveau (bachelor):



- vorm: lessen in de vorm van colleges die in het leslokaal en/of online kunnen worden gegeven.
- duur cursus: 30 uur.

**F3.** Gespecialiseerd vak, afgestemd op een specifiek studiegebied – opleidingen van het tweede niveau (masteropleiding).

- vorm: lessen in de vorm van colleges en opdrachten. Fulltime lessen.
- duur cursus: colleges: 15 uur, opdrachten: 30 uur.
- vak gericht op studenten met een certificaat verkregen door het voltooien van een online cursus, of studiepunten op bachelorniveau voor het onder F2 beschreven vak.

**F4.** Cursus met betrekking tot Blockchain en cryptovaluta – opleidingen van het tweede niveau (masteropleidingen).

- vorm: lessen in de vorm van colleges, oefeningen en laboratoria. Uit te breiden met studiebezoeken en stages. Fulltime lessen.

Deze formules kunnen (waarschijnlijk zelfs moeten) met elkaar worden gecombineerd, aangezien de verschillende mogelijkheden niet uitsluitend maar aanvullend zijn. Als aanname geldt dat de beste resultaten te behalen zijn met een combinatie van F1 en F2; F1 en F3; of F1, F2 en F4.

De auteur is van mening dat F1 en F2 verplicht zouden moeten zijn op alle universiteiten met een economie- of managementprofiel. F3 zou een keuzevak moeten zijn, en F4 volledig facultatief, gezien de hoge toelatingsbarrières en met het oog op kwaliteitsbehoud. Het aanbieden van F4 dient voornamelijk te worden overwogen door onderwijscentra die opleidingen bieden op het gebied van economie en computerwetenschappen en gespecialiseerde medewerkers en ICT-infrastructuur tot hun beschikking hebben.

**Leerstof.** De respondenten gaven aan dat bij de ontwikkeling van de leerstof moet worden uitgegaan van een matige tot lage technische kennis van Blockchain en basale ICT-vaardigheden. Deze houding werd bevestigd door het feit dat ze met betrekken tot het leren van dit onderwerp de voorkeur gaven aan colleges, casestudies en opdrachten: met andere woorden, een theoretische aanpak. Tegelijkertijd moeten economische vraagstukken uitvoerig en diepgaand worden geanalyseerd.

Ook moet rekening worden gehouden met het feit dat Blockchain en cryptovaluta onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden. Deze onderwerpen kunnen niet volledig los van elkaar worden onderwezen. Wanneer een universiteit vakken aanbiedt over cryptovaluta, kan in hetzelfde of het daarop volgende semester een vak met betrekking tot Blockchain worden aangeboden. Worden dit soort vakken niet aangeboden (wat volgens de enquête bij maar liefst 68,7% van de onderwijsinstellingen het geval kan zijn), is het nodig om een deel van de lestijd binnen het Blockchaingerelateerde vak



te wijden aan digitale valuta. Deze stand van zaken komt in de hierna volgende discussie aan bod.

Tabel 18 toont het scala aan inhoud dat curricula op basis van F1, F2 en F3 zouden moeten bevatten. Wegens de optionaliteit, subjectiviteit en ambivalentie die wordt veroorzaakt door de actuele behoeften van de doelgroep en de ervaring en middelen van onderwijsinstellingen, is F4 in de tabel weggelaten.

Tabel 18. Blockchain-leerstof in leerformules F1, F2 en F3.

FORMULE	LEERSTOF
F1	De geschiedenis, oorsprong, definities en basale kennis van de principes van Blockchaintechnologie en de diensten en platforms die deze technologie gebruiken. Basale kennis van cryptovaluta en cryptovalutamarkten. Risico's en kansen met betrekking tot cryptovaluta. Regelgeving voor Blockchain en cryptovaluta. Overzicht van de meest bekende projecten en initiatieven op het gebied van Blockchain.
F2	De geschiedenis, oorsprong, definities en basale kennis van de principes van Blockchaintechnologie en de diensten en platforms die deze technologie gebruiken. Basale kennis van cryptovaluta en cryptovalutamarkten. Risico's en kansen met betrekking tot cryptovaluta. Regelgeving voor Blockchain en cryptovaluta. Overzicht van de meest bekende projecten en initiatieven op het gebied van Blockchain.
F3	Colleges: de essentie van crowdfunding. Een overzicht van de kansen en risico's en de regelgeving voor het gebruik van Blockchain op het gebied in kwestie. Voorbeelden van niet-economische initiatieven op basis van Blockchain met universele toepassingen (bv. personalisatie en authenticatie). Opdrachten: analyse van projecten, initiatieven en startups op basis van Blockchain binnen het gebied in kwestie (bv. op het gebied van logistiek: het bewaken van toeleveringsketens met behulp van Blockchain). Analyse en beoordeling van bedrijfsmodellen en de ontstaansgeschiedenis van deze initiatieven. Kredietoefenproject: een concept voor de implementatie van Blockchaintechnologie in een bepaalde instelling of bedrijf.

Bron: eigen uitwerking.





## CASESTUDY – VOORBEELD VAN EEN AANGEBOEDEN VAK OVER BLOCKCHAIN-ONDERWERPEN [179]



### KORTE ONLINECURSUS

TITEL: BLOCKCHAINTECHNOLOGIE: BEDRIJFSKUNDIGE INNOVATIE EN TOEPASSING

6 weken, exclusief oriëntatie  
5-8 uur per week, volledig online  
wekelijkse modules, flexibel leren  
ontvang een MIT Sloan digitaal certificaat

Cursus ontwikkeld door: MIT Sloan School of Management, geschreven door Professor Christian Catalini, specialist op het gebied van cryptoeconomie. In deze cursus leert men over Blockchaintechnologie vanuit een economisch perspectief. De deelnemer leert hoe Blockchain functioneert (vanuit een praktisch en technisch oogpunt), het potentieel en de beperkingen ervan, en de mogelijkheden en manieren waarop het in zijn of haar eigen organisatie kan worden ingezet.

#### MODULE 1. INLEIDING BLOCKCHAINTECHNOLOGIE

Hoe benader je problemen waar mogelijk een blockchain voor nodig is?

- veelvoorkomende misvattingen over blockchaintechnologie
- uitdagingen met betrekking tot het voorspellen van technologische ontwikkelingen en de impact ervan op de economie
- de opkomst van blockchaintechnologie in relatie tot andere, algemene technologieën
- de rol van ondernemersstrategie in tijden van technologische onzekerheid
- bedrijfskundige toepassing van Blockchain door middel van een strategisch netwerk

#### MODULE 2. BITCOIN EN DE VLOEK VAN HET "DOUBLE SPENDING"-PROBLEEM

De technologische doorbraak achter Bitcoin

- Bitcoin als ruilmiddel, waardeopslag en verantwoordingseenheid
- het "double spending"-probleem en hoe Bitcoin dit aanpakt
- technische details van het Bitcoin-protocol
- hoe werkt het PoW-algoritme?
- algoritmes voor het tot stand brengen van consensus binnen een Blockchain ter boring van de integriteit ervan
- alternatieve cryptovaluta en hoe deze de uitdagingen van Bitcoin mogelijk kunnen aanpakken
- de rol van mining in het bootstrappen van de infrastructuur van Bitcoin



- actuele problemen met het schalen van de Bitcoin-blockchain en hoe deze kunnen worden aangepakt

### MODULE 3. KOSTELOZE VERIFICATIE: BLOCKCHAINTECHNOLOGIE EN HET "LAST MILE"-PROBLEEM

Waarom blockchaintechnologie kan leiden tot goedkopere, meer betrouwbare verificatie

- situaties waarin betaling en afstemming op dit moment duur zijn
- kosten van het verifiëren van de kenmerken van een transactie
- hoe bouw je data-integriteit met kosteloze verificatie?
- blockchaintechnologie die het "last mile"-probleem kan helpen oplossen (online en offline)
- toepassingen van goedkopere betaling en afstemming in verschillende bedrijfssectoren
- haalbare oplossingen voor het "last mile"-probleem

### MODULE 4. HET BOOTSTRAPPEN VAN NETWERKEFFECTEN VIA BLOCKCHAINTECHNOLOGIE EN CRYPTOECONOMIE

Hoe Blockchaintechnologie de kosten van netwerken verlaagt, en de implicaties hiervan voor de marktstructuur

- de economische gevolgen van een vermindering in de kosten van netwerken
- de aard van bemiddeling kan veranderen als gevolg van blockchaintechnologie
- risico's van smart contracts
- voorwaarden waaronder relatiecontracten kunnen worden geautomatiseerd
- rol van tokens in het stimuleren van de groei, het functioneren en de veiligheid van een platform
- praktijkvoorbeelden van het benutten van vermindering van de kosten van netwerken
- beloningssysteem voor het toevoegen van tokens aan een ecosysteem

### MODULE 5. INZET VAN TOKENS VOOR HET ONTWERPEN VAN NIEUWE SOORTEN DIGITALE PLATFORMS

het ICO-landschap en de kansen die "native tokens" bieden voor bedrijven

- voorbeelden van tokens
- waarde die tokens met zich mee kunnen brengen voor het ecosysteem van een bedrijf
- rol van tokens in het financieren van blockchain-innovaties en -platforms
- Hoe uitdagingen rond het reglementeren van effecten invloed kan hebben op de succesvolle tokenisering van een ecosysteem



- ranschikking van verschillende tokens m.b.t. aangetrokken kapitaal en handelsresultaten

## MODULE 6. DE TOEKOMST VAN BLOCKCHAINTECHNOLOGIE, KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE EN DIGITALE PRIVACY

Primer voor een op blockchain gebaseerde oplossing en de rol van bredere digitale platforms en digitale privacy in de opstelling van die oplossing

- hoe kan blockchaintechnologie ingrijpen op bredere veranderingen in digitale platforms, AI en het IoT?
- vermogen van blockchaintechnologie om de concurrentie te versterken en de toetredingsdrempels te verlagen
- impact van blockchaintechnologie en incentives op de paradox van consumentenprivacy
- produceren van een primer over een op blockchain gebaseerde oplossing voor een bedrijfsprobleem binnen de eigen context
- reflecteren op de belangrijkste resultaten van het programma



## SAMENVATTING

Op basis van de besproken overwegingen, het literatuuronderzoek en de conclusies uit de studie kan worden geconcludeerd dat het potentieel van blockchaintechnologie in de onderwijssector nog niet volledig is geëxploiteerd [180], niet alleen op administratief gebied, maar ook als studieonderwerp. "Ofschoon het volume aan literatuur over de toepassing van blockchain in het onderwijs de laatste paar jaar toeneemt, is het nog fragmentarisch, en er is nog geen systematische evaluatie van het onderwerp uitgevoerd" (oorspronkelijk citaat in het Engels)[181]. In de meeste bronnen vindt men schetsen en concepten voor implementaties, in plaats van concrete feiten en bewezen oplossingen, onderbouwd door ervaring en praktische resultaten. In deze schetsen en concepten is meestal de mogelijkheid opgenomen om bepaalde Blockchain-functionaliteit over te zetten naar verschillende subsectoren die betrekking hebben op kennisdeling. De op dit gebied uitgevoerde projecten en experimenten worden zeer langzaam uitgevoerd, wat in combinatie met de enorm snelle ontwikkeling van de betreffende technologie betekent dat ze snel achterhaald zijn [112]. Wederom zien we dat de technologische ontwikkeling sneller verloopt dan het vermogen om tussenproducten te overwegen of op effectieve wijze te implementeren, waardoor het risico bestaat dat men interessante oplossingen misloopt, en dus ook niet profiteert van de voordelen die deze met zich mee zouden brengen. Desondanks moet de situatie gezien worden als kans, niet als dreiging. Er ligt momenteel een grote kans om versteende, bevooroordeelde onderwijsstructuren en -systemen volledig te transformeren.

Een gedecentraliseerd netwerk van verbindingen belooft niet alleen meer efficiëntie en transparantie, maar ook meer administratieve controle over het beheersproces in het onderwijs [112]. Door de uniciteit, noviteit en veelheid aan kenmerken van Blockchaintechnologie zijn het gebied en de mogelijkheden om het in alle fasen van het onderwijs toe te passen zeer groot, van de basis- en middelbare school tot universiteiten en e-learning.

De hypothesen die in dit paper zijn aangenomen, H1 en H2, zijn zowel statistisch als inhoudelijk onderzocht. Uiteindelijk zijn ze geaccepteerd en correct bevonden. Hiermee werd bevestigd dat de meeste academici en docenten die economie en management onderwijzen onvoldoende kennis en vaardigheden beschikken om onderwijs te geven over onderwerpen met betrekking tot Blockchain, maar begrijpen en erkennen wel het enorme potentieel van deze technologie. Ze zijn het eens met het concept en het belang van het onderwijzen van Blockchaintechnologie aan studenten binnen deze afstudeerrichtingen.



Er staan echter veel barrières in de weg van de effectief Blockchain-onderwijs op grote schaal. Deze zijn gegroepeerd en geclassificeerd als organisatorische en managementbarrières, infrastructurele barrières en psychologische barrières. De laatste hiervan zijn in dit paper in meer detail besproken; de overige twee hebben daarentegen niet de aandacht gekregen die ze in feite verdienen. Gebreken op het niveau van de ICT-infrastructuur zijn – tenzij het gaat om cruciale aspecten zoals het ontbreken van een internetverbinding – geen significant obstakel op het betreffende onderwijsniveau. Barrières met betrekking tot organisatie en management daarentegen kunnen zeer moeilijk te overwinnen zijn en kunnen daardoor zelfs de beste onderwijsstrategieën ondermijnen.

Universiteiten en andere onderwijscentra moeten er dan ook naar streven om hun middelen maximaal te benutten, met name als het gaat om het onderwijspersoneel. Als ze meer technisch geavanceerde onderwerpen in de vorm van laboratoria willen invoeren, zullen ze nog meer de nadruk moeten leggen op het goed voorbereiden van de docenten. Er kan echter geen druk worden uitgeoefend op de docenten om zich te laten bijscholen. Bij mislukking kan het de moeite waard zijn om samenwerking te overwegen met centra die meer ervaring hebben en gebruik te maken van hun oplossingen. Dit zal de lancering van de eerste vakken significant vergemakkelijken.

Blockchain- en cryptovalutakwesties zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Scholen die onderwijs bieden over digitaal geld en valuta hebben een makkelijke weg af te leggen wat betreft inhoud en organisatie. Indien het organiseren van een opleiding of vak over Blockchain te ingewikkeld klinkt, kan men denken aan het eerst implementeren van een vak over cryptovaluta, wat voor zowel de studenten als de docenten een meer toegankelijk onderwerp is en een uitstekende inleiding vormt voor een verdere verkenning van gedistribueerde netwerken.

Het is belangrijk om bij het opstellen van een studie of vak rekening te houden met verscheidene principes. Naast een geschikte constructie en op de doelgroep afgestemde didactische inhoud moet de "boodschap" maximaal geoptimaliseerd worden. Dit betekent dat de boodschap in een verscheidenheid van vormen moet worden aangeboden, niet alleen omdat dit aantrekkelijker is voor de student, maar ook zodat deze via verschillende platforms en apparaten toegankelijk is. Met betrekking tot studies is het ook de moeite waard om de deelname aan colleges zo flexibel mogelijk te maken.

Het uitgevoerde onderzoek is een zeer goede inleiding voor nader onderzoek naar het onderwerp. Voordat hiertoe wordt overgegaan moet echter een aantal gebreken worden verholpen. De verzamelde gegevens vertonen een aantal significante beperkingen. Meest belangrijk is dat de steekproefgrootte onvoldoende is, evenals de selectie van respondenten, die meer gestructureerd en met behulp van een multidimensionele quota-techniek had

moeten worden uitgevoerd. Feit blijft echter dat de enquête een proefonderzoek is, bezwaard door de beperkingen van de aannames van het project. De verkregen resultaten kunnen als richtinggevend worden beschouwd, maar zijn van zichzelf niet voldoende om betrouwbare conclusies over de gehele populatie te kunnen trekken. Om het voorgestelde model te verbeteren zou een volgende logische stap zijn om een onderzoek uit te voeren onder studenten. Dit zijn immers de primaire belanghebbenden: hun meningen en verwachtingen zouden zeer waardevol kunnen zijn.

Het in de praktijk brengen van het model zou eveneens een kans bieden voor het *post facto* analyseren van meningen, ervaringen en opmerkingen. Het zou ook behulpzaam zijn om een aanvullend deskundigenonderzoek uit te voeren; in combinatie met kwantitatieve gegevens zou dit de effectiviteit van de ontwikkelde strategie verder verhogen.

Een dergelijk onderzoek zou, naast het voor de hand liggende gebruik door projectdeelnemers en andere wetenschappelijke organisaties en onderwijsinstellingen, een zeer nuttige bron zijn voor bijvoorbeeld lokale bestuursorganen. Het zou gebruikt kunnen worden voor het plannen van ontwikkelingsactiviteiten of het aangeven van nieuwe richtingen voor de ontwikkeling van scholen.



## BIJLAGE A. OVERZICHT VAN LOPENDE BLOCKCHAINPROJECTEN MET FINANCIERING VANUIT DE EU

Project	EU-financiering	Totaalbudget	Sector	Meer informatie
PROCONTRA	2.5	2.5	Overig – onderzoeken (wetenschap & technologie)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/885666">https://cordis.europa.eu/project/id/885666</a>
Blockchain Gov	2	2	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/865856">https://cordis.europa.eu/project/id/865856</a>
BIG	2.5	2.5	Duurzaamheid – duurzaam zakenecosysteem	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/952226">https://cordis.europa.eu/project/id/952226</a>
BBTWINS	4.1	5.3	Voedselveiligheid	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101023334">https://cordis.europa.eu/project/id/101023334</a>
TRICK	8	9.6	Duurzaamheid – traceerbaarheid van producten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/958352">https://cordis.europa.eu/project/id/958352</a>
CITIES2030	11.8	12.5	Voedselveiligheid	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101000640">https://cordis.europa.eu/project/id/101000640</a>
HEREWEAR	6.2	7	Duurzaamheid – circulaire textielstoffen	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101000632">https://cordis.europa.eu/project/id/101000632</a>
IMPULSE	4	4	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101004459">https://cordis.europa.eu/project/id/101004459</a>
Feature Cloud	4.6	4.6	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/826078">https://cordis.europa.eu/project/id/826078</a>
COPA EUROPE	4.9	6.2	Media & Social Media	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/957059">https://cordis.europa.eu/project/id/957059</a>
BRIGHT	4.7	5.9	Duurzaamheid – energie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/957816">https://cordis.europa.eu/project/id/957816</a>
DiTECT	4.1	4.1	Voedselveiligheid	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/861915">https://cordis.europa.eu/project/id/861915</a>
TrustEat	0.9	0.9	Voedselveiligheid	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/952600">https://cordis.europa.eu/project/id/952600</a>
NGI Assure	8	8	Industriële technologieën – Big Data	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/957073">https://cordis.europa.eu/project/id/957073</a>
PlatOne	7.5	9.6	Duurzaamheid – energie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/864300">https://cordis.europa.eu/project/id/864300</a>
TruBlo	6.1	6.1	Volgende generatie internet	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/957228">https://cordis.europa.eu/project/id/957228</a>
OntoChain	6	6	Volgende generatie internet	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/957338">https://cordis.europa.eu/project/id/957338</a>
TRAPEZE	5	6	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/883464">https://cordis.europa.eu/project/id/883464</a>





PUZZEL	4	5.3	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/883540">https://cordis.europa.eu/project/id/883540</a>
Pop-Machina	10	11	Duurzaamheid – collaboratief produceren	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/821479">https://cordis.europa.eu/project/id/821479</a>
PLANET	7	7.1	Duurzaamheid – transport	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/860274">https://cordis.europa.eu/project/id/860274</a>
CyberKit4SME	3.9	4.9	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/883188">https://cordis.europa.eu/project/id/883188</a>
PARITY	7.2	9.4	Duurzaamheid – energie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/864319">https://cordis.europa.eu/project/id/864319</a>
5GaaS	2.4	3.2	Industriële technologieën – 5G	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/958832">https://cordis.europa.eu/project/id/958832</a>
CREST	7	7	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/833464">https://cordis.europa.eu/project/id/833464</a>
BAnDIT	1.1	1.1	Internet of Things (IoT)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/814284">https://cordis.europa.eu/project/id/814284</a>
INFINITECH	15.9	20.8	Internet of Things (IoT)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/856632">https://cordis.europa.eu/project/id/856632</a>
Pharma Ledger	8.3	22.1	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/853992">https://cordis.europa.eu/project/id/853992</a>
DE4A	8	8	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/870635">https://cordis.europa.eu/project/id/870635</a>
COLLABS	6	6	Geavanceerde productie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/871518">https://cordis.europa.eu/project/id/871518</a>
TOKEN	3.8	3.8	Duurzaamheid – collaboratieve overheid	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/870603">https://cordis.europa.eu/project/id/870603</a>
Slot Machine	1.9	2.2	Duurzaamheid – transport	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/890456">https://cordis.europa.eu/project/id/890456</a>
BLOCKCHAIN SOCIETY	1.5	1.5	Overig – onderzoeken (wetenschap & technologie)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/759681">https://cordis.europa.eu/project/id/759681</a>
P2PMODELS	1.5	1.5	Duurzaamheid – overig	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/759207">https://cordis.europa.eu/project/id/759207</a>
AICHAIN	1	1.8	Duurzaamheid – transport	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/894162">https://cordis.europa.eu/project/id/894162</a>
euCanSHare	5.4	6	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/825903">https://cordis.europa.eu/project/id/825903</a>
MOLIERE	2	2.7	Industriële technologieën – ruimtegegevens	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/101004275">https://cordis.europa.eu/project/id/101004275</a>
AVANGARD	14	23.2	Geavanceerde productie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/869986">https://cordis.europa.eu/project/id/869986</a>
5GZORRO	5	5	Industriële technologieën – 5G	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/871533">https://cordis.europa.eu/project/id/871533</a>
TNT (Truth-not-Trust)	1.9	2.7	Veilige maatschappijen	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/881092">https://cordis.europa.eu/project/id/881092</a>



			(bv. cyber- en dataveiligheid)	
Circularise Bron	1.5	2.1	Duurzaamheid – overig	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/961989">https://cordis.europa.eu/project/id/961989</a>
AMABLE	8	8.2	Geavanceerde productie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/768775">https://cordis.europa.eu/project/id/768775</a>
ARTICONF	4.2	4.2	Media & Social Media	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/825134">https://cordis.europa.eu/project/id/825134</a>
CRITICAL-CHAINS	4.2	5	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/833326">https://cordis.europa.eu/project/id/833326</a>
FleXunity	3	3.8	Duurzaamheid – energieflexibiliteit	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/870146">https://cordis.europa.eu/project/id/870146</a>
LOCARD	6.8	6.8	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/832735">https://cordis.europa.eu/project/id/832735</a>
MINESPIDER	2.3	3.3	Duurzaamheid – tracking van mineralen	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/946437">https://cordis.europa.eu/project/id/946437</a>
Preemie	1.7	2.4	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/879228">https://cordis.europa.eu/project/id/879228</a>
BlockStart	1.5	1.5	Innovation Support for SMEs	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/828853">https://cordis.europa.eu/project/id/828853</a>
WeldGalaxy	7.5	15	Geavanceerde productie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/822106">https://cordis.europa.eu/project/id/822106</a>
CUREX	5	5	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/826404">https://cordis.europa.eu/project/id/826404</a>
CATTLECHAIN 4.0	2	2.5	Duurzaamheid – overig	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/853864">https://cordis.europa.eu/project/id/853864</a>
SOTER	3	4.1	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/833923">https://cordis.europa.eu/project/id/833923</a>



## BIJLAGE B. OVERZICHT VAN VOLTOOIDE BLOCKCHAINPROJECTEN MET FINANCIERING VANUIT DE EU

Project	EU-financiering	Totaalbudget	Sector	Meer informatie
LEDGER	7	7	Volgende generatie internet	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/825268">https://cordis.europa.eu/project/id/825268</a>
Block.IS	4.9	5.5	Innovation Support for SMEs	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/824509">https://cordis.europa.eu/project/id/824509</a>
BEACON	1.7	2.4	Industriële technologieën – weerinlichting	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/821964">https://cordis.europa.eu/project/id/821964</a>
QualiChain	4	4	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/822404">https://cordis.europa.eu/project/id/822404</a>
CO3	3.3	3.3	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/822615">https://cordis.europa.eu/project/id/822615</a>
B-HUB FOR EUROPE	1.6	1.9	Innovation Support for SMEs	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/871869">https://cordis.europa.eu/project/id/871869</a>
EUNOMIA	2.5	2.9	Media & Social Media	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/825171">https://cordis.europa.eu/project/id/825171</a>
SocialTruth	2.5	3.2	Media & Social Media	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/825477">https://cordis.europa.eu/project/id/825477</a>
M-Sec	1.5	1.5	Duurzaamheid – overig	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/814917">https://cordis.europa.eu/project/id/814917</a>
CYBER-TRUST	3	3	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/786698">https://cordis.europa.eu/project/id/786698</a>
B4TDM	1.9	2.8	Overig – documentbeheer	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/858630">https://cordis.europa.eu/project/id/858630</a>
PRIViEDGE	4.5	4.5	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/780477">https://cordis.europa.eu/project/id/780477</a>
eDREAM	3.8	3.8	Duurzaamheid – energie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/774478">https://cordis.europa.eu/project/id/774478</a>
FIN-TECH	2.5	2.5	Industriële technologieën – Big Data	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/825215">https://cordis.europa.eu/project/id/825215</a>
DECENTER	2.2	2.2	Industriële technologieën – kunstmatige intelligentie	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/815141">https://cordis.europa.eu/project/id/815141</a>
BLOCKPOOL	1.5	1.5	Innovation Support for SMEs	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/828888">https://cordis.europa.eu/project/id/828888</a>
PoSelD-on	2.5	3.1	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/786713">https://cordis.europa.eu/project/id/786713</a>
SettleMint	1.8	2.6	Overig – Blockchain middleware	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/849969">https://cordis.europa.eu/project/id/849969</a>



SHOGANAI	2.2	3.2	Duurzaamheid – transport	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/806470">https://cordis.europa.eu/project/id/806470</a>
BLOCKCHERS	1.5	1.5	Innovation Support for SMEs	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/828840">https://cordis.europa.eu/project/id/828840</a>
CHARIOT	4.9	4.9	Internet of Things (IoT)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/780075">https://cordis.europa.eu/project/id/780075</a>
SOFIE	4.5	4.5	Internet of Things (IoT)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/779984">https://cordis.europa.eu/project/id/779984</a>
Blockchain KYC	1.2	1.8	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/850059">https://cordis.europa.eu/project/id/850059</a>
BLOOMEN	2.8	3.3	Media & Social Media	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/762091">https://cordis.europa.eu/project/id/762091</a>
Smart-Trust	2.1	3	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/778571">https://cordis.europa.eu/project/id/778571</a>
DECODE	5	5	Veilige maatschappijen (bv. cyber- en dataveiligheid)	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/732546">https://cordis.europa.eu/project/id/732546</a>
MH-MD	3.5	4	Openbare diensten	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/732907">https://cordis.europa.eu/project/id/732907</a>
Ptwist	1.8	2.2	Duurzaamheid – overig	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/780121">https://cordis.europa.eu/project/id/780121</a>
Billon	2	2.8	Overig – digitale betalingen	<a href="https://cordis.europa.eu/project/id/783861">https://cordis.europa.eu/project/id/783861</a>



## BIJLAGE C. VOORBEELDCHARTER STUDIEVAK

Onderwerptitel: <b>Inleiding Blockchain en Digitale Valuta</b>			Onderwerpcodes: US26AIIJ2470_39S
Afstudeerrichting: management			
Studievorm: eerste graad, bachelorgraad, voltijdstudie		Opleidingsprofiel: algemeen academisch	
Jaar: II	Semester: 3	Status: verplicht vak	Taal: Engels
Doceervorm: colleges			
Leerstof			Aantal uur
1. Fundamentele begripsbepaling op het terrein van Blockchaintechnologie en cryptovaluta			2
2. Technische aspecten van het functioneren van Blockchaintechnologie			4
3. Toepassingen, platforms, apps en diensten die op basis van Blockchain functioneren			4
4. Raakvlakken van Blockchaintechnologie met IoT, kunstmatige intelligentie, Big Data			2
5. De essentie, geschiedenis van en types cryptovaluta. Het fenomeen Bitcoin. Kenmerken van basale cryptovaluta en gerelateerde projecten			6
6. Het principe van cryptovalutamarkten			2
7. Cryptovaluta in het mondiale financiële systeem			2
8. Regelgeving voor Blockchain en cryptovaluta			2
9. Casestudies van flagshipprojecten, startups en andere initiatieven op basis van Blockchain			6
TOTAAL			30
Onderwijstechnieken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multimediapresentaties</li> <li>• Extra materialen, geplaatst op het e-learningplatform</li> <li>• Webinar</li> <li>• College in combinatie met discussie, groepswork</li> <li>• Casus</li> </ul>		
Methodes voor vaststelling van onderwijseffect	Tentamen		
Vorm en voorwaarden van studiepuntoewijzing	Mondeling tentamen of enkelekeuzetoets		
Literatuur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Internet</li> <li>2. D.Tapscott, A.Tapscott, (2018) Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin and Other Cryptocurrencies Is Changing the World, Penguin Lcc Us.</li> </ol>		

\* opgesteld op basis van F2.  
bron: eigen uitwerking.



## APPENDIX D. VRAGENLIJST

Wij willen je graag uitnodigen om deel te nemen aan een enquête over Blockchaintechnologie. Het doel is het evalueren van het kennis- en vaardigheidsniveau en de meningen binnen academische economische omgevingen met betrekking tot Blockchain en de implementatie ervan in het curriculum voor de studenten van economie- en managementfaculteiten. De onderzoeksresultaten worden gebruikt om een effectief onderwijsmodel op te stellen en het potentieel van de toekomstige afgestudeerden van deze faculteiten op de arbeidsmarkt te vergroten. Daarnaast levert het aanvullende voordelen voor academische docenten, die beschikking krijgen over een hulpmiddel waarmee ze nieuwe en gebalanceerde kennis en vaardigheden kunnen opdoen. Het onderzoek wordt in zes EU-landen uitgevoerd: Portugal, Duitsland, Nederland, Ierland, Denemarken en Polen. De resultaten van de enquête hebben dus een internationale dimensie.

Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen het door de EU via Erasmus+ gefinancierde onderzoek "Generation Blockchain", en is volledig anoniem en vrijwillig. Bij twijfels of vragen kun je contact opnemen via e-mail: [piotr.gutowski@usz.edu.pl](mailto:piotr.gutowski@usz.edu.pl)

### **DEMOGRAFISCHE KENMERKEN**

1. Land (van beroep of praktijk)

- Portugal
- Duitsland
- Nederland
- Ierland
- Denemarken
- Polen
- overig

2. Beroepservaring (werken aan een universiteit)

- minder dan 5 jaar
- 5 tot 10 jaar
- 11 tot 15 jaar
- 16 tot 20 jaar
- meer dan 20 jaar

3. Onderwerpen van gegeven colleges (meer dan één antwoord mogelijk)

- economie
- management
- ICT
- overig

### **I. KENNIS OVER BLOCKCHAIN**

1. Wanneer hoorde je voor het eerst over Blockchain?



- vóór 2009  
 2009 - 2014  
 2015 - 2018  
 2019 - 2022  
 nooit  
 Weet ik niet meer

2. Ben je bekend met voorbeelden van Blockchaintoepassingen in de volgende gebieden (meerdere antwoorden mogelijk)?

gebied/kwestie	ja	nee
openbare dossiers en registers, bv. kadaster, lijsten met vervolgde delictplegers, bevolkingsregister		
particuliere dossiers en registers, bv. medische dossiers, elektronische cijferlijsten voor studenten, werkervaringsdossiers		
transacties en bancaire diensten, bv. (micro)betalingen, kopen en verkopen van aandelen, digitale effecten		
authenticatie en smartcontracten, bv. contract wordt pas gesloten wanneer de partijen aan bepaalde eisen hebben voldaan, onnodig maken van authenticatie door een bemiddelende instelling zoals een notaris		
valutafunctie, bv. cryptovaluta, gedecentraliseerde financiën (DeFi)		
identificatie van personen en instellingen, bv. identiteitscontrole bij verkiezingen, verificatie van rijbewijs of authenticatie van een bedrijf n.b.t. een debiteurenregister		
verbeterde veiligheid en beveiliging van elektronische gegevensuitwisseling		
creatie van veilige en betrouwbare documentatie		
authenticatie van goederen en diensten, bv. controle van kilometertelling van auto's, oorsprong en houdbaarheid van voedselproducten of verwijdering uit de omloop van valse medicatie		
bescherming van intellectueel eigendom, bv. patenten of handelsmerken		
nieuwe financieringsmogelijkheden voor startups en goede doelen, nieuwe financiële modellen		
fysieke beveiliging, bv. toegang tot een appartement of hotelkamer		
NFT's (non-fungible tokens)		
tokenisering van activa		
anders		

3. Geef een score op een schaal van 1 tot 5 (1: zeer slecht, 5: zeer goed) voor de volgende zaken:

evaluatie	1	2	3	4	5
jouw algemene kennis over informatie- en communicatietechnologie (ICT)					
theoretische kennis over Blockchain					
kennis over de potentiële toepassingen van Blockchain in de economie, de discipline van economie en management					
kennis van niet-economische mogelijkheden voor het gebruik van Blockchain					





4. Geef aan met welke van de volgende termen met betrekking tot Blockchain je bekend bent (meerdere antwoorden mogelijk):

peer-to-peer (P2P)		Satoshi Nakamoto	
tokenization		DAO	
Crowdfunding		EEA	
NFT		GPU	
distributed networks		Halving	
hashing		Hyperledger	

## **II. PRAKTISCHE COMPETENTIES MET BETREKKING TOT BLOCKCHAIN**

5. Geef een score op een schaal van 0 tot 5 (0: geen, 1: zeer slecht, 5: zeer goed) voor jouw praktische competenties:

\*Omdat de vragenlijst gericht is op academische docenten die gespecialiseerd zijn in economie/management, en het onderwerp van deze vraag gericht is op technische ICT-vraagstukken, is besloten om voor deze vraag een nuloptie in de beoordelingsschaal op te nemen ter indicatie van een gebrek aan vaardigheden op dit gebied.

beoordeling	0	1	2	3	4	5
algemene ICT-vaardigheden (bv. gebruiken van office-pakketten)						
vaardigheid met het gebruiken van op Blockchain gebaseerde toepassingen en systemen						
vermogen om nieuwe ICT-oplossingen snel te adopteren (bv. leren gebruiken van een nieuw programma)						
programmeren, maakt niet uit in welke taal						
geavanceerd gebruik van gespecialiseerde software (bv. gebruik en beheer van een ERP-systeem)						
schrijven van nieuwe of herprogrammeren van bestaande Blockchain-code						
vermogen om Blockchain technisch in een informatiesysteem te implementeren						
vermogen om een op Blockchain gebaseerd informatiesysteem te beheren						
vermogen om een token te creëren, bv. een NFT						
vermogen om een portefeuille op te stellen						
vermogen om een smart contract te schrijven						

## **III. ERVARING MET BETREKKING TOT BLOCKCHAIN**

6. Worden er aan jouw universiteit colleges gegeven over cryptovaluta?

ja

nee

Weet ik niet



7. Heb je ooit in de praktijk gebruik gemaakt van op Blockchain gebaseerde technologie of diensten (bv. het uitvoeren van een transactie, beveiligen van documenten, etc.)?

- ja  
 nee

8. Heb je bij het geven van colleges ooit onderwerpen met betrekking tot Blockchain besproken of voorbeelden van de implementatie ervan, bedrijfsmodellen, projecten etc. aangehaald?

- ja  
 nee

9. Heb je ooit een gespecialiseerd vak/opleiding gedoceerd over Blockchain?

- ja  
 nee

10. Heb je ooit deelgenomen aan een onderzoeksproject, training, workshop of ander niet direct aan onderwijs gelieerde activiteit, waarbij je Blockchain tegenkwam (meerdere antwoorden mogelijk)?

- ja, tijdens een project  
 ja, tijdens een workshop  
 ja, tijdens een trainingssessie  
 ja, tijdens een conferentie  
 ja, tijdens een andere activiteit  
 nee

#### **IV. HOUDING EN MENINGEN**

11. Geef voor de volgende stellingen aan op een schaal van 1 tot 5 of je het met de stelling eens bent/de stelling ondersteunt (1: zeker niet, 3: geen mening, 5: zeker wel)

beoordeling	1	2	3	4	5
Blockchain is toekomstbestendig					
Blockchain heeft een zeer groot ontwikkelingspotentieel					
Blockchaintechnologieën zouden een van de belangrijkste onderwerpen moeten zijn in het onderwijs op het gebied van economie en management					
Blockchain-kennis in de context van economie en management geeft afgestudeerden concurrentievoordeel op de arbeidsmarkt					
Moeten universiteiten gebruik maken van externe commerciële Blockchainaanbieders om lesstof op te stellen en geschikte onderwijsomgevingen te creëren?					
docenten die onderwijs gaan geven over Blockchain moeten deelnemen aan een professionele voorbereidingscursus					



Een onderwijsomgeving met betrekking tot Blockchain binnen een universiteit zou uitsluitend gebaseerd moeten zijn op open source-software en materialen					
---	--	--	--	--	--

12. In welke **technische** mate zouden universiteiten op het gebied van economie en management studenten moeten onderwijzen met betrekking tot Blockchain?

- basale ICT-kennis (blockchain-kennis)
- geavanceerde ICT-kennis (Blockchain-kennis)
- basale ICT-kennis (Blockchain-kennis) en basale ICT-vaardigheden (Blockchain-vaardigheden)
- geavanceerde ICT-kennis (Blockchain-kennis) en basale ICT-vaardigheden (Blockchain-vaardigheden)
- geavanceerde blockchain-kennis) en geavanceerde ICT-vaardigheden (blockchain-vaardigheden)
- geen

13. Welke onderwijsmethoden zijn volgens jou geschikt voor het onderwijzen van Blockchain in economie- en managementopleidingen? (meerdere antwoorden mogelijk)?

- opdrachten
- colleges
- casestudies
- ontwerpexperimenten
- laboratoria
- overig

14. Op welk opleidingsniveau zouden colleges met betrekking tot Blockchain binnen economie- en managementfaculteiten moeten worden geboden (meerdere antwoorden mogelijk)?

- bachelorstudie
- masterstudie
- promovendi
- helemaal niet
- Weet ik niet

15. Zou kennis over Blockchain naar jouw mening moeten worden afgestemd op basis van specialisatie of voor alle studenten binnen een faculteit hetzelfde moeten zijn?

- moet worden afgestemd op de specialisatie
- moet algemeen zijn, niet afgestemd op de specialisatie
- Weet ik niet

16. Geef aan op een schaal van 1 tot 5 hoe belangrijk kennis over dit veld belangrijk is voor economie- en managementstudenten (1: niet belangrijk, matig belangrijk, 5: zeer belangrijk)

beoordeling	1	2	3	4	5
cryptovalutamarkten					
implementatie van Blockchain in niet-economische projecten					



implementatie van Blockchain in economische projecten					
technische en ICT-kennis met betrekking tot Blockchain					
bedrijfsmodellen op basis van Blockchain					
innovatieve projecten en startups met betrekking tot Blockchain (voorbeelden van dergelijke projecten en startups)					

17. Geef door middel van een score aan wat de belangrijkste infrastructurele barrières zijn die de implementatie van Blockchain in het onderwijssysteem van jouw instelling in de weg staan (schaal van 1 tot 5, 1: niet belangrijk, 3: matig belangrijk, 5: zeer belangrijk):

beoordeling	1	2	3	4	5
gebrek aan geschikte computerlokalen					
gebrek aan geschikte software					
onvoldoende bandbreedte					

18. Geef door middel van een score aan wat de belangrijkste bestuurlijke barrières zijn die de implementatie van Blockchain in het onderwijssysteem van jouw instelling in de weg staan (schaal van 1 tot 5, 1: niet belangrijk, 3: matig belangrijk, 5: zeer belangrijk):

beoordeling	1	2	3	4	5
gebrek aan stimulans (financieel, erkenning, HR-beleid)					
gebrek aan interesse vanuit leidinggevenden					
onduidelijkheid over hoe Blockchain in het huidige of toekomstige curriculum past					
gebrek aan behoefte					

19. Geef door middel van een score aan wat de belangrijkste psychologische barrières zijn die de implementatie van Blockchain in het onderwijssysteem van jouw instelling in de weg staan (schaal van 1 tot 5, 1: niet belangrijk, 3: matig belangrijk, 5: zeer belangrijk):

beoordeling	1	2	3	4	5
gebrek aan kennis					
gebrek aan vaardigheden					
angst voor nieuwe concepten					
angst om richting collega's de indruk te wekken dat je onvoldoende deskundig bent					
angst om richting studenten de indruk te wekken dat je onvoldoende deskundig bent					



## BRONNEN

1. Piech K., (2016) Leksykon pojęć na temat technologii Blockchain i kryptowalut.
2. Report PIIT, (2018) Blockchain w Polsce. Możliwości i zastosowania, [https://www.raportblockchain.pl/uploads/1/2/1/5/121555005/raport\\_blockchain\\_w\\_polsce\\_1.pdf](https://www.raportblockchain.pl/uploads/1/2/1/5/121555005/raport_blockchain_w_polsce_1.pdf), p.13, [online, accessed: 05.2022].
3. Pulist S.K., (2021) Blockchain Technology Applications in Education, Bulletin of the Technical Committee on Learning Technology (ISSN: 2306-0212), Volume 21, Number 1, p. 16.
4. Sharma R.C., Yildirim H., Kurubacak G., (2019) Blockchain Technology Applications in Education, doi: 10.4018/978-1-5225-9478-9, p.9.
5. The Blockchain Trilemma: Decentralized, Scalable, and Secure?, 2014. <https://medium.com/certik/the-blockchain-trilemma-decentralized-scalable-and-secure-e9d8c41a87b3>, [online, accessed: 06.2022].
6. A Guide to Sharding in Crypto, <https://www.sofi.com/learn/content/what-is-sharding/>, [online, accessed: 12.2022].
7. Ethereum.org., <https://www.ethereum.org/>, [online, accessed: 12.2022].
8. Reimagine your world, <https://near.org/>, [online, accessed: 12.2022].
9. Parachain messaging is here, <https://polkadot.network>, [online, accessed: 12.2022].
10. Zilliqa, <https://www.zilliqa.com>, [online, accessed: 12.2022].
11. Lightning Network Scalable, Instant Bitcoin/Blockchain Transactions, <https://lightning.network/>, [online, accessed: 12.2022].
12. Plasma Chains, <https://ethereum.org/en/developers/docs/scaling/plasma/>, [online, accessed: 12.2022].
13. Ethereum, scaled, <https://www.optimism.io/>, [online, accessed: 12.2022].
14. The first layer 2 for NFTS on Ethereum, <https://www.immutable.com/>, [online, accessed: 12.2022].
15. Bringing the world to Ethereum, <https://polygon.technology/>, [online, accessed: 12.2022].
16. Arbitrum, <https://bridge.arbitrum.io/>, [online, accessed: 12.2022].
17. Parachains are here, <https://kusama.network>, [online, accessed: 12.2022].
18. Moonriver Solidity Smart Contracts on Kusama, <https://moonbeam.network/networks/moonriver/>, [online, accessed: 12.2022].
19. Reimagine DeFi Possibilities, <http://karura.network>, [online, accessed: 12.2022].
20. AAVE liquidity protocol, <https://aave.com>, [online, accessed: 12.2022].



21. Solana, <https://solana.com>, [online, accessed: 12.2022].
22. Fantom, <https://fantom.foundation>, [online, accessed: 12.2022].
23. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255>, [online, accessed: 06.2022].
24. The Internet of Blockchains, <https://cosmos.network>, [online, accessed: 12.2022].
25. Carter N., How Much Energy Does Bitcoin Actually Consume?, Harvard Business Review, 2021, Available: <https://hbr.org/2021/05/how-much-energy-does-bitcoin-actually-consume>, [online, accessed: 12.2022].
26. Blandin A. et al., 3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study, SSRN Electronic Journal, no. September, 2020, doi: 10.2139/ssrn.3700822.
27. Bendiksen C. and Gibbons S. (2019) The Bitcoin mining network - Trends, Composition, Average Creation Cost, Electricity Consumption & Sources.
28. Rethinking Trust, <https://blockstream.com/>, [online, accessed: 12.2022].
29. The Block, <https://www.theblockcrypto.com>, [online, accessed: 12.2022].
30. Tesla, <https://www.tesla.com>, [online, accessed: 12.2022].
31. Genesis Digital Assets, <https://genesisdigitalassets.com/>, [online, accessed: 12.2022].
32. Powering the World's Most Innovative Bitcoin Mining & Blockchain Technologies, <https://argoblockchain.com/>, [online, accessed: 12.2022].
33. Making The World Work Better For All, <https://www.cardano.org>, [online, accessed: 12.2022].
34. Decentralize the web, <https://tron.network>, [online, accessed: 12.2022].
35. eosio, <https://eos.io>, [online, accessed: 12.2022].
36. A blockchain designed to evolve, <https://tezos.com/>, [online, accessed: 12.2022].
37. Stablecoin TRUST Act of 2022. Washington D.C.: e Senate and House of Representatives of the United States of America, 2022. Available: [https://www.banking.senate.gov/imo/media/doc/the\\_stablecoin\\_trust\\_act.pdf](https://www.banking.senate.gov/imo/media/doc/the_stablecoin_trust_act.pdf), [online, accessed: 12.2022].
38. Stablecoins Take More Conservative Stance Despite Rapid Growth, 2022. Available: <https://www.fitchratings.com/research/fund-asset-managers/stablecoins-take-more-conservative-stance-despite-rapid-growth-24-03-2022>, [online, accessed: 12.2022].
39. Raphael A., Frost J., Gambacorta L., Monnet C., Rice T., and Shin H. S., (2021) Central bank digital currencies, motives, economic implications and the research frontier.
40. Atlantic Council, <https://www.atlanticcouncil.org/>, [online, accessed: 12.2022].



41. Central Bank Digital Currency Tracker, <https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/>, [online, accessed: 12.2022].
42. Michel A. and Hudon M., (2015) Community currencies and sustainable development: A systematic review, *Ecological Economics*, vol. 116, pp. 160–171, doi: 10.1016/j.ecolecon.2015.04.023, [online, accessed: 12.2022].
43. MiamiCoin, <https://www.citycoins.co/miamicoin>, [online, accessed: 12.2022].
44. Sarafu.Network, <https://www.grassrootseconomics.org/pages/sarafu-network.html>, [online, accessed: 12.2022].
45. McKay J., (2018) Why institutional investors are ready to shake up crypto markets, <https://www.mckayresearch.com/post/2018/10/31/why-institutional-investors-are-ready-to-shake-up-crypto-markets>, [online, accessed: 12.2022].
- 46.Chainanalysis, <https://www.chainanalysis.com/>, [online, accessed: 12.2022].
47. ProShares, <https://www.proshares.com/our-etfs/strategic/bitco/>, [online, accessed: 12.2022].
48. Revolut, <https://www.revolut.com/>, [online, accessed: 12.2022].
49. Monzo, <https://monzo.com/>, [online, accessed: 12.2022].
50. Nuri, <https://nuri.com/>, [online, accessed: 12.2022].
51. Coinbase, <https://www.coinbase.com/learn/crypto-basics/can-crypto-really-replace-your-bank>, [online, accessed: 12.2022].
52. BankProv, <https://bankprov.com/cryptocurrency-banking/>, [online, accessed: 12.2022].
53. Decentralized Finance (DeFi) Definition, <https://www.investopedia.com/decentralized-finance-defi-5113835>, [online, accessed: 12.2022].
54. DeFi and the Transformation of Institutional Finance, 2022, <https://blog.amberdata.io/defi-and-the-transformation-of-institutional-finance>, [online, accessed: 12.2022].
55. Non-Fungible Token (NFT) Definition, 2022, <https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211>, [online, accessed: 12.2022].
56. The future of NFTs., <https://medium.com/dare-to-be-better/the-future-of-nfts-bcfcd4e3eaf9>, [online, accessed: 12.2022].
57. Global Non-Fungible Token (NFT) Market Size, Status and Forecast 2022-2028, 2022, <https://www.marketresearch.com/QYResearch-Group-v3531/Global-Non-Fungible-Token-NFT-30956108/>, [online, accessed: 12.2022].
58. NBA Top Shot, <https://nbatopshot.com/>, [online, accessed: 12.2022].
59. What Are Crypto Synths? Synthetic Assets Explained, 2021, <https://academy.shrimpy.io/post/what-are-crypto-synths-synthetic-assets-explained>, [online, accessed: 12.2022].





60. Derivatives Market Trends Insights 2022-2027. Globel Newswire, 2022, <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/04/26/2429520/0/en/Derivatives-Market-Trends-Insights-2022-2027-Market-Size-Is-Projected-to-Reach-US-39-17-Bn-Global-Size-and-Future-Investment-Analysis-Statistics-Competition-Strategies-Business-Ana.html>, [online, accessed: 12.2022].
61. Crypto Exchanges Set Their Sights On The Sleepy Futures Industry, Forbes, 2022, <https://www.forbes.com/sites/javierpaz/2022/05/24/crypto-exchanges-set-their-sights-on-the-sleepy-futures-industry/?sh=749d1d29998e>, [online, accessed: 12.2022].
62. Stephenson N., Snow Crash. New York: Bantum Books, 1993.
63. The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It, 2020, <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse>, [online, accessed: 12.2022].
64. Roblox, <https://www.roblox.com/>, [online, accessed: 12.2022].
65. Decentraland, <https://decentraland.org/>, [online, accessed: 12.2022].
66. The Sandbox, <https://www.sandbox.game/en/>, [online, accessed: 12.2022].
67. Second Life, <https://secondlife.com/>, [online, accessed: 12.2022].
68. Microsoft Mesh, <https://www.microsoft.com/en-us/mesh>, [online, accessed: 12.2022].
69. Nvidia Omniverse, <https://developer.nvidia.com/nvidia-omniverse-platform>, [online, accessed: 12.2022].
70. Epic Games – Fortnite, <https://www.epicgames.com/fortnite/en-US/home>, [online, accessed: 12.2022].
71. Cryptovoxels, <https://www.cryptovoxels.com/>, [online, accessed: 12.2022].
72. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>, [online, accessed: 12.2022].
73. <https://chaise-blockchainskills.eu/>, [online, accessed: 12.2022].
74. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-blockchain-services-infrastructure>, [online, accessed: 06.2022].
75. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-blockchain-services-infrastructure>, [online, accessed: 06.2022].
76. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/eu-blockchain-observatory-and-forum>, [online, accessed: 06.2022].
77. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0593>, [online, accessed: 06.2022].
78. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/cef-digital>, [online, accessed: 06.2022].



79. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/overview-eu-funded-blockchain-related-projects>, [online, accessed: 06.2022].
80. [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-2020_en), [online, accessed: 06.2022].
81. [https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe\\_en](https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en), [online, accessed: 06.2022].
82. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f107d76-acbe-11eb-9767-01aa75ed71a1>, [online, accessed: 06.2022].
83. [https://www.eif.org/what\\_we\\_do/equity/news/2020/six-funds-backed-innovfin-artificial-intelligence-blockchain-technology.htm](https://www.eif.org/what_we_do/equity/news/2020/six-funds-backed-innovfin-artificial-intelligence-blockchain-technology.htm), [online, accessed: 06.2022].
84. [https://investeu.europa.eu/index\\_en](https://investeu.europa.eu/index_en), [online, accessed: 06.2022].
85. Distributed ledger technologies and blockchains: building trust with disintermediation. European Parliament resolution of 3 October 2018 on distributed ledger technologies and blockchains: building trust with disintermediation (2017/2772(RSP)), P8\_TA(2018)0373, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018IP0373&from=PL>, [online, accessed: 06.2022].
86. <https://www.ngi.eu/event/blockchains-for-social-good/>, [online, accessed: 06.2022].
87. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC111095>, [online, accessed: 06.2022].
88. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC115049>, [online, accessed: 06.2022].
89. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC127939>, [online, accessed: 06.2022].
90. Paz J., 2022 Forbes Blockchain 50: A Closer Look, <https://www.forbes.com/sites/javierpaz/2022/02/08/2022-forbes-blockchain-50-a-closer-look/?sh=38b3e13f66c4>, [online, accessed: 05.2022].
91. Crosby M., (2016) Pattanayak P., Verma S., Kalyanaraman V., Blockchain technology: beyond bitcoin, Appl. Innovation, 2 , pp. 6-10.
92. Swan M., (2015) Blockchain Blueprint for a New Economy, O'Reilly Media Inc, Sebastopol 2015, pp.8.
93. Casino F., (2019) Dasaklis T.K., Constantinos Patsakis, A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues, Telematics and Informatics, Volume 36, pp. 55-81, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>, [online, accessed: 05.2022].



94. Blockchain Infographic: Growth, Use Cases & Facts, Digital Innovation for Your Business (dci), 2022, <https://www.dotcominfoway.com/blog/growth-and-facts-of-blockchain-technology/#gref>, [online, accessed: 05.2022].
95. Brown R., More than \$200 billion erased from entire crypto market in a day as sell-off intensifies, CNBC Crypto World, <https://www.cnbc.com/2022/05/12/bitcoin-btc-price-falls-below-27000-as-crypto-sell-off-intensifies.html>, [online, accessed: 06.2022].
96. Iredale G., (2020) How Blockchain Job Market Is Booming!, <https://101blockchains.com/blockchain-job-market-is-booming/>, [online, accessed: 05.2022].
97. Forecast: Blockchain Business Value, Worldwide, 2017-2030, (2017), <https://www.gartner.com/en/documents/3627117>, [online, accessed: 05.2022].
98. Technology and innovation report 2021. Catching technological waves. Innovation with equity, UNCTAD, United Nations Publications, Geneva 2021, p. 18.
99. Sristy A., Blockchain in the food supply chain - What does the future look like?, [https://one.walmart.com/content/globaltechindia/en\\_in/Tech-insights/blog/Blockchain-in-the-food-supply-chain.html](https://one.walmart.com/content/globaltechindia/en_in/Tech-insights/blog/Blockchain-in-the-food-supply-chain.html), [online, accessed: 05.2022].
100. <https://www.carrefour.pl/actforfood/dlaczego-to-robimy/technologie-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
101. <https://aws.amazon.com/managed-blockchain/>, [online, accessed: 05.2022].
102. <https://www.alibabacloud.com/product/baas>, [online, accessed: 05.2022].
103. Nestlé expands blockchain to Zoégas coffee brand (2020), <https://www.nestle.com/media/news/nestle-blockchain-zoegas-coffee-brand>, [online, accessed: 05.2022].
104. King B., Faster invoicing resolutions build stronger relationships, <https://www.ibm.com/case-studies/the-home-depot/>, [online, accessed: 05.2022].
105. <https://www.debeersgroup.com/media/company-news/2022/de-beers-group-introduces-worlds-first-blockchain-backed-diamond-source-platform-at-scale>, 2022, [online, accessed: 05.2022].
106. <https://www.field.systems/project/ikea-everyday-experiments/>, [online, accessed: 05.2022].
107. Brown B. (2021), 10 Retail Companies Using Blockchain Technology, <https://www.getdor.com/blog/2021/09/14/retail-companies-using-blockchain-technology/>, [online, accessed: 05.2022].
108. Gilder G. F., (2018) Life after Google: The fall of big data and the rise of the blockchain economy. Washington, DC: Regnery Gateway pp. 6-12, 241.
109. Report: Egitim sisteminde Blockchain uygulamalari, Trend Analizi Haziran 2019, thinktech STM Future Technology Institute, p. 6, <https://thinktech.stm.com.tr/en/blockchain-applications-education-system>, [online, accessed: 05.2022].



110. Park, J. (2019) Validity issues in qualitative and quantitative research of cross-national studies. In L. E. Suter, E. Smith, & B. D. Denman (Eds.), *The SAGE Handbook of Comparative Studies in Education*, pp. 162-175, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
111. Gatteschi V., Lamberti F., Demartini C., (2020) Blockchain technology use cases. In: Kim S, Deka GC, editors. *Advanced applications of Blockchain technology*. Springer, pp. 91–114.
112. Park J., (2021) Promises and challenges of Blockchain in education, in: *Smart Learn Environ*, 8(1): 33, doi: 10.1186/s40561-021-00179-2.
113. *Blockchain Goes to School* (2019), Cognizant, p. 9, <https://www.cognizant.com/us/en/whitepapers/documents/blockchain-goes-to-school-codex3775.pdf>, [online, accessed: 05.2022].
114. Chacko M., Misra A., (2021) *India - Data Protection Overview*, <https://www.dataguidance.com/notes/india-data-protection-overview>, [online, accessed: 05.2022].
115. Walia H., Chakraborty S., Chapter 14: India, in: *International Comparative Legal Guides. Data Protection 2021. A practical cross-border insight into data protection law*, Global Legal Group Ltd, 2021 London, p. 143.
116. Sankar A., Reddy J., Jain A., (2021) *Blockchaining Education - Legal Nuances to Know!*, *National Law Review*, Volume XII, Number 143, <https://www.natlawreview.com/article/blockchaining-education-legal-nuances-to-know>, [online, accessed: 05.2022].
117. Tapscott D., Tapscott A., (2016) *The Impact of the Blockchain Goes Beyond Financial Services*, <https://hbr.org/2016/05/the-impact-of-the-blockchain-goes-beyond-financial-services>, [online, accessed: 05.2022].
118. Hashmani M. A., Junejo A. Z., Alabdulatif A. A. and Adil S. H., (2020) *Blockchain in Education – Track ability and Traceability*, 2020 International Conference on Computational Intelligence (ICCI), pp. 40-44, doi: 10.1109/ICCI51257.2020.9247760.
119. Boiko A., (2021) *How to Use Blockchain in Education Industry*, <https://merehead.com/blog/how-use-blockchain-education-industry/>, [online, accessed: 05.2022].
120. Mukherjee P., Pradhan C., (2021) *Blockchain 1.0 to Blockchain 4.0—The Evolutionary Transformation of Blockchain Technology*, in: *Blockchain Technology: Applications and Challenges*, 2021 Bhubaneswar, India, doi: 10.1007/978-3-030-69395-4\_3.
121. Clark D., (2016) *10 ways Blockchain could be used in education*, <https://oeb.global/oeb-insights/10-ways-blockchain-could-be-used-in-education/>, [online, accessed: 05.2022].
122. McArthur D., (2018) *Will blockchains revolutionize education*. *Educause Review*, <https://er.educause.edu/articles/2018/5/will-blockchains-revolutionize-education>, [online, accessed: 05.2022].



123. Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain for Open Sharing of Academic Proficiency and Progress Records. Aims to build a new, widely applicable educational infrastructure that enables diverse methods of evaluation, 2016, <https://www.sony.com/en/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/>, [online, accessed: 05.2022].
124. Atienza-Mendez C., Bayyou D.G., (2019) Blockchain Technology Applications in Education, *IJCAT - International Journal of Computing and Technology*, Volume 6, Issue 11, November 2019, p. 69.
125. Chen G., Xu B., Lu M., Chen N-S., (2018) Exploring Blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*. 2018; 5(1):1–10. doi: 10.1186/s40561-017-0050-x.
126. <https://woolf.university/>, [online, accessed: 05.2022].
127. <https://www.youtube.com/watch?v=rnefbmsLLf0>, [online, accessed: 05.2022].
128. Davies G., (2019) World's 1st blockchain university to begin teaching in 2019, <https://abcnews.go.com/International/worlds-1st-blockchain-university-begin-teaching-2019/story?id=58226066>, [online, accessed: 05.2022].
129. Fake Schools, Fake Degrees: Avoiding Diploma Mills, <https://www.accredited-online-college.org/avoiding-diploma-mills/>, [online, accessed: 05.2022].
130. Ezell A. and Bear J., (2012) Degree Mills: The Billion-dollar Industry That Has Sold Over A Million Fake Diplomas, Prometheus Books, pp. 68-70, 120.
131. Gibson K., (2017) Your MD may have a phony degree, <https://www.cbsnews.com/news/your-md-may-have-a-phony-degree/>, [online, accessed: 05.2022].
132. Smolenski N., Credentials H., Blockchain for Education: A New Credentialing Ecosystem, OECD iLibrary, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/6893d95a-en/index.html?itemId=/content/component/6893d95a-en#section-d1e29089>, [online, accessed: 05.2022].
133. Dutton H., (2004) Social Transformation in an Information Society: Rethinking Access to You and the World, UNESCO, Paris 2004, p. 25.
134. Youngblom R., Blockchain Education Initiative, Project of Stanford University, <https://law.stanford.edu/projects/blockchain-education-initiative/>, [online, accessed: 05.2022].
135. Iredale G., (2021) How To Learn Blockchain?, <https://101blockchains.com/learn-blockchain-technology/#prettyPhoto>, [online, accessed: 05.2022].
136. Gupta M., (2020) Blockchain For Dummies, 3rd IBM Limited Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2020 New York, p. 1.
137. <https://imiblockchain.com/>, [online, accessed: 05.2022].
138. <https://academy.101blockchains.com/courses/blockchain-expert-certification>, [online, accessed: 05.2022].





139. <https://www.coursera.org/learn/cryptocurrency>, [online, accessed: 05.2022].
140. <https://www.edx.org/course/bitcoin-and-cryptocurrencies>, [online, accessed: 05.2022].
141. <https://www.udemy.com/course/blockchain-and-deep-learning-future-of-ai/>, [online, accessed: 05.2022].
142. <https://bootcamp.cvn.columbia.edu/fintech/#1591649366415-266339a4-beec>, [online, accessed: 05.2022].
143. <https://www.getsmarter.com/products/imd-blockchain-and-the-future-of-finance-online-program>, [online, accessed: 05.2022].
144. <https://www.getsmarter.com/products/uct-blockchain-and-digital-currency-online-short-course>, [online, accessed: 05.2022].
145. [https://inetapps.nus.edu.sg/SACS/LifeLongLearning/CourseDetails/PP5024\\_TGS-2020507496/](https://inetapps.nus.edu.sg/SACS/LifeLongLearning/CourseDetails/PP5024_TGS-2020507496/), [online, accessed: 05.2022].
146. <https://www.rmit.edu.au/study-with-us/levels-of-study/postgraduate-study/masters-by-coursework/mc279>, [online, accessed: 05.2022].
147. <https://www.ifi.uzh.ch/en/bdlt/Teaching/Blockchain-Programming.html>, [online, accessed: 05.2022].
148. <https://ocw.mit.edu/courses/15-s12-blockchain-and-money-fall-2018/pages/syllabus/>, [online, accessed: 05.2022].
149. <https://www.polyu.edu.hk/comp/study/taught-postgraduate-programme/msc-bt/curriculum/>, [online, accessed: 05.2022].
150. <http://blockchain.cs.ucl.ac.uk/>, [online, accessed: 05.2022].
151. <https://www.gs.cuhk.edu.hk/admissions/programme/engineering>, [online, accessed: 05.2022].
152. <https://www.handbook.unsw.edu.au/undergraduate/courses/2019/COMP6452>, [online, accessed: 05.2022].
153. <https://rce.csuchico.edu/cryptocurrency-blockchain-fundamentals#course1>, [online, accessed: 05.2022].
154. <https://www.ntu.edu.sg/pace/programmes/detail/ntu-fta-series---enterprise-blockchain#fundings>, [online, accessed: 05.2022].
155. CoinDesk Report, (2021) The Top Universities for Blockchain by CoinDesk 2021, <https://www.coindesk.com/learn/2021/10/04/the-top-universities-for-blockchain-by-coindesk-2021/>, [online, accessed: 05.2022].
156. Youngblom R., (2021) How We Ranked the Top Universities for Blockchain, <https://www.coindesk.com/learn/2021/10/04/the-top-universities-for-blockchain-methodology/>, [online, accessed: 05.2022].
157. <https://www.ibm.com/pl-pl/topics/what-is-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].



158. Sandner P., Bekemeier F., (2022) How Should We Teach Blockchain?, <https://www.aacsb.edu/insights/articles/2022/04/how-should-we-teach-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
159. Wasilewska E., (2015) Statystyka matematyczna w praktyce, Wyd. DIFIN, Warszawa 2015, ISBN: 9788379303519, p. 223.
160. Seltman H.J., (2018) Experimental Design and Analysis, Carnegie Mellon University, p. 158.
161. Aczel A.D., Sounderpandian J., (2017) Statystyka w zarządzaniu, PWN, Warszawa 2017, ISBN: 978-83-011-9537-3, p. 234.
162. Davis R.B., Mukamal K.J., (2006) Hypothesis testing, *Circulation*, 2006 Sep 5;114(10):1078-82. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.586461.
163. Aczel A.D., (2000) Statystyka w zarządzaniu, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2000, pp. 747-748.
164. What is blockchain security?, <https://www.ibm.com/topics/blockchain-security>, [online, accessed: 05.2022].
165. Domański Cz., (2001) Metody statystyczne. Teoria i zadania, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2001, p.73.
166. Jabkowski P., (2015) Reprezentatywność badań reprezentatywnych, Wyd. Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań 2015, pp. 33-38.
167. Historia sieci Blockchain (2018), <https://academy.binance.com/pl/articles/history-of-blockchain>, [online, accessed: 05.2022].
168. What Makes an NFT Popular?, (2022), <https://crypto.com/university/what-makes-an-nft-popular>, [online, accessed: 05.2022].
169. Forsstrom S., Sweden M., (2018) Blockchain Research Report, p. 3-4, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1365314/FULLTEXT01.pdf>, [online, accessed: 05.2022].
170. Report Cardify, (2021) All Aboard The Crypto Train: Who Are The Latest Crypto Investors?, <https://www.cardify.ai/reports/crypto>, [online, accessed: 05.2022].
171. Foxley W., (2019) Coinbase Study Says 56% of Top 50 Universities Have Crypto Classes, <https://www.coindesk.com/markets/2019/08/28/coinbase-study-says-56-of-top-50-universities-have-crypto-classes/>, [online, accessed: 05.2022].
172. Information society in Poland in 2021, Statistics Poland, Warszawa, Szczecin 2021, p. 125-156.
173. Mutoko W.R., Gande T., (2021) Why should Business schools teach blockchain technology? The case of Botswana Accountancy College. *European Scientific Journal*, ESJ, 17 (32), p. 362, doi: <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n32p349>.
174. Bheemaiah K., (2015) Why Business Schools Need to Teach About the Blockchain, SSRN, Grenoble École de Management,





[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2596465](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2596465), [online, accessed: 05.2022].

175. Top 10 Reasons Why You Should Learn Blockchain, (2021) <https://www.edureka.co/blog/top-10-reasons-to-learn-blockchain/>, [online, accessed: 05.2022].

176. Afreen S., (2022) Why is Blockchain Important and Why Does it Matters, <https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/why-is-blockchain-important>, [online, accessed: 05.2022].

177. Singh A., (2021) Why Learn Blockchain Technology in the 21st Century?, <https://medium.com/brandlitic/why-learn-blockchain-technology-in-the-21st-century-is-it-worth-it-8cdd7719e0a6>, [online, accessed: 05.2022].

178. Iyer S., Seetharaman A., Ranjan B., (2021) Organization's Barriers to the Education Blockchain. Technology Adoption, ICB 2021 The fourth International Conference on Business, <https://www.researchgate.net/publication/>, [online, accessed: 05.2022].

179. <https://www.unic.ac.cy/blockchain/msc-digital-currency/>, [online, accessed: 05.2022].

180. [https://mit-online.getsmarter.com/presentations/lp/mit-blockchain-technologiesonlineshortcourse/?cid=6444136694&utm\\_contentid=376889212472&ef\\_id=c:376889212472\\_d:c\\_n:g\\_ti:kwd383225173131\\_p:k:mit%20blockchain\\_m:p\\_a:75247414685&gclid=Cj0KCCQjw-JyUBhCuARIsANUqQ\\_lyhztnqgXvkdCdWs3XxMufSYyLB-Rt0laD4CsdreOuJSZk-VdlMEaApPPEALw\\_wcB&gclsrc=aw.ds](https://mit-online.getsmarter.com/presentations/lp/mit-blockchain-technologiesonlineshortcourse/?cid=6444136694&utm_contentid=376889212472&ef_id=c:376889212472_d:c_n:g_ti:kwd383225173131_p:k:mit%20blockchain_m:p_a:75247414685&gclid=Cj0KCCQjw-JyUBhCuARIsANUqQ_lyhztnqgXvkdCdWs3XxMufSYyLB-Rt0laD4CsdreOuJSZk-VdlMEaApPPEALw_wcB&gclsrc=aw.ds), [online, accessed: 05.2022].

181. Steiu M.F., (2020) Blockchain in education: Opportunities, applications, and challenges, First Monday, Volume 25, Number 9 - 7 September 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.5210/fm.v25i9.10654>.

182. Alammery A., Alhazmi S., Almasri M., and Gillani S., (2019) Blockchain-based applications in education: A systematic review, Applied Sciences, volume 9, number 12, 2400, doi: <https://doi.org/10.3390/app9122400>.

183. Grech A., Camillerip A.F., (2017) Blockchain in Education, Luxembourg: Publications Office of the European Union, doi:10.2760/60649, p. 101.



## LIJST MET FIGUREN EN TABELLEN

Figuur 1. EU-financiering voor blockchain (€ 347 mln) per sector tot aan Feb 2022 ....	23
Figuur 2. Blockchain-gerelateerde bedrijven per geografische regio. ....	26
Figuur 3. Belangrijkste toepassingsgebieden van blockchaintechnologie.....	27
Figuur 4. Inzetgebieden blockchain.....	28
Figuur 5. Blockchaintechnologie en marktontwikkeling.....	29
Figuur 6. Belangrijkste eigenschappen van blockchaintechnologie.....	30
Figuur 7. Keten van micro-credentials.....	35
Figuur 8. Locatie van universiteiten die onderwijs aanbieden op het gebied van blockchain.....	44
Figuur 9. Diagram van kritiek gebied rechterzijde.....	48
Figuur 10. De respondenten in cijfers*.....	54
Figuur 11. Bewustwording van blockchaintechnologie in de tijd*.....	56
Figuur 12. Bepaling van het kennisniveau aangaande geselecteerde blockchainonderwerpen*.....	59
Figuur 13. Bepaling van vaardigheidsniveau op geselecteerde gebieden met betrekking tot blockchain.*.....	61
Figuur 14. Geselecteerde aspecten van onderwijs, blockchain en cryptovaluta.....	64
Figuur 15. Contact met blockchain tijdens verschillende onderwijs- en onderzoeksactiviteiten*.....	68
Figuur 16. Meninge n over geselecteerde aspecten van blockchain en blockchaingerelateerd onderwijs*.....	69
Figuur 17. Niveau ICT-kennis en -vaardigheden in het onderwijsmodel voor blockchain voor studenten met hoofdvak economie of management.....	71
Figuur 18. Afstemming van didactische inhoud op afstudeerrichting.....	72
Figuur 19. Evaluatie van het belang van kennisoverdracht aan studenten m.b.t. geselecteerde aspecten van blockchain*.....	74
Figuur 20. Barrières in het doceren van onderwerpen met betrekking tot blockchain.....	75
Figuur 21. Inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot het inzetten van blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen in relatie tot de locatie van de universiteit.....	84
Figuur 22. Inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot het inzetten van blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen in relatie tot de locatie van de universiteit.....	85
Figuur 23. Verklaring van het vaardigheidsniveau m.b.t. het creëren van een token in relatie tot de locatie van de universiteit.....	87
Figuur 24. Verklaring van het vaardigheidsniveau m.b.t. het creëren van een token in relatie tot de locatie van de universiteit.....	88
Figuur 25. Hoofdelementen van het model.....	91
Tabel 1. EU blockchaininitiatieven.....	20
Tabel 2. Evolutie van blockchaintechnologie.....	36
Tabel 3. Voorbeelden van onderwijsmodellen voor blockchain.....	42



Tabel 4. Top 5 universiteiten op het gebied van blockchain.....	44
Tabel 5. Parameters voor statistische verificatie van hypothesen.....	47
Tabel 6. Bewustwording van blockchaintechnologie - moment ten opzichte van land .....	57
Tabel 7. Bewustwording van blockchaintechnologie - moment ten opzichte van ervaring.....	57
Tabel 8. Kennis van toepassingsgebieden van blockchaintechnologie.....	58
Tabel 9. Kennis van geselecteerde termen met betrekking tot blockchain .....	60
Tabel 10. Geselecteerde aspecten van onderwijs, blockchain en cryptovalutamarkten in relatie tot de nationaliteit van de respondenten.....	66
Tabel 11. Geselecteerde aspecten van onderwijs, blockchain en cryptovalutamarkten in relatie tot de ervaring van respondenten* .....	67
Tabel 12. Voorkeuren qua methodes voor blockchainonderwijs.....	71
Tabel 13. Op welk onderwijsniveau moet blockchain worden onderwezen.....	72
Tabel 14. Interpretatiedrempels voor V – Cramer, $T_{xy}$ Czuprow en C-Pearson correlatiecoëfficiënten. ....	77
Tabel 15. Resultaten van statistische analyse voor bepaling van statistisch significante correlaties.....	78
Tabel 16. Inschatting van het kennisniveau met betrekking tot de mogelijkheid tot inzet van blockchaintechnologie voor niet-economische doelstellingen in relatie tot de locatie van de universiteit.....	83
Tabel 17. Verklaring van vaardigheidsniveau m.b.t. het creëren van een token in relatie tot de locatie van de universiteit .....	86
Tabel 18. Blockchain-leerstof in leerformules F1, F2 en F3. ....	96

