REVIEW BLOCKCHAIN SLEUTEL-TECHNOLOGIE

Deze review naar blockchain technologie is uitgevoerd in de zomer van 2021 in opdracht van Topteam ICT.

Op basis van het afwegingskader voor sleuteltechnologieën is door het Topteam ICT bekrachtigd dat blockchain één van de vijf sleuteltechnologieën blijft in de jaren 2022-2024.

BLOCKCHAIN ALS SLEUTELTECHNOLOGIE

"*Anything that you can conceive of as a supply chain, blockchain can vastly improve its efficiency- it doesn't matter if its people, numbers, data, money.*" (Ginni Rometty, CEO IBM)

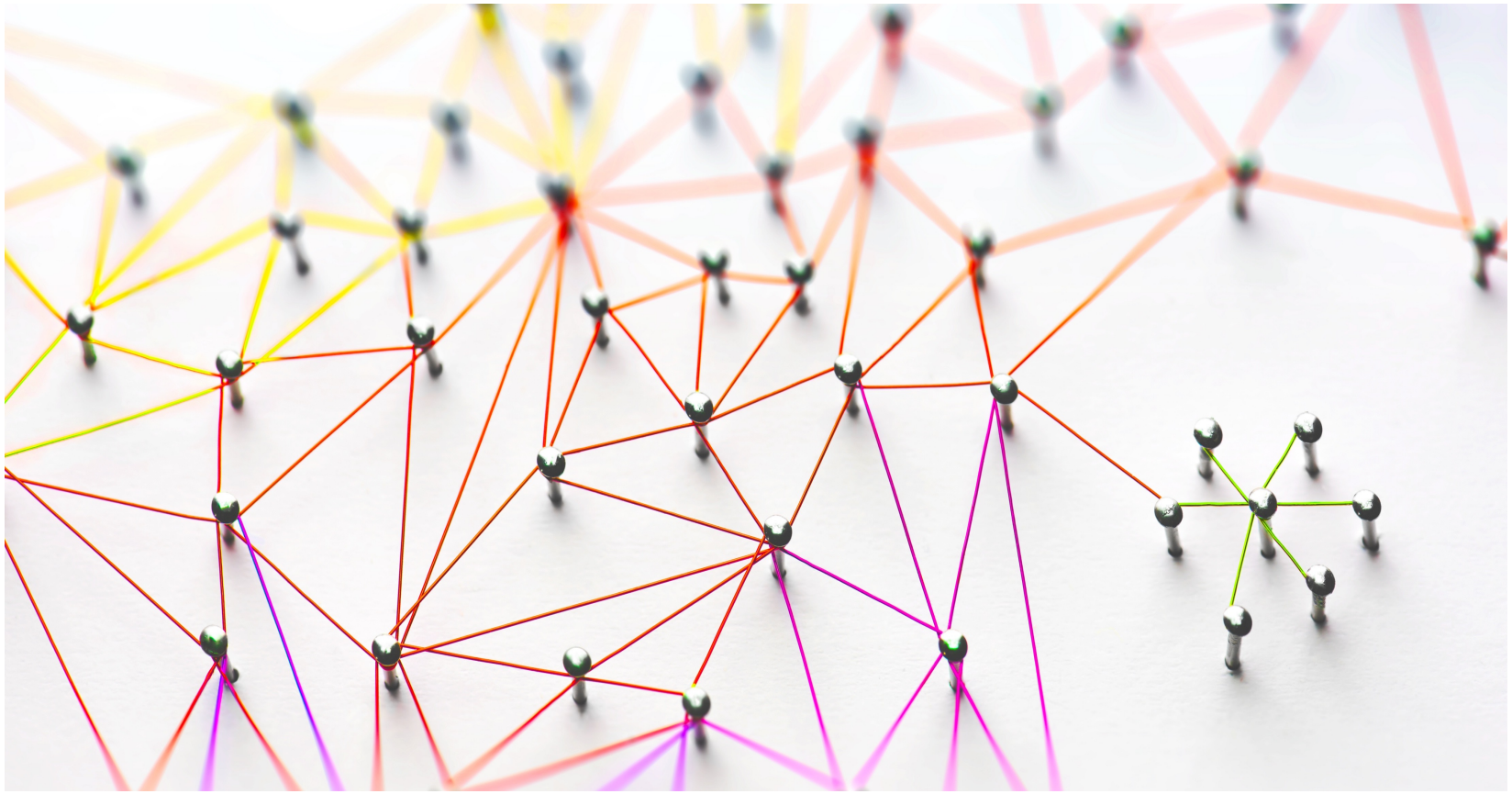
*"We have elected to put our money and faith in a mathematical framework that is free of politics and human error." (*Tyler Winkelvoss, Rower & Entrepreneur*)*

INHOUDSOPGAVE

- Samenvatting – pagina 5
- Context en verantwoording – pagina 6 t/m 12
- Blockchain: ontwikkelingen – pagina 13 t/m 33
- Blockchain: afwegingskader – pagina 34 t/m 60
- Blockchain: toekomstig beleid – pagina 61 t/m 64
- Colofon – pagina 65

SAMENVATTING

- Blockchain is geen ‘gewone’ technologie, maar wel degelijk een digitale sleuteltechnologie die zich nog verder dient te bewijzen;
- In combinatie met andere (nieuwe) technologieën zoals IoT en AI kan blockchain als basistechnologie een grote toegevoegde waarde hebben;
- Adoptie en implementatie van nieuwe technologie kost echter tijd, ook zijn er kritische geluiden die moeten worden meegewogen;
- Na een aanvankelijke hype stabiliseert het landschap en vinden investeerders gestaag hun weg omhoog;
- Ook beleidsmatig, nationaal en Europees, ontstaat momentum;
- Het afwegingskader voor sleuteltechnologieën is ten dele bruikbaar gebleken, maar geeft wel duidelijke indicaties;
- Op basis daarvan kan gesteld worden dat blockchain veel potentie heeft, disruptief van aard is, en daarmee een grote economische en maatschappelijke impact kan hebben;
- Het faciliteren en stimuleren van deze ontwikkeling is dan ook legitiem;
- Een evaluatie over circa 3 jaar is raadzaam om als overheid de rol te herijken en positie te (her)bepalen in het dynamische landschap.



CONTEXT EN VERANTWOORDING

OPDRACHT

- Blockchain is een van de zogenaamde sleuteltechnologieën waar het topteam ICT de afgelopen jaren op heeft ingezet;
- Hiertoe is onder meer in 2017 de Dutch Blockchain Coalitie (DBC) georganiseerd;
- Het topteam ICT wil hier op reflecteren in de vorm van een review gericht op relevantie en de huidige stand van zaken rond blockchain technologie;
- Daarbij wordt gebruik gemaakt van het afwegingskader voor sleuteltechnologieën van de topsectoren.

AANPAK

- Dr. Frits Grotenhuis heeft deze hoofdlijnen review naar de sleuteltechnologie blockchain uitgevoerd, in nauwe samenwerking met ECP, de Dutch Blockchain Coalition, het Ministerie van EZK en in afstemming met het topteam ICT;
- Daarbij is gebruik gemaakt van beschikbare relevante documentatie en materiaal aangereikt via interviews;
- In de periode 19 mei tot en met 6 juli zijn 24 interviews gehouden met een diversiteit aan stakeholders vanuit het bedrijfsleven, overheid, onderzoeksinstellingen en maatschappelijke / faciliterende organisaties;
- Het resultaat hiervan is in deze rapportage verwerkt;
- De hoofdlijnen review naar blockchain geeft geen extensief of compleet beeld, maar biedt een overzicht van de stand van zaken vanuit meerdere perspectieven en geeft concrete indicaties voor vervolg.

ACHTERGROND (1)

- Het topteam ICT richt zich via Team dutch digital delta op een vijftal sleuteltechnologieën: Big Data, Blockchain, Artificial Intelligence, Cybersecurity en Future Network Services;
- Blockchain richt zich op samenwerking in ketens van partijen die elkaar nodig hebben; er is sprake van een onderlinge afhankelijkheid tussen technologie, gebruik en toepassing van blockchain. Een bekende toepassing van blockchain ten behoeve van duurzaamheid is het onderling afrekenen in een microgrid.

Bron: https://dutchdigitaldelta.nl/sleuteltechnologieen

ACHTERGROND (2)

- De topsector HTSM coördineert de uitvoering van de Kennis & Innovatie Agenda Sleuteltechnologieën* (KIA-ST);
- Het kernteam KIA-ST ziet toe op de inhoudelijke uitvoering middels verschillende Meerjaren Programma's (MJP's);
- Eén van deze MJP's (nr. 54) is Blockchain en valt onder het cluster Digital Technologies;
- De afgelopen jaren zijn diverse lokale, regionale en landelijke initiatieven gestart en gefaciliteerd, inclusief fieldlabs, use cases, een research agenda blockchain en het landelijke samenwerkingsverband Dutch Blockchain Coalition (incl. Europese samenwerking)**.

Bron:
* https://www.hollandhightech.nl/kia-sleuteltechnologieen
** https://www.hollandhightech.nl/sites/www.hollandhightech.nl/files/Documenten/KIAs/KIA%20ST/54%20MJP%20Blockchain.pdf

ACHTERGROND (3)

- Op 11 mei 2017 is in een Highlevel bijeenkomst Sleuteltechnologieën afgesproken dat NWO indicaties geeft van wetenschappelijke sterkte en TNO van economische sterktes en kansen;
- Op basis hiervan is blockchain (binnen de categorie Digital Technologies) als ‘opkomend’ gekenmerkt, zowel economisch als wetenschappelijk*;
- Over blockchain wordt in hetzelfde memo aangegeven: “*Blockchain is een technologie die de belofte in zich heeft om vertrouwen te digitaliseren op een manier die fraude uitsluit en is daarom bij uitstek een multidisciplinair onderwerp. Het gaat niet alleen om het ontwikkelen van een technologie, maar wellicht nog wel meer om het ontwikkelen van de achterliggende juridische, economische en sociale processen om die disruptie mogelijk te maken alsmede de ethische haalbaarheid ervan.*”

*Bron: Memo Sleutel technologieën, EZ, NWO, TNO, 28 Juni 2017

ACHTERGROND (4)

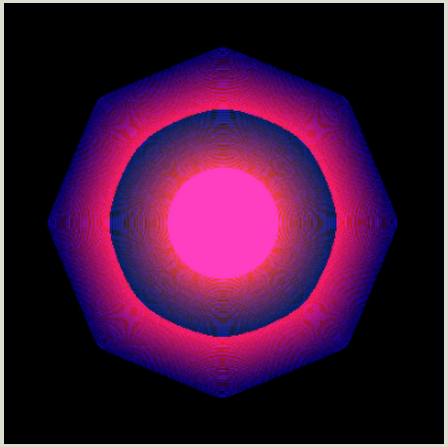
- Elsevier heeft, in samenwerking met NWO en TNO, in 2018 een kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland gemaakt, geclusterd naar acht categorieën (waar blockchain binnen de categorie Digital Technologies valt)*;
- Het groeicijfer en het geschatte aantal publicaties van blockchain in 2016 ligt ruim boven gemiddeld, aldus Elsevier: "*Cumulatieve groeipatronen van de output van wetenschappelijke publicaties zijn zeer goede indicatoren om aan te geven waar radicale ontwikkelingen in wetenschap, technologie en innovatie optreden*";
- De wereldwijde relatieve activiteiten index in 2016 is gemiddeld voor blockchain en de output van blockchain is (vooralsnog) onder gemiddeld, in de Elsevier vergelijking van sleuteltechnologieën;
- Technopolis heeft in 2019 een vergelijking van 10 focuslanden gemaakt voor wat betreft publieke investeringen in sleutel technologieën, waaruit blijkt dat veel focuslanden expliciet kiezen voor 5-6 sleuteltechnologieën in hun innovatiebeleid, in relatie tot economische en maatschappelijke redenen**.

*Bron: Elsevier (2018). *Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland*, Rapportage, juni
**Bron: Technopolis (2020). *Publieke investeringen in sleutel technologieën: Een vergelijking van 10 focuslanden*, Rapportage, 28 mei

BLOCKCHAIN ONTWIKKELINGEN

ACTUALITEITEN

- *“Sotheby's, een van de grootste kunstveilinghuizen ter wereld, heeft de smaak te pakken van het veilen van digitale kunst in de vorm van non-fungible tokens (NFT's). De komende dagen gaan er werken van 27 kunstenaars onder de hamer, met ook de naar verluidt de eerste NFT, 'Quantum”*;*



- *“Een Europees digitaal kluisje moet EU-burgers toegang geven tot diensten, buiten Amerikaanse techreuzen om. Donderdag presenteerde de Europese Commissie haar plan voor zo’n ‘e-ID”***;*

- “*Op het moment zit er rond de $50 mrd aan dollarwaarde in dit type (DeFi) cryptoleningen (gebaseerd op het ethereum protocol), Van der Plas schat in dat dit bedrag voor het einde van het jaar oploopt naar minimaal $150 mrd. 'Dat is nog niks op wereldschaal, maar het groeit hard.”****

*Bron: Het Financieele Dagblad, *Sotheby's surft mee op cryptorage en veilt 'eerste NFT*', 1 juni 2021
**Bron: NRC, ‘*Europese digitale identiteit moet EU-burger bevrijden van big tech*’, 3 juni 2021, https://www.nrc.nl/nieuws/2021/06/03/europese-digitale-identiteit-moet-eu-burger-bevrijden-van-big-tech-a4046056
***Bron: Het Financieele Dagblad, ‘*De bank van de toekomst zit op blockchain*’, 3 juni 2021, https://fd.nl/ondernemen/1386433/de-bank-van-de-toekomst-zit-op-de-blockchain

DYNAMIEK

Sinds de introductie in 2008 van blockchain is er veel gebeurd. De laatste jaren duiden een tendens naar toepassing, al zijn er nog veel beren op de weg. Pas over 5-10 jaar zal blockchain zich echt hebben bewezen.

- In 2008 heeft de Japanner Nakamoto blockchain reeds geïntroduceerd en in 2009 is de software voor het eerst naar buiten gekomen*;
- Met de (nasleep van de) financiële crisis duurde het een tijd voor blockchain als technologie, laat staan als toepassing internationaal breed werd gezien als kansrijk;
- Sinds 2014 is het aantal publicaties sterk gestegen en in 2017 is in Nederland de Dutch Blockchain Coalition opgericht vanuit het besef dat integrale samenwerking nodig is om toepassingen mogelijk te maken;
- Door de jaren heen fluctueert het beeld ‘van hype naar hoop’**: waar rond 2017 en 2018 het hype gehalte hoog was, zijn de jaren 2019 en 2020 te kenmerken als hoopvol naar succesvolle toepassingen, ook al blijkt dit een lange weg te zijn;
- Ook de Gartner 2019 Hype Cycle suggereert 5-10 jaar voor de toepassing van blockchain ‘transformational impact’ heeft***.

*Bron: Vermeend en Smit (2017). Blockchain: de technologie die de wereld radicaal verandert, Den Haag: Einsteinbooks
**Bron: https://www.globalgovernmentforum.com/blockchain-hype-or-hope/?utm_source=GGF+Global+Subscriber+List&utm_campaign=72642c43a0-8%3A00am+Timezone&utm_medium=email&utm_term=0_be045faa37-72642c43a0-195117245
***Bron: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-09-12-gartner-2019-hype-cycle-for-blockchain-business-shows

TRENDS

Uit jaarplan 2021 Dutch Blockchain Coalition

- Centrale banken maken plannen voor een eigen digitale munt
- Ethereum 2.0 komt eraan en EY lanceert “Baseline”, een publieke ethereum blockchain
- Nieuwe veelbelovende (schaalbare) blockchains zoals Polkadot zijn gelanceerd
- MicroStrategy, het eerste beursgenoteerde bedrijf in de VS dat voor 250 miljoen USD investeert in bitcoin
- NBA-spelers die hun toekomstige inkomsten tokenizeren
- Decentralized Finance: Total Value Locked oktober 2020: 10 miljard USD, een jaar geleden was dat 500 miljoen USD)
- De opkomst van NFT’s
- De DID-standaarden die zijn vastgesteld in W3C-verband

Bron: interviews

- Van digitaal betaalmiddel (cryptovaluta) naar digitale waarden (tokenization)
- Schaalbaarheid, interoperabiliteit
- Naast technologie meer aandacht voor ethische en juridische vraagstukken – ‘compliance by design’
- Vierde industriële revolutie: integratie van technologieën
- Participatie versus (fractioneel) eigenaarschap: denk aan onroerend goed, maar ook de energiesector
- Naar een eID en een Europese wallet voor alle burgers

VOORSPELLINGEN

Diverse bronnen duiden de verdere opkomst en het langzaam volwassen worden van blockchain als sleuteltechnologie, alsmede vaker naar toepassing.

- Top 10 blockchain trends 2021*: supply chain optimization, introduction of CBDC's (Central Bank Digital Currencies), DeFi (decentralized financial transactions) adoption on the rise, certificate verification via the blockchain, improved interoperability between blockchains, battle of the smart contract blockchain, DEXes (decentralized exchanges) gain market share, Non-Fungible Tokens, Security Token Offerings (tokenization of bonds), more crypto investment vehicles.
- Top 4 blockchain trends 2021**: sterke supply chains, de overheidscrypto, de fintechisatie van onze maatschappij, nul kennis noodzakelijk.
- Top 6 blockchain trends 2021***: blockchain for vaccine tracking and distribution, the ongoing rise of enterprise blockchain, the rise of NFT's, blockchain as a service (BaaS), blockchain expertise a highly tradeable skill, the cryptocurrency craziness continues – but stable coins offer some.
- Top 3 blockchain trends 2021****: Maturation of Cryptocurrencies and Central Bank Digital Currencies, Truth in Supply Chain – driven in part by Environmental, Social, Governance (ESG) goals, Blockchain Middleware Abstraction Layers.

*Bron: https://medium.com/coinmonks/the-top-10-blockchain-trends-for-2021-7b60db0ee1d0
**Bron: https://www.frankwatching.com/archive/2020/11/23/blockchain-trends-2021/
***Bron: https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/03/12/the-six-biggest-blockchain-trends-everyone-should-know-about-in-2021/
****Bron: https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2021/01/13/3-blockbuster-blockchain-trends-in-2021/

LOOKING FOR SOLID FOOTING

- "*Like the development of the Internet before it, blockchain is still, in many ways, looking for solid footing outside of early adopters. In the mid-1990s, the Internet was still very much a curiosity, hampered by slow connection speeds and disparate protocols that often made browsing the Web more frustrating than beneficial for anyone but the most dedicated users. Just 10 years later, however, the Internet had not only become a ubiquitous global business tool, but it had actually changed how business was conducted, leading to the rise of web-based companies like Amazon that allow users to order anything they want—from anywhere they want—with just a few simple clicks. And while blockchain use cases may only be dribbling into production at this point in time, there is an absolute gold rush of ideas out in the marketplace. Big thinkers are continually coming up with new ideas for how blockchain can be leveraged across their organizations"*;*
- *"Blockchain is now one of the technologies which is anticipated to have a profound impact over the next 10-15 years, backed in the short term by upward forecasts for investment. This is visible, for instance, on how the attention of investors worldwide has shifted to blockchain companies since 2009"***;

*Bron: Deloitte's 2018 global blockchain survey – Breaking blockchain open
**Bron: EC - *Joint Research Centre (2019). Blockchain now and tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*, Report, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255

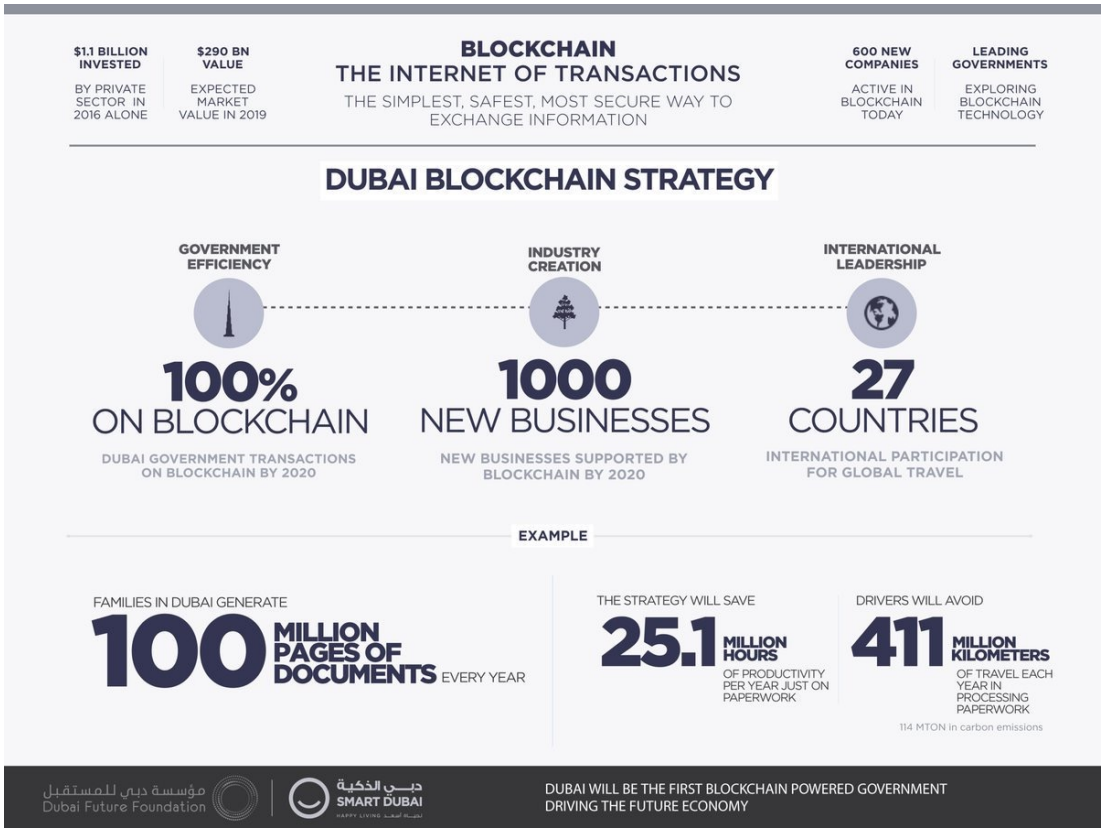
BLOCKCHAIN CONVERGENTIE

- Blockchain als zodanig is een belangrijke sleuteltechnologie, al zal dit steeds meer ‘onder de motorkap’ verdwijnen;
- Het decentrale karakter in combinatie met de betrouwbaarheid door gegevens op een onveranderlijke manier op te slaan maakt dat blockchain een cruciaal fundament vormt voor interactie en transacties, wereldwijd;
- Blockchain zal echter vaker convergeren met andere nieuwe technologieën, zoals Artificiële Intelligentie (AI) en Internet of Things (IoT: connectiviteit tussen objecten, tussen mensen, en tussen mensen en objecten)*;
- Waar IoT (netwerken), maar ook AI (algoritmen) gevoelig zijn voor fraude en diefstal borgt blockchain betrouwbare en veilige applicaties wat de basis vormt voor transacties;
- Ook Gaia X (als gezamenlijke Europese data infrastructuur), waar blockchain een onderliggende technologie zal zijn en data soevereiniteit essentieel, is een kans op aan sluiten (al dan niet op het niveau van nationale hubs)***.

- Blockchain vormt een cruciaal fundament voor de ‘vierde industriële revolutie’: “*Digitalisering, in de vorm van algoritmes, software en data, zal systemen die uit de fusion of technologies voortkomen, in staat stellen zelfstandig in netwerken te functioneren en daarbinnen data en informatie te communiceren, beslissingen te nemen en te interacteren. Een dergelijke ontwikkeling kunnen we al zien in ontwikkelingen zoals het (industrial) internet of things dat uitgaat van het verbinden van een diversiteit aan objecten zoals wasmachines, televisies, (vracht)auto’s, windturbines, fabrieken etc.*” **;

Bron*: Veuger, Jan (2020). *Blockchain Convergentie: Een nieuwe economie en samenleving met Blockchain*, lectorale rede, Saxion Hogescholen, januari
Bron**: https://ibestuur.nl/weblog/vierde-industriele-revolutie-en-blockchain
Bron***: https://www.data-infrastructure.eu/GAIAX/Navigation/EN/Home/home.html

BLOCKCHAIN EN CRYPTO



*"Smart Dubai is het eerste initiatief van een regering om blockchain te integreren zonder het gebruik van crypto. Dubai wil graag in 2021 een 'blockchainregering' zijn. Dit betekent dat ze geen papieren administratie meer zullen hebben en de regering compleet gedigitaliseerd gaat worden. Blockchain wordt door de regering gebruikt om extra veiligheid te bieden, extra mobiliteit te creëren en stiekem ook voor extra media-aandacht."**

*Bron: Patrick Suiker (2018). *Kan blockchain bestaan zonder cryptocurrency's?,* AllesOverCrypto, 7 september, Internet: https://allesovercrypto.nl/blog/blockchain-bestaan-zonder-cryptocurrencys

BLOCKCHAIN TECHNOLOGIE

- Blockchain is een vorm van ‘Distributed Ledger Technology’ (DLT);
- Blockchain wordt als software technologie gebouwd op basis van zogenaamde consensus algoritmes;
- Naast publieke blockchain (open), kunnen private blockchain worden onderscheiden (gesloten);
- Op basis van open source (zoals het Microsoft open source Confidential Coalition Framework*) ontstaan naast lokale netwerken ook steeds vaker netwerken van bijvoorbeeld virtuele machines;
- In 2020 heeft de Europese Commissie een strategie voor Europese data omarmd, welke blockchain (consensus algoritmen) combineert met een digitale infrastructuur zoals een ‘European Federated Cloud Infrastructure’**.

“*The whole of a federation of interconnected individual cloud configurations can be considered a form of self-organisation by machines... Based on algorithms and software, an autonomous whole can be created that is able to autonomously make consensus-based decisions… The rules for this federation will, however, only work if they can be implemented by the federated participants based on new and transparent algorithms, protocols, and software that underpin the European Federated Cloud infrastructure.*”**

*Bron: https://www.microsoft.com/en-us/research/project/confidential-consortium-framework/
**Bron: https://www.centric.eu/en/what-we-do/federated-cloud-computing-and-consensus-algorithms/

CRYPTO

- Vele cryptoplatforms (e.g. bitcoin en ethereum) en dito –munten (BTC en ETH) zijn de laatste jaren als paddenstoelen uit de grond gekomen;
- De bekendste daarvan is bitcoin, gevolgd door ethereum met toepassingen en meer computer-rekenkracht. Andere voorbeelden (voor private toepassing) zijn Aleo en Oasis labs;
- Waarbij bitcoin als een pionier opkwam en veel mensen dachten dat dit snel eindig zou zijn (incl. Tesla). Microsoft investeert hier nog steeds stevig in voor wat betreft haar identiteitssysteem;
- Toepassingen die hard groeien, switchen naar andere nieuwe platforms, waar bijvoorbeeld meer transacties mogelijk zijn, zoals DeFinity als gedecentraliseerde DeFi exchange of infrastructuur;
- Tegelijkertijd ontstaan op een niveau daarboven nieuwe (generatie 3) platforms die interoperabiliteit tussen andere platforms èn toepassingen faciliteren zoals Polkadot en Cosmos;
- Verder is integratie van technologieën zichtbaar, zoals bij het Oceans Protocol waar data, algoritmen en blockchain samenkomen en blockchain technologie steeds meer een (minder zichtbaar, maar cruciaal) fundament vormt.

VAN CRYPTO NAAR TOKENS

- Naast cryptovaluta als digitaal betaalmiddel zijn tokens (‘digital assets’) enorm in opkomst om digitale waarden over te kunnen dragen;
- Tokens kunnen worden onderscheiden naar *security token* (zoals een aandeel in een bedrijf) en *utility tokens* (zoals toegang tot infrastructuur of een event), naast ‘*payment instruments*’ (cryptotokens);
- De NFT (non-fungible token) is uniek en niet verwisselbaar, denk aan een digitaal persoonlijk stembiljet of een unieke uitgave van een digitaal kunstwerk;
- In de eerste helft van 2021 is de markt voor NFT’s gegroeid naar US$ 2,5 miljard versus US$ 13,5 miljoen een jaar daarvoor (https://fd.nl/beurs/1390980/nft-markt-groeit-stevig-in-eerste-half-jaar);
- 2Tokens ontwikkelt met tientallen partners een interactieve routekaart. Tevens wordt gewerkt aan use cases op het gebied van energie, facturatie en het notariaat (https://www.2tokens.org);
- Internationaal wordt door 2Tokens als partner samengewerkt in ‘*The Interwork Alliance*’, met als doel: *to empower all organizations to adopt and use token-powered services in their day-to-day operations, across use cases and networks, bringing inclusivity to globally distributed applications*. (https://interwork.org).

PLUSSEN EN MINNEN BLOCKCHAIN

- Transacties zijn transparant, onveranderbaar, wel herleidbaar en daarmee ook betrouwbaar;
- Blockchain biedt decentralisatie mogelijkheden voor transacties, waarmee macht bij de gebruikers komt te liggen i.p.v. bij een centrale organisatie zoals een bank of overheid;
- Veel processen zoals het oprichten van een bedrijf, het aanvragen van een hypotheek en de verrekening van energie zullen efficiënter verlopen wat papierwerk en dus kosten scheelt;
- Voor het bedrijfsleven zelf kan veel efficiency worden gerealiseerd en kosten bespaard, door de keten te stroomlijnen en fouten of misbruik eruit te halen. Denk aan de overdracht van een schip in de haven (proof of origin), waarbij transactieprocessen kunnen worden versneld en daarmee kosten bespaard;
- Controle over eigen data, zoals een tiener die drank wil kopen: *self sovereign identity* (SSI);
- Fractioneel eigenaarschap wordt mogelijk, zoals bij energie of onroerend goed (participatie versus eigenaarschap);
- Nieuwe doelgroepen en marktsegmenten, denk aan ‘unbanked people’ (mensen zonder ID en bankrekening);
- Potentie in toepassingen van gezondheid en agrifood tot logistiek en (decentralisatie van) energie;
- Potentie bij integratie van technologieën (IoT, AI).

- Blockchain technologie is voorbij de kinderschoenen, maar nog lang niet volwassen.
- Grote uitdagingen zoals op het niveau van identiteit, interoperabiliteit, infrastructuur en wetgeving. Het inlossen van de belofte, het realiseren van schaal kost tijd
- Wet van de remmende voorsprong: ontwikkelingslanden gaan soms sneller, waar in Nederland betrouwbare en centrale infrastructuur en instituties soms innovatie in de weg zitten;
- Mining van cryptovaluta kost relatief erg veel energie;
- Onbegrip disruptieve karakter blockchain en beperkt kennis bij publiek, maar ook binnen overheden en daarmee gebruikersacceptatie;
- Beeldvorming over bitcoin (onstabiel, criminaliteit) beïnvloedt beeldvorming over blockchain technologie (juist zeer stabiel en betrouwbaar);
- Urgentie ontbreekt nog, investeringen relatief gering, business model nog onzeker, private sector is terughoudend;
- Visie 5-10 jaar ontbreekt. Blockchain als macro-economisch vraagstuk: naar een decentrale economie als nieuw paradigma?;
- Wetgeving (regulatie) is altijd volgend met nieuwe technologie en soms tegenstrijdig: de witwas richtlijnen versus andere richtlijnen zoals op het gebied van privacy en data protectie;
- Nut of noodzaak van blockchain (versus een klassieke database) is afhankelijk van het aantal stakeholders en ketens.

REGIONAAL

- Lokaal en regionaal zijn vele (veelal thematische) initiatieven van de grond gekomen, veelal in fieldlab omgevingen, zoals blocklab (Havenbedrijf Rotterdam), Techruption in Heerlen (pensioenen), de Kamer van Koophandel, Wageningen (food), Groningen (educatie en het kindpakket) en er zijn al veel overheidspilots: de insteek en resultaten verschillen fors*;
- Op het gebied van Agrifood bestaan diverse initiatieven in Wageningen, maar ook in Amsterdam (Sciencepark) zoals The New Fork (https://thenewfork.com) welke diverse blockchains ontwikkelt in de agrifood keten (zoals https://juicychain.org);
- In 2017 is in Groningen een pilot gestart rond het Kindpakket, : "*Een blockchaintoepassing van de Groningse gemeente Zuidhorn is door GemeentePioniers bekroond met de juryprijs voor 'Meest vernieuwende digitale dienstverlening'. Het gaat om een blockchaintoepassing voor het Kindpakket. Dat is een regeling voor financiële ondersteuning aan kinderen die in armoede leven*.";
- Een andere (interregionaal) initiatief in Noord-Nederland is BLING (BLockchain IN Government) dat zich richt op het gebruik van blockchain binnen de overheid (onder meer planning en dienstverlening): https://northsearegion.eu/bling/.

*Bron: https://dutchblockchaincoalition.org/faq
**Bron: https://www.computable.nl/artikel/nieuws/digital-transformation/6329958/250449/blockchain-kindpakket-zuidhorn-wint-prijs.html

RANDSTEDELIJK

- Meer specifiek in de Randstad wemelt het van de blockchain initiatieven, zoals in Amsterdam, Rotterdam, Delft en Den Haag;
- Veel van deze initiatieven zijn niet perse thematisch ingericht, maar bieden een ontmoetingsplek en ruimte voor het experiment;
- TUD blockchain lab, gericht op research, education and training, is het grootste O&O blockchain lab in NL (https://www.tudelft.nl/delft-blockchain-lab);
- Blocklab: het Havenbedrijf Rotterdam is tweede grootste blockchain lab initiatief in NL, gericht op ketenoplossingen in de logistiek (https://www.blocklab.nl);
- Ook lokaal bestaan diverse initiatieven zoals Blockbar in Den Haag (https://www.blockbar.nl);
- Het Amsterdam blockchainlab heeft een gezamenlijke agenda ontwikkeld, gericht op '*an ethical agenda to solve global pressing problems*' (https://www.amsterdamblockchainlab.com);
- De Digicampus Den Haag-Delft richt zich op de ontwikkeling van (vertrouwen in) publieke diensten. Daarbij werken overheid, markt, wetenschap en samenleving samen rondom drie maatschappelijke missies (https://digicampus.tech).

REGIONAAL - NATIONAAL

- Daarnaast zijn er thematische landelijke initiatieven zoals Spark Living Lab (https://sparklivinglab.nl) op het gebied van supply chain 4.0, waar onder meer TUD, Windesheim en TKI Dinalog in samen werken;
- Wageningen Universiteit heeft (eind 2020) de publicatie '*Blockchain voor agrifood: tussen droom en daad*' uitgebracht (https://edepot.wur.nl/535127). Hier wordt op basis van 30 use cases en blockchain platformen geconcludeerd dat blockchain kansen biedt voor transparantie, efficiëntie en concurrentieposities van agrifood, alsmede de positie van boeren in de agrifoodketens te verbeteren. Om echter een geslaagde toepassing of use case te organiseren is *samenwerking* essentieel tussen de werelden van *automatisering, data-science en de data-economie*.
- In Utrecht heeft de Economic Board (EBU) in 2018 door bureau Berenschot een onderzoek laten uitvoeren naar kansen voor een blockchain ecosysteem in de regio. Uit de analyse komen ook regio's als Groningen, Heerlen en Rotterdam expliciet naar voren*;
- Een ander inzicht uit de Berenschot rapportage in opdracht van de EBU is dat aanbieders nog minimaal verdienen en verschillende verdienmodellen testen.

*Bron: Berenschot (2018). *Kansen voor een blockchain ecosysteem in de regio Utrecht*, rapport, 13 september

NATIONALE NETWERKEN

Er bestaat reeds een behoorlijke mate van organisatie en netwerken

- De ‘Dutch Blockchain Coalition’ (DBC) representeert het grootste landelijke netwerk op het gebied van blockchain: https://dutchblockchaincoalition.org. DBC organiseert jaarlijks de DBC conferentie: https://dutchblockchaincoalition.org/agenda/online-dbc-conferentie-2021.
- Daarnaast is er ‘Blockchain Netherlands’ (BCNL), een community voor blockchain, crypto en DLT start-ups en scale-ups in Nederland: https://bcnl.foundation.
- DBC en BCNL organiseerden in 2021, samen met EY en Techleap de Dutch Blockchain Days: https://www.dutchblockchaindays.com/partners/#
- 2Tokens is een community met enkele tientallen partners die zich richt op het onderhouden van een routekaart naar tokenfinanciering / token economie (tokenroadmap.nl) door met bedrijven use cases uit te werken. Hierbij zijn 2020 ruim 1.200 mensen betrokken geweest: https://www.2tokens.org
- Odyssey organiseert grootschalige events van een brede diversiteit aan stakeholders: “*The Odyssey Hackathon enables developers, creatives, and entrepreneurs from all over the world to co-create solutions to the challenges contributed by program partners and launching customers using blockchain, AI or other advanced technology.”*: https://odyssey.org/past-editions/odyssey-hackathon-2019

Veel typen spelers uit diverse sectoren zijn actief

NATIONAAL ECOSYSTEEM

versie 2.0
1 mei 2019

Blockchain Ecosysteem 2019 – Nederland

Berenschot

Staat uw logo hier niet tussen? Of heeft u een suggestie?
Laat het ons weten via www.berenschot.nl/blockchainecosysteem

EBU ECONOMIC BOARD UTRECHT

* Berenschot (2019). *Kansen voor een blockchain ecosysteem in de regio Utrecht*, rapport, 13 september

INTERNATIONALE SAMENWERKING

- Een van de grotere uitdagingen op Europees (en daarmee ook Nederlands) schaalniveau is wet- en regelgeving. De witwas richtlijnen zijn bijvoorbeeld tegenstrijdig met richtlijnen rond privacy en data protectie;
- Wetgeving loopt veelal achter technologische ontwikkeling aan (op basis van oude paradigma's), daarom is het belangrijk dat er samenhang in de blockchain systemen komt en Europese standaarden worden ontwikkeld;
- Hiertoe is in Europa het European Blockchain Partnership opgericht, waar lidstaten samenwerken aan een Europese Blockchain Services Infrastructuur (EBSI); (https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-partnership);
- Onderdeel van EBSI is het European Self-Sovereign Identity Framework (ESSIF). Binnen het ESSIF lab bestaat funding voor SSI projecten. TNO is kernpartner: https://decentralized-id.com/government/europe/eSSIF/;
- In april 2019 heeft de EC de Internationale Association of Trusted Blockchain (INATBA) gelanceerd waar stakeholders samen worden gebracht om blockchain en DLT te ondersteunen en 'mainstreamen' (https://inatba.org)*;*
- Het EU Blockchain Observatory & Forum is een EC initiatief gericht op het versnellen van blockchain innovatie en ontwikkeling van het Europese blockchain ecosysteem, zoals rond digitale identiteit (https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-blockchain-strategy-brochure).

EU GOUDEN STANDAARD?

- *“Europe’s ambition is to set the gold standard for blockchain technologies. We have implemented a strong regulatory and policy framework that supports sustainable blockchain innovation as well as the startup and scaleup ecosystems. Administrations across Europe play a trailblazing role in implementing this exciting and essential new technology”**. (Roberto Viola, Director General, DG CONNECT)
- *“Fulfilling blockchain’s potential depends upon a policy environment that support innovation and experimentation while acknowledging and mitigating risks. What is clear, is that the policy and regulatory framework for this disruptive technology is under-developed, and given its inherently border-less nature, must take into account the global context”**.*

*Bron: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-blockchain-strategy-brochure
**Bron: https://www.oecd.org/finance/2019-OECD-Global-Blockchain-Policy-Forum-Summary-Report.pdf

INTERNATIONALE INITIATIEVEN

- Nederlandse marktpartijen hebben betrokkenheid in diverse sectorspecifieke initiatieven en samenwerkingsverbanden zoals het we-trade blockchain platform met 16 banken uit 15 landen (incl. de Rabobank) (https://we-trade.com);
- Tot slot zijn diverse bottom-up initiatieven genomen, zoals het DLT landscape (open-source market segmentation, via blockchainbedrijf BTP: https://dltlandscape.org) en het Hyperledger Global Forum (open-source community: https://events.linuxfoundation.org/hyperledger-global-forum/);
- Bekende internationale spelers zijn Covantis (agri-trading: https://www.covantis.io) of Consensys (financiën: https://consensys.net) en zijn vaak gericht op een specifieke sector;
- De weliswaar Nederlandse bedrijven Kryha (https://kryha.io) en LedgerLeopard (https://ledgerleopard.com) richten zich op meer generieke dienstverlening in binnen- en buitenland.

HET VERSCHUIVEN VAN MACHTSBLOKKEN

- *“Artificial intelligence (AI) and blockchain (BC) are two of the most significant disruptive technologies of our time, set to have a major impact on future societies and economies. As transversal technologies, AI and blockchain can potentially disrupt a wide range of sectors and will likely play central roles in the success of Europe’s green and digital transitions, and in strengthening its technological sovereignty.”**
- *“…however, the United States and China together account for over 80% of the €25 billion of annual equity investments in AI and blockchain technologies, while the EU27 only accounts for 7% of this global amount, investing around €1.75 billion.”**

Bron*: European Investment Bank (2021). *Artificial intelligence, blockchain and the future of Europe: How disruptive technologies create opportunities for a green and digital economy*, EC-DG CONNECT, June
https://www.eib.org/attachments/thematic/artificial_intelligence_blockchain_and_the_future_of_europe_report_en.pdf

BLOCKCHAIN AFWEGINGSKADER

SLEUTELTECHNOLOGIE

- In dit deel van de rapportage wordt blockchain als sleuteltechnologie beoordeeld aan de hand van een zestal aspecten.
- "*Een sleuteltechnologie is een technologie die gekenmerkt wordt door een breed toepassingsgebied of bereik in innovaties en/of sectoren. Ze zijn essentieel bij het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en/of leveren een grote potentiële bijdrage aan de economie, door het ontstaan van nieuwe bedrijvigheid en nieuwe markten, het vergroten van de concurrentiekracht, en het versterken van de banengroei. Sleuteltechnologieën maken baanbrekende proces-, product- en/of diensteninnovaties mogelijk. Sleuteltechnologieën zijn relevant voor de wetenschap, maatschappij en de markt*"*

*Bron: Memo Sleutel technologieën, EZ, NWO, TNO, 28 Juni 2017

De (potentiele) maatschappelijke impact is groot of zelfs disruptief

1. MAATSCHAPPELIJKE IMPACT

➢ *Potentiele bijdragen aan toepassing van beoogd onderzoek in thematische KIA's*

- Blockchain is een fundamentele technologie die sectordoorsnijdend relevantie heeft. Zo zijn er relevante raakvlakken en veelal ook use cases met eigenlijk alle topsectoren. Denk aan agrifood (The New Fork), of logistiek (Blocklab) en daarmee met de respectievelijke Kennis- en Innovatieagenda's;

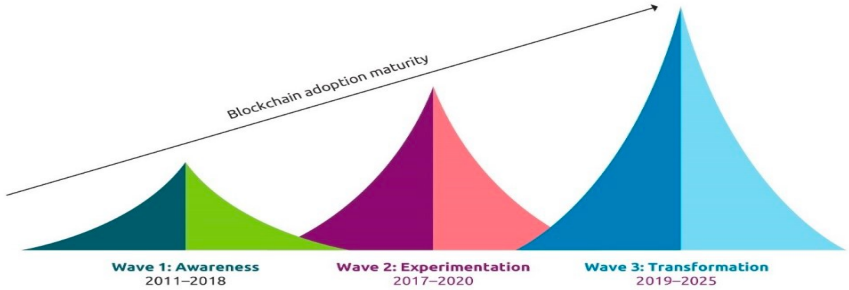
➢ *Relevante bijdrage aan missie*

- Evenals de KIA's bestaan er veel relevante (potentiele) bijdragen aan de verschillende missies die door het Kabinet worden onderscheiden. Denk aan lopende projecten en use cases op het gebied van energie (microgrids, energie coöperaties, carbon tracking systems), logistiek (electronic bill of lading), identiteit (SSI), onderwijs (microcredentials), gezondheid (NZA), agrifood (keten), cybersecurity en veiligheid, financiële markten, et cetera
- Binnen het topsectorenbeleid en de 25 missies die door het Kabinet in 2019 zijn vastgesteld geeft de overheid aan dat sleuteltechnologieën een belangrijke rol spelen bij het realiseren van de missies*.

*Bron: https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2019/04/26/kabinet-stelt-25-missies-vast-voor-het-topsectoren--en-innovatiebeleid

MATURITEIT

- Capgemini heeft in 2018 een tijdslijn voor blockchain adoption maturity ontwikkeld*;
- Nederland loopt achter bij grootschalige implementatie, terwijl volgens Capgemini blockchain technologie mogelijk de toeleveringsketens over de hele wereld gaat veranderen;
- In 2025 zou blockchain mainstream moeten zijn, waar nu nog slechts 3% dat op grote schaal doet en 10% zich in een pilot fase bevindt. De overige 87% zit dus nog in de fase van het experiment**;
- In Europa is Nederland een middenmotor, aldus Capgemini;
- Dit ligt in lijn met het vooralsnog beperkte disruptieve karakter van blockchain;
- Andere recentere bronnen (2021) duiden dat Nederland de afgelopen jaren flinke vooruitgang heeft geboekt***.



Bron*: Capgemini (2018).
Bron**: Veuger, Jan (2020). *Blockchain Convergentie: Een nieuwe economie en samenleving met Blockchain*, lectorale rede, Saxion Hogescholen, januari
Bron***: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/EU%20Blockchain%20Ecosystem%20Report_final_0.pdf

MAATSCHAPPELIJKE IMPACT

- Blockchain draagt door de transparantie en onweerlegbaarheid bij aan het fundamenteel vertrouwen in onze maatschappelijke infrastructuur*;
- De adoptie van blockchain groeit, maar is nog (steeds) geen mainstream in Nederland;
- De urgentie is minder groot in Nederland omdat we centraal al betrouwbare instituties hebben, zoals een Kamer van Koophandel of kadaster, en daarmee betrouwbare data (met de nuancering dat Nederland ook datalekken kent zoals bij de GGD nog begin 2021);
- Dit in vergelijking met ontwikkelingslanden die meer ‘greenfield’ zijn, denk aan El Salvador waar de president in 2021 bitcoin als valuta heeft erkend;
- Soms vergt dit eerst het ‘afbreken’ van oude, bestaande, systemen om verder te kunnen met innovatie (nieuw paradigma);
- Steeds meer bedrijven zijn zelf aan het experimenteren, of in een gezamenlijk verband. Veel partijen kijken de ontwikkelingen ook nog aan;
- De komende jaren zal blijken in welke mate blockchain disruptief gaat zijn.

*Bron: Blockchain for Good: de visie en missie van de Dutch Blochchain Coalition, november 2018

INCREMENTEEL OF DISRUPTIEF?

- "*In het begin zaten er nog wel eens notarissen aan tafel omdat ze zenuwachtig werden van de potentie van blockchain. Nu hebben ze door dat het voorlopig alleen nog gaat op de technologie en niet of nauwelijks over gedeeld eigenaarschap…" (Interviewcitaat);*
- *"De KNB (Koninklijke Notariële Beroepsorganisatie 2019) verwacht met haar notariële Blockchain alleen haar eigen processen efficiënter en effectiever maken. Maar de essentie van Blockchain is dat deze juist over en door verschillende processen heen gaat, waarmee deze derde vertrouwden tussen personen niet meer noodzakelijk zijn. Blockchain gaat een veel grotere rol spelen dan alleen voor interne processen waarbij , we als Nederland wellicht door ontwikkelingen buiten Europa nog wel eens ingehaald kunnen worden"**.

*Bron: Veuger, Jan (2020). *Blockchain Convergentie: Een nieuwe economie en samenleving met Blockchain*, lectorale rede, Saxion Hogescholen, januari, pp. 18-19

2. ECONOMISCHE IMPACT

De economische impact is nog relatief beperkt, maar zal naar verwachting fors stijgen

- *Economische massa onderzoeksveld (aantal bedrijven die in het onderzoeksveld en toepassingsgebied actief zijn, toegevoegde waarde, werkgelegenheid)*
- *Verwachte groei van wereldmarkt in deze technologie en het NL aandeel hierin*
- *Investeringsbereidheid in de vorm van ratio privaat commitment bedrijven*

- Rond blockchain bestaat niet een eenduidige indicator van de (potentiele) economische impact. In gezamenlijkheid geven diverse indicatoren, zoals (potentiële) *besparingen*, *patenten* en (venture capital) *investeringen* (zoals door Maven11, https://www.maven11.com) een redelijk beeld;
- Tegelijkertijd zijn cijfers soms beperkt beschikbaar en niet altijd even goed te vergelijken, zoals in relatie tot tokens en crypto;
- Ook bestaat discussie in welke mate economische impact is te herleiden naar alleen een (basis) technologie zoals blockchain;
- Verder is *de hoeveelheid investeringen vanuit het bedrijfsleven vaak vertrouwelijk en niet altijd precies te duiden, maar het gaat steeds vaker om serieuze bedragen* (interviewcitaat);
- Mede afhankelijk van de (juridische) kaders zal de adoptie, opschaling en daarmee ook de investeringsbereidheid van stakeholders toenemen.

BESPARINGEN

Forse besparingen zijn te realiseren met behulp van blockchain technologie, zoals in de transportsector:

"The electronic bill of lading (eBL) is already enabling trade counterparties to get their hands on cargoes days faster, freeing up working capital along the global supply chain.

The Digital Container Shipping Association (DCSA) estimate that adoption of eBLs currently accounts for only 0.1% of all bill of lading issuances and an increase to 50% eBL adoption could potentially save the industry more than $4 billion per annum. For many years there seemed to be limited use for the technology and only the largest of organisations could reap the benefits of eBLs and until recently this is where it has remained".*

*Bron: https://www.bolero.net/digitisation/4-benefits-of-electronic-bills-of-lading-that-will-increase-ebl-utilisation/

DIGITALE ID EN ECONOMISCHE IMPACT

- McKinsey heeft onderzoek gedaan naar de potentiele economische impact van digitale ID, waarbij bijna 100 soorten gebruik zijn meegenomen in Brazilië, China, Ethiopië, India, Nigeria, het Verenigd Koninkrijk, en de Verenigde Staten.*
- *“Digital identification or “digital ID” can be authenticated unambiguously through a digital channel, unlocking access to banking, government benefits, education, and many other critical services.*
- *In our seven focus countries, extending full digital ID coverage could unlock economic value equivalent to 3 to 13 percent of GDP in 2030, with just over half of the potential economic value potentially accruing to individuals. Realizing this value is by no means certain or automatic—it necessitates multiple high-value use cases and high levels of usage—and not all of these potential sources of economic value may translate into GDP.*
- *Yet, with careful system design and policies to promote uptake and mitigate risks, digital ID could be a powerful key to inclusive growth, offering quantifiable economic value to individuals, beyond significant noneconomic benefits”.*

*Bron: https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/digital-identification-a-key-to-inclusive-growth

INVESTERINGEN

Investeringen wereldwijd groeien substantieel

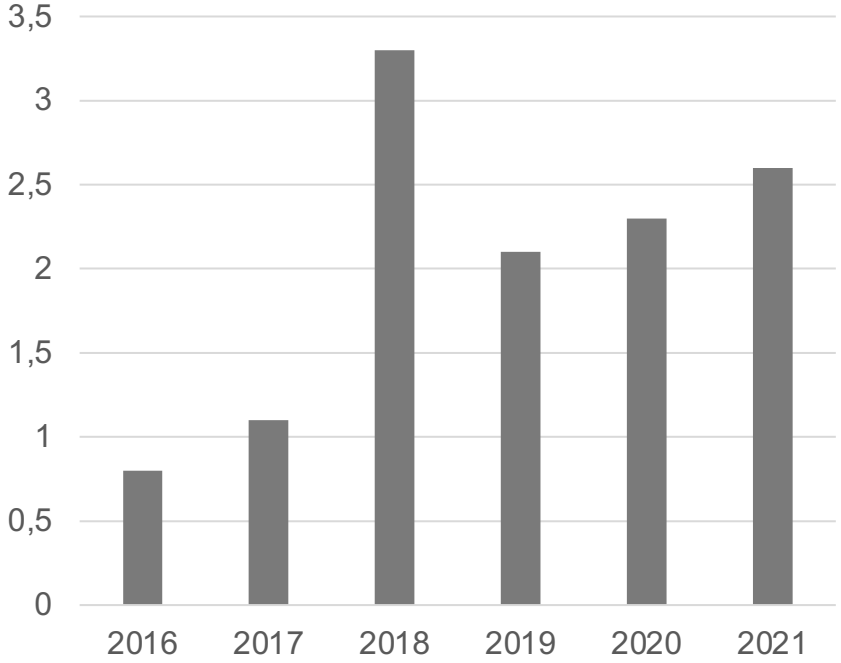
- Tot nu toe werd in 2018 wereldwijd circa 1,5 miljard dollar geïnvesteerd in Blockchain ontwikkeling – het dubbele van 2017 - en de schatting is dat investeringen wereldwijd in 2022 de 10 miljard dollar zullen overstijgen*;
- "*The rise of blockchain is witnessed by both the sharp growth in blockchain start-ups and the volume of their funding. Massive funding started in 2014 with EUR 450 million and rapidly increased to EUR 3.9 billion in 2017 and over EUR 7.4 billion in 2018…in 2017, the amount of invested capital grew at an unprecedented scale due to the explosion of ICOs and venture capital investments which continued at a high level in 2018*"**;
- DeFi / blockchain (mede aangejaagd door Coinbase en NFT) staat met $543 mln op de derde plaats van de top vijf van durfkapitaal in Q1 2021***;
- Adviesbureau EY schroeft haar eigen investeringen (2021) in blockchain technologie op (naar euro 100 miljoen aldus EY tijdens de Dutch Blockchain Days 2021) als gevolg van toegenomen vraag in de markt****;
- Gartner voorspelt dat blockchain in 2025 maturiteit heeft bereikt en steeds grotere (economische) waarde zal vertegenwoordigen. In 2023 reeds, aldus Gartner, ondersteunt blockchain als technologie de transactie van goederen en diensten wereldwijd ter waarde van $2 trillion*****.

*Bron: Blockchain for Good: de visie en missie van de Dutch Blockchain Coalition, november 2018
**Bron: EC - *Joint Research Centre (2019). Blockchain now and tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*, Report, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255
***Bron: https://fd.nl/futures/1386686/welke-techsectoren-halen-nu-het-meeste-geld-op
****Bron: https://www.ey.com/en_gl/news/2021/05/continued-ey-investments-in-blockchain-market-to-support-increased-demand
*****Bron: https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/blockchain

VENTURE CAPITAL EN BIJDRAGE AAN BNP

Na een aanvankelijke hype en dip in 2018 stabiliseert het landschap en vinden investeerders gestaag hun weg weer omhoog

- PWC geeft (oktober 2020) in haar rapport '*Time for trust: the trillion-dollar reasons to rethink blockchain*' aan dat: *"Blockchain technology has the potential to boost global gross domestic product (GDP) by US$1.76 trillion over the next decade"**;
- Een stijgende lijn in VC investeringen, na een dip in 2019: "*Venture-capital funding in blockchain start-up companies worldwide from 2016 to 2021 (in billion U.S. Dollars)"***;

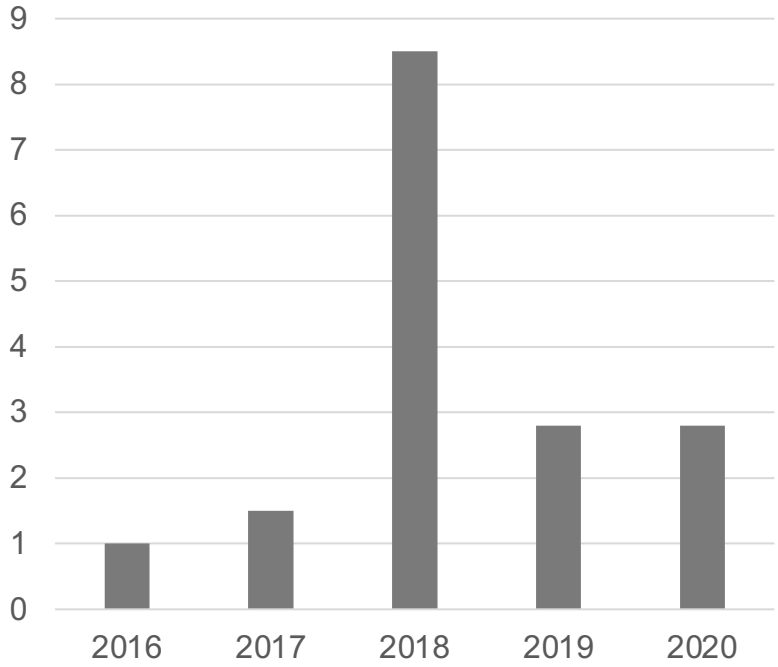


*Bron: https://www.pwc.com/hu/en/kiadvanyok/assets/pdf/Time_for_Trust_The%20trillion-dollar_reasons_to_rethink_blockchain.pdf
**Bron: https://www.statista.com/statistics/621207/worldwide-blockchain-startup-financing-history/

INVESTERINGEN IN CRYPTO EN BLOCKCHAIN

Het beeld rond investeringen is diffuus, afhankelijk of cryptomunten worden meegenomen, of sec naar blockchain wordt gekeken

- De wereldwijde investeringen ($ mrd.) in cryptomunten en blockchain volgt een vergelijkbaar patroon*, maar met een enorme uitschieter in 2018 doordat crypto hierin zijn meegenomen. In 2019 en 2020 lijkt dit vooralsnog te stabiliseren, echter de cryptovaluta zijn (vooralsnog) enorm volatiel;
- In China en de VS wordt verreweg het meest geïnvesteerd in blockchain en cryptobedrijven*.



*Bron: Hueck, H. (2020). Blockchain is nog steeds een eeuwige belofte, Het Financieele Dagblad, 7 december; grafiek: Pitchbook, 3 december 2020

PATENTEN

- Patenten zijn een belangrijke indicator van technologische innovatie. Veuger heeft in zijn lectorale rede in 2020* het volgende op een rij gezet:
  - *"Blockchain overspoelt het Europees Patentbureau met 2.220 aanvragen in 2018. Dat is zeven keer zoveel als in 2016 en ten opzichte van het eerste patent dat in 2008 werd aangevraagd voor Blockchain.*
  - *In de de top 6 van sectoren die blockchainpatenten aanvragen staan op (1) betalingssystemen met 728 aanvragen, (2) cryptografie met 447 aanvragen, (3) netwerkbeveiliging, (4) computerbeveiliging met 251 aanvragen, (5) Financiering, verzekering en belasting met 228 aanvragen en (6) e-commerce met 190 aanvragen.*
  - *Uit het onderzoek blijkt dat de aanvragen vooral komen uit de logistieke en voedselindustrie hetgeen te verklaren is doordat Blockchain lange transacties met een papierwinkel goed kan vervangen qua efficiëntie en effectiviteit.*
  - *IBM is overigens de grootste aanvrager in de top 5 bedrijven die blockchainpatenten aanvragen: (1) IBM (VS) met 111 aanvragen, (2) Alibaba (China) met 88 aanvragen, (3) Coinplug (Zuid-Korea) met 88 aanvragen, (4) BOE Techonology (China) met 61 aanvragen en (5) Mastercard (VS) met 51 aanvragen. In de top 10 komen vier Chinese bedrijven.*
  - *Kanttekening bij deze cijfers is dat deze (nog) geen inzicht geven in de definitieve toekenningen van patenten die een termijn van 3 tot 4 maanden kennen tussen aanvraag en honorering.*"
- Recentere publicaties (december 2020) tonen een stijgende lijn*:*
  - *"The number of issued blockchain patents is accelerating as the large number of patent applications that have been filed over the past few years are starting to issue…. As the use of the blockchain becomes more solidified in terms of what technologies, like Facebook Libra, will actually take hold in the marketplace, the value of these various patents will become clear."***

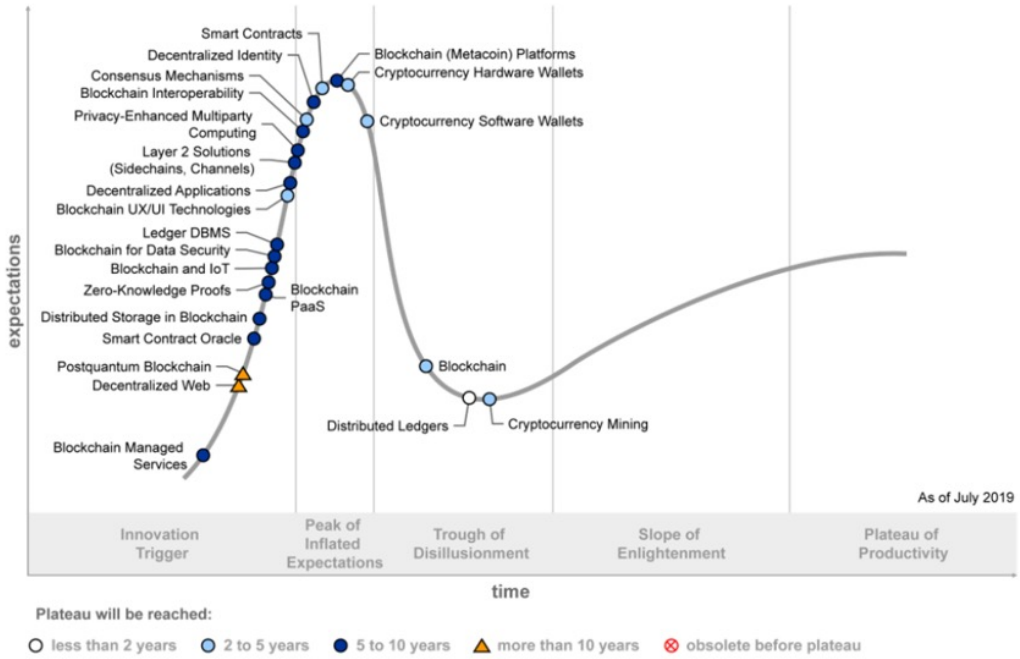
*Bron: Veuger, Jan (2020). *Blockchain Convergentie: Een nieuwe economie en samenleving met Blockchain*, lectorale rede, Saxion Hogescholen, januari, pp. 16-17
**Bron: https://www.ipwatchdog.com/2020/12/04/the-blockchain-patent-landscape-shows-accelerating-growth/id=127922/

GARTNER HYPE CYCLE

Het zal nog 5-10 jaar duren voor blockchain echt schaalbaar zal zijn.

"The Gartner Inc. 2019 Hype Cycle for Blockchain Technologies shows that blockchain is sliding into the Trough of Disillusionment. The market will begin to climb out of this Trough by 2021, as technology advances and pragmatic use cases uniquely supported by blockchain continue to roll out.The Trough of Disillusionment highlights technologies and markets where interest has waned as experiments and implementations fail to deliver. "Blockchain technologies have not yet lived up to the hype and most enterprise blockchain projects are stuck in experimentation mode"

*"Blockchain is not yet enabling a digital business revolution across business ecosystems and may not until at least 2028, when Gartner expects blockchain to become fully scalable technically and operationally."**



*Bron: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-10-08-gartner-2019-hype-cycle-shows-most-blockchain-technologies-are-still-five-to-10-years-away-from-transformational-impact

3. RELATIEVE POSITIE NEDERLAND IN EU-12

Nederland lijkt redelijk tot goed te scoren, maar het beeld is diffuus en gefragmenteerd

- *NWO assessment van wetenschappelijke kwaliteit in dit veld*
  - In de high-level bijeenkomst in 2017 is blockchain door NWO als ‘opkomend’ bestempeld* (Memo Sleutel technologieën, EZ, NWO, TNO, 28 Juni 2017);
  - NWO heeft op basis van de blockchain onderzoeksagenda in 2020 een PPS project ‘maatschappelijk verantwoorde blockchain-innovaties’ toegekend.
- *Internationale ranking (publicaties)*
  - Het aantal (wetenschappelijke) publicaties lijkt behoorlijk te stijgen sinds 2018 en 2019 in Nederland;
  - Naast diverse universiteiten (zoals TUD, TIU, WUR) zijn er diverse (HBO) lectoraten (zoals Saxion met 14 onderzoekers en 150 studenten in de minor blockchain) die zich op (deelgebieden van) blockchain richten;
  - Op het gebied van blockchain onderzoek doet Nederland goed mee (zeker ook op het gebied van cryptografie specifiek). De uitdaging is deze kennis te vertalen naar de praktijk en te coördineren;
  - Veel initiatieven zijn nog gefragmenteerd, hier ligt een behoefte voor coördinatie op nationaal niveau.
- *Mate waarin Nederland eigen technologische kennis van strategisch belang wil ontwikkelen/in huis hebben*
  - Hoog, maar komt nog onvoldoende tot uitdrukking in beleid.

EUROPEES SPEELVELD (1)

- De non-profit think tank dGen heeft in 2020 een uitgebreide analyse (60 experts, 1200 organisaties, 20 landen) uitgevoerd naar blockchain technologie in Europa, een zestal spelers zijn hier als top players‘’ geïdentificeerd: Duitsland, Zwitserland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Malta en Nederland*;
- Nederland scoort voldoende (62/100) op alle criteria (regelgeving, fiscaal, adoptie, funding, startups): ”*the ecosystem is healthy, but (not) necessarily growing at the moment*”; een grote uitdaging is opschaling van initiatieven in relatie tot overheidsbeleid. Als sterke punten worden genoemd de adoptiegraad (burgers), organisatie (DBC) en pilot projecten*;
- In Duitsland is in 2019 is een federale blockchain strategie** uitgekomen waarin door tien Duitse ministeries wordt samengewerkt op relevante dossiers;
- Binnen Europa is het Verenigd Koninkrijk de grote koploper voor wat betreft (investeringen in) startups in de periode 2009-2018 *“The UK has a key role in Europe both in terms of numbers of blockchain start-ups (hosting almost half of them), and in funding (attracting about 70 % of EU investments*)”***;
- In 2015 reeds werd het VK al erkend als ‘early global leader in DLT’****.

*Bron: dGen (2020). *Blockchain in Europe - 2020 Review*, rapportage
**Bron: https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=2
***Bron: EC - *Joint Research Centre (2019). Blockchain now and tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*, Report, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255
****Bron: http://www.cclm.eu/images/DLT_Report_Final_Singles_FORDIGITAL_.pdf

EUROPEES SPEELVELD (2)

Y-as: Ecosystem maturity curve

- Voorjaar 2021 heeft de European Blockchain Observatory and forum een rapportage uitgebracht over EU blockchain ecosysteem ontwikkelingen en stand van zaken**;
- Daarbij is gekeken naar ’ecosysteem maturity’ en ‘regulatory maturity’;
- Met name het Verenigd Koninkrijk en Zwitserland worden er als voorbeelden uitgelicht, maar ook Nederland scoort bovengemiddeld.

Stage III		Litouwen, Nederland, Slovenië, **Verenigd Koninkrijk**	Cyprus, Estland, Malta, **Zwitserland**
Stage II	Denemarken, Ierland, Zweden	Oostenrijk, Italië, Portugal, Spanje	Frankrijk, Duitsland, Luxemburg
Stage I	België, Bulgarije, Kroatië, Griekenland, Hungarije, Roemenië, Slowakije	Finland, Letland, Polen	
	Stage I	Stage II	Stage III

X-as: Regulatory maturity curve

**Bron: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/EU%20Blockchain%20Ecosystem%20Report_final_0.pdf

INTERNATIONALE CONTEXT

- Nederland loopt internationaal goed mee met de koplopers en heeft in Europa en internationaal veel relevante relaties en samenwerkingsverbanden, inclusief diverse Europese werkgroepen (o.a. rond SSI en ESSIF);
- De Dutch Blockchain Coalition werkt bijvoorbeeld samen in het European Blockchain Partnership (EBP), onder andere met de bouw van een Europese blockchain service infrastructuur (EBSI);
- Internationale samenwerking is ook een sine-qua non voor blockchain toepassingen over de Nederlandse en Europese grenzen heen in verband met interoperabiliteit. Denk aan vraagstukken zoals identiteit, logistiek en diploma's*;
- Het Netherlands Innovation Network heeft eind 2019 een twaalftal koplopers wereldwijd geportretteerd, variërend van Brazilië en de VS tot China, Japan, India en Rusland, naast nog enkele Europese landen**;
- De vraag is hoe positie te meten of vergelijken. Zo is meer dan 70% van alle blockchain gerelateerde patenten aan China toe te wijzen**;
- Gemeten naar aantallen blockchain start-ups (2018) is China ook koploper, gevolgd door de Verenigde Staten***.

*Bron: DBC (2018). Blockchain for Good: de visie en missie van de Dutch Blochchain Coalition, november
**Bron: Netherlands Innovation Network (2019). Blockchain, december
***Bron: EC - *Joint Research Centre (2019). Blockchain now and tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*, Report, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255

KOPLOPER CHINA?

- China ontwikkelt zich steeds verder als koploper op het gebied van (standaardisatie van) blockchain technologie;
- In april 2020 heeft de Chinese overheid een visie gepresenteerd en investeringen aangekondigd in nieuwe (informatie) infrastructuur;
- Blockchain technologie speelt hierin een essentiële rol, wat onderstreept wordt door het instellen van een ‘National Blockchain and Distributed Ledger Technology Standardisation Technical Committee’ door het Chinese Ministerie voor Industrie en Informatie Technologie;
- Deze ontwikkeling hangt mede samen met de verdere integratie van blockchain technologie en Internet of Things, een streven dat naadloos aansluit bij de ambitie van de Chinese overheid om ‘slimme steden’ te ontwikkelen;
- De Internationale Telecommunications Union (ITU) focusseert ook steeds meer op de combinatie van IoT en smart cities, met blockchain technologie als standaard en fundament;
- China, met de VS in haar kielzog, loopt mijlen voor op Europa…alleen door een eigen Blockchain of Things te ontwikkelen kan Europa een onafhankelijke infrastructuur behouden.

*Bron: https://www.centric.eu/en/what-we-do/blockchain-things-global-infrastructure-made-china/

4. KRACHTENBUNDELING

Er liggen veel kansen voor wat betreft coördinatie en organisatie van samenwerking

➢ *Samenwerking met andere nationale onderzoeksprogramma's*

- Er is in 2018 een landelijke onderzoeksagenda ontwikkeld met als speerpunten sustainability, trustworthiness en governance: https://dutchblockchaincoalition.org/nieuws/nederland-presenteert-eerste-nationale-blockchain-onderzoeksagenda;
- Diverse onderzoeksprojecten lopen. Onderzoekers werken echter nog beperkt samen in onderzoeksprogramma's. Landelijk overzicht ontbreekt;

➢ *Samenwerking met internationale en / of Europese onderzoeksprogramma's*

- Op Europees schaalniveau bestaan diverse instrumenten (zoals via KP9 en Digital Europe) die (in)direct aansluiten op blockchain, denk aan thema's zoals digital identity, cybersecurity, interoperability, 'economic trust, 'distributed ledger techology', of 'data souvereignity;
- Veel onderzoekers of vakgroepen zetten hier individueel op in, maar nog niet of nauwelijks georganiseerd. Op Europees niveau is door de EC een overzicht gepubliceerd (2021) waaruit blijkt dat reeds euro 180 mln. is geïnvesteerd in blockchain: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-funded-projects-blockchain-technology .

➢ *Aansluiting regionale innovatiestrategieën (RIS) voor ecosystemen en valorisatie*

- Regionaal is er nog veel te winnen voor wat betreft samenwerking tussen overheid, bedrijfsleven en kenniswereld en het verbinden van initiatieven.

EU POLICY MAKING

- *"Several strategies oriented towards blockchain's cross-cutting effects are now being explored across the EC. Amid its recent efforts, the EU Blockchain Observatory and Forum, the EBP and the Anti-Counterfeiting Blockathon Forum stand out as key initiatives in close cooperation with stakeholders from industry, start-ups, governments, international organisations and civil society;*
- *A range of calls, research programmes and funding for third parties is also at the core of EC support for experimentation and innovation. It includes, for instance, a call in 2018 on 'Blockchain and Distributed Ledger Technologies for SMEs', an EIC Horizon Prize for 'Blockchains for Social Good', and the Pilot Project '#DLT4Good: Co-creating a European Ecosystem of DLTs for Social and Public Good'. The latter is being developed by the JRC in collaboration with DG CNECT and the support of the EP. It is centred on research and experimentation for the development and scale-up of DLT solutions suited to specific challenges of public and third-sector organisations at local, regional, national or supranational levels."*

*Bron: EC - *Joint Research Centre (2019). Blockchain now and tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*, Report, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255

5. MEERJARIGE KETEN SAMENWERKING (1)

Via NWO middelen lopen enkele grootschalige PPS onderzoeksprojecten

- *Het PPS karakter van het ecosysteem: samenwerkingsverband van partijen met meerjarig commitment van overheden, onderzoeksinstellingen en minimaal 5 bedrijven*

- NWO project Blockchain & logistics innovation (2017-2021), uitvoerder TUD: “This project proposes to explore the business potential of blockchain technology for the Dutch logistics sector”: https://www.nwo.nl/projecten/43916614-0

- Begin 2020 is een groot NWO onderzoeksproject (euro 1,5 mln) toegekend ‘*een wetsconforme betrouwbare blockchain economie*’ aan een consortium van TUD, EUR en UvA, mede gefinancierd door Holland High Tech, NWO-ENW en NWO-MVI. Ook de Rijksdienst voor Identiteitsgegevens (BZK) participeert in dit onderzoek met een totaalomvang van euro 3,3 mln. Dit onderzoek sluit aan op de Europese ambities voor een EU blockchain infrastructuur: https://www.nwo.nl/nieuws/nwo-kent-15-miljoen-euro-toe-aan-maatschappelijk-verantwoorde-blockchain-innovaties; https://www.tudelft.nl/2020/tu-delft/eur33m-financiering-voor-invoeren-van-vertrouwen-in-de-interneteconomie

- Onder de NWO call ‘Responsible innovation. Designing for public values in a digital world’ is eind 2019 het project ‘*Blockchain in the networked society*’ toegekend aan TiU als hoofduitvoerder: een samenwerking tussen NWO, de gemeente Den Haag en de ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Buitenlandse Zaken, Defensie, Veiligheid en Justitie, alsmede zes private partners en vijf publieke partners: https://www.nwo-mvi.nl/project/blockchain-network-society-search-transparency-trust-and-legitimacy; https://www.tilburguniversity.edu/nl/actueel/persberichten/onderzoek-transparante-blockchain-applicaties-overheid

KIEM- SIA RAAK EN TKI PROJECTEN

Diverse praktijkgerichte onderzoeksprojecten zijn de afgelopen jaren gestart

- De Hogeschool Rotterdam heeft in de periode 2017-2019 een NWO KIEM project uitgevoerd: CO2 transparantie in transport - een blockchain verkenning: https://www.nwo.nl/projecten/kiemlog01010-0;
- Techruption (2017-2019) is een TKI project (PPS toeslag) op het gebied van blockchain: https://blockchain.tno.nl/projects/techruption/ ;
- Maritime Supply Blockchain: dit project (2018-2019) is "een verkenning voor bedrijven binnen de maritime supply chain in Nederland om samenwerking binnen de keten mogelijk te bevorderen met blockchain technologie om de sector meer financieel gezond en duurzamer te maken": https://www.nwo.nl/projecten/kiemlog03004-0
- In 2018-2019 heeft de HU in samenwerking met de HAN via een NWO-SIA call het KIEM project *'Value-sensitive blockchain modellering'* uitgevoerd: https://www.narcis.nl/research/RecordID/OND1366822/Language/nl
- Onder de SIA-RAAK regeling is in (2018-2022) het project 'Van hype naar realiteit: blockchain en de effecten op mkb in de keten' toegekend, penvoerder Hogeschool Windesheim, i.s.m. Hogeschool Rotterdam, als onderdeel van het onderzoeksprogramma Duurzame Living Labs (NWO, I&W, SIA en Topsector Logistiek: https://www.sia-projecten.nl/project/van-hype-naar-realiteit-blockchain-en-de-effecten-op-mkb-in-de-keten; https://www.topsectorlogistiek.nl/2019/12/17/living-labs-bieden-mkb-toegang-tot-de-wereld-van-blockchain/

CRYPTOGRAFIE ONDERZOEK

Fundamenteel onderzoek naar cryptografie krijgt recent forse impulsen

- In 2020 hebben vier TU/e onderzoekers een NWO-Vidi beurs gekregen, onder andere voor toekomstbestendige (postkwantum) cryptografie: https://www.tue.nl/nieuws/nieuwsoverzicht/04-11-2020-nwo-ondersteunt-vernieuwend-onderzoek-tue-met-vier-vidi-beurzen/
- Binnen het NWA-programma Cyber Security gaan enkele consortia aan de slag om oplossingen te vinden voor vraagstukken rond internetveiligheid. De raad van bestuur van NWO kende 7 april 2021 aanvragen van consortia toe die cybersecurity gaan onderzoeken: drie projecten richten zich op governance, twee ook op cryptologische aspecten. Met het onderzoek is in totaal circa 10 miljoen euro gemoeid: https://accss.nl/10-miljoen-euro-toegekend-voor-het-oplossen-van-vraagstukken-over-cybersecurity
- Een van deze in 2021 toegekende projecten is een consortium van onder andere TNO, CWI (Centrum Wiskunde & Informatica) en de TU Delft 1.8 miljoen subsidie van NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek) toegekend om onderzoek te doen naar het quantum veilig maken van publieke sleutelinfrastructuur (PKI): https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2021/5/1-8-miljoen-voor-onderzoek-naar-quantum-veiligheid-publieke-sleutelinfrastructuur/

5. MEERJARIGE KETEN SAMENWERKING (2)

De overheid kan een sterkere rol pakken in het stimuleren van onderzoek en innovatie. Coördinatie is essentieel.

- *MJP als missing link in een programmatische benadering of een ketenaanpak*

- Vooralsnog is geen sprake van een structurele programmatische benadering of ketenaanpak. Daar ligt wel potentie, bijvoorbeeld ohgv agrifood, energie, de financiële sector en mobiliteit waar al jaren initiatieven lopen. Bij opschaling ontstaat ook een ander mechanisme van 'ketensamenwerking': taxateurs zullen bijvoorbeeld banken volgen als banken gebruik van blockchain voorschrijven.
- Wel wordt regionaal, landelijk en internationaal steeds meer samengewerkt, zoals in use cases. Coördinatie, zoals via DBC, is van cruciaal belang.

- *Valorisatie of launching customership*

- Overheden mogen een sterkere rol pakken als 'launching customer'. Op nog geringe schaal wordt hier wel mee geëxperimenteerd door bijvoorbeeld V&J, BZK, EZK, I&W, het DUO (OCW).
- De startup scene is nu nog (teveel) gescheiden van de kenniswereld en overheid waarmee nog nauwelijks sprake is van valorisatie;
- Diverse startup communities, zoals Yes!Delft of StartLife, faciliteren bedrijvigheid, echter eerder generiek dan specifiek gericht op blockchain;
- Brightlands Smart Services Campus Heerlen is lead partner in een Europees Interreg programma gericht op MKB en (adoptie van) nieuwe technologie: https://www.nweurope.eu/projects/project-search/blockstart/

6. DOORSNIJDEND KARAKTER

De relevantie van blockchain is evident met haar sterke doorsnijdende karakter en daarmee (potentiele) impact

- *Snijvlakken met wetenschaps- en technologievelden en bedrijfstakken*
- Blockchain heeft als basistechnologie, alsmede in haar toepassingen zeer veel snijvlakken en relevantie voor zowel wetenschaps- en technologievelden als diverse bedrijfstakken. Het is een dwarsdoorsnijdende fundamentele technologie. Er lopen dan ook tientallen use cases.
- *Diversiteit van disciplines (alfa, bèta, gamma) betrokken bij onderzoek*
- Naast de technologie als zodanig (en de integratie daarvan met andere ‘emerging technologies’ zoals AI of IoT) zijn andere disciplines, zoals ethiek en recht, cruciaal voor adoptie, acceptatie en implementatie.
- *Betrekken andere sleutel methodologieën*
- Om de adoptie, acceptatie en implementatie van blockchain technologie zijn zogenaamde sleutel methodologieën relevant, denk aan compliance by design, of sociale acceptatie.

CONCLUSIES

- Op basis van de definitie van ST* alsmede de evaluatie langs de zes onderdelen van het afwegingskader met de verschillende sub aspecten kan worden geconcludeerd dat blockchain technologie zeker een sleutel technologie is, die zich echter nog verder dient te bewijzen;
- Op alle zes de onderdelen en diverse sub aspecten van het afwegingskader scoort blockchain technologie goed;
- Het afwegingskader voor sleutel technologieën is ten dele bruikbaar gebleken, maar geeft wel duidelijke indicaties;
- Op basis daarvan kan gesteld worden dat blockchain veel potentie heeft, disruptief van aard is, en daarmee een grote economische en maatschappelijke impact kan hebben;
- Tegelijkertijd is er veel werk aan de winkel om de belofte invulling te geven, inclusief de ontwikkeling van (Europese) wetgeving en kaders;
- Hier is vooralsnog een overheidsrol legitiem omdat de markt dit niet kan.

"*Een sleuteltechnologie is een technologie die gekenmerkt wordt door een breed toepassingsgebied of bereik in innovaties en/of sectoren. Ze zijn essentieel bij het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en/of leveren een grote potentiële bijdrage aan de economie, door het ontstaan van nieuwe bedrijvigheid en nieuwe markten, het vergroten van de concurrentiekracht, en het versterken van de banengroei. Sleuteltechnologieën maken baanbrekende proces-, product- en/of diensteninnovaties mogelijk. Sleuteltechnologieën zijn relevant voor de wetenschap, maatschappij en de markt*" (Memo Sleutel technologieën, EZ, NWO, TNO, 28 Juni 2017)*

BLOCKCHAIN TOEKOMSTIG BELEID

BELEIDSKADERS

- De TK commissie Digitale Zaken (juni 2021) richt zich op zes thema's: opkomende en toekomstige technologieën (incl. blockchain), digitaal burgerschap en democratie, digitale grondrechten en data-ethiek, digitale infrastructuur en economie, online veiligheid en security (incl. online identiteit), digitaliserende overheid (incl. eGovernment strategie)*;
- Blockchain als nieuwe technologie (en DBC als organisatie) komt expliciet terug in de Agenda Digitale Overheid (NL DIGIbeter 2020)**, zowel voor wat betreft innovatie en het experiment met nieuwe technologie, maar ook bijvoorbeeld in relatie tot privacy vraagstukken en digitale identiteiten;
- Ook werken de verschillende departementen steeds meer samen, zoals in Europese werkgroepen;
- De uitdaging is aan te sluiten bij, liever nog te anticiperen op, of zelfs mee vorm te geven aan Europese ontwikkelingen.

- *"Governments can and should do more to support blockchain innovation and adoption, including by supporting public sector adoption, creating a flexible regulatory environment to allow experimentation, and using targeted regulatory enforcement"****;
- *"A good policy… must evolve in a continuous improvement cycle that adjusts to lessons learned and a rapidly changing technological and global landscape"*****;

*Bron: https://www.tweedekamer.nl/kamerleden_en_commissies/commissies/diza
**Bron: https://www.digitaleoverheid.nl/overzicht-van-alle-onderwerpen/nldigibeter/
***Bron: https://itif.org/publications/2019/04/30/policymakers-guide-blockchain
****Bron: https://www.pwc.com/m1/en/publications/establishing-blockchain-policy.html

DE BELOFTE

- *“Blockchain will eventually transform financial systems, industry, trade and markets, but also government and the public sector. However, until now, and in many cases, blockchain is neither transformative or even disruptive for the public sector, as it is often portrayed;*
- *Blockchain still needs to be integrated with legacy systems in order to provide, for the most part, additional new functionalities offering greater assurances for citizens. This technology also still relies on inputs from centralised or government-owned systems as regards the provision of property details, for example,or to link to specific natural or legal persons. Moreover, there are doubts about how the external consistency of electronically submitted statements could be ensured, without and outside an arbiter;*
- *The scale and complexity of current public services go beyond current technological blockchain developments. In particular, the large volume of transactions to be processed with smart contracts constitutes a major challenge;*
- *Ultimately, the adoption of blockchain technology also relies on the ability to set up, scale up and maintain collaboration between many different stakeholders.”*

*Bron: EC - *Joint Research Centre (2019). Blockchain now and tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies*, Report, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC117255

ADVIES TOPTEAM ICT

- Ontwikkel een duidelijke visie op blockchain als sleuteltechnologie (vergelijk Duitsland*), i.s.m. BZK en EZK en in afstemming met DBC;
- Blockchain als digitale sleuteltechnologie niet ‘stand-alone’ beschouwen, maar in de bredere context van opkomende technologieën (IoT, AI), crypto en tokens;
- Adoptie van nieuwe technologie kost veel tijd, vergelijk het internet of de smartphone, en vergt experimenteer ruimte;
- Stimuleer (coördinatie van) PPS in blockchain ontwikkeling, mogelijk geënt op de bestaande onderzoeksagenda, via lobby OCW, NWA en NWO;
- Maak waar mogelijk gebruik van bestaande organisaties en infrastructuren (naast DBC), zoals 2Tokens, ICAI labs, ELSA labs (NL AIC);
- Samenwerking zoeken met andere topsectoren om zo ketenprojecten en use cases in diverse sectoren mogelijk te maken;
- Samenwerking kabinet en TK (commissie Digitale Zaken) om blockchain breder onder de aandacht te brengen, op zich zelf alsmede in relatie tot andere sleutel technologieën.

*Bron: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium der Finanzen (2019). Blockchain Strategy of the Federal Government – We set out the course for the token economy, https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/blockchain-strategy.pdf?blob=publicationFile&v=2

COLOFON

Dr. Frits Grotenhuis heeft deze hoofdlijnen review naar de sleuteltechnologie blockchain uitgevoerd als onafhankelijk onderzoeker in nauwe samenwerking met ECP, de Dutch Blockchain Coalition, het Ministerie van EZK en in afstemming met het topteam ICT. Het onderzoek vond plaats in de periode 19 mei tot en met 6 juli 2021.