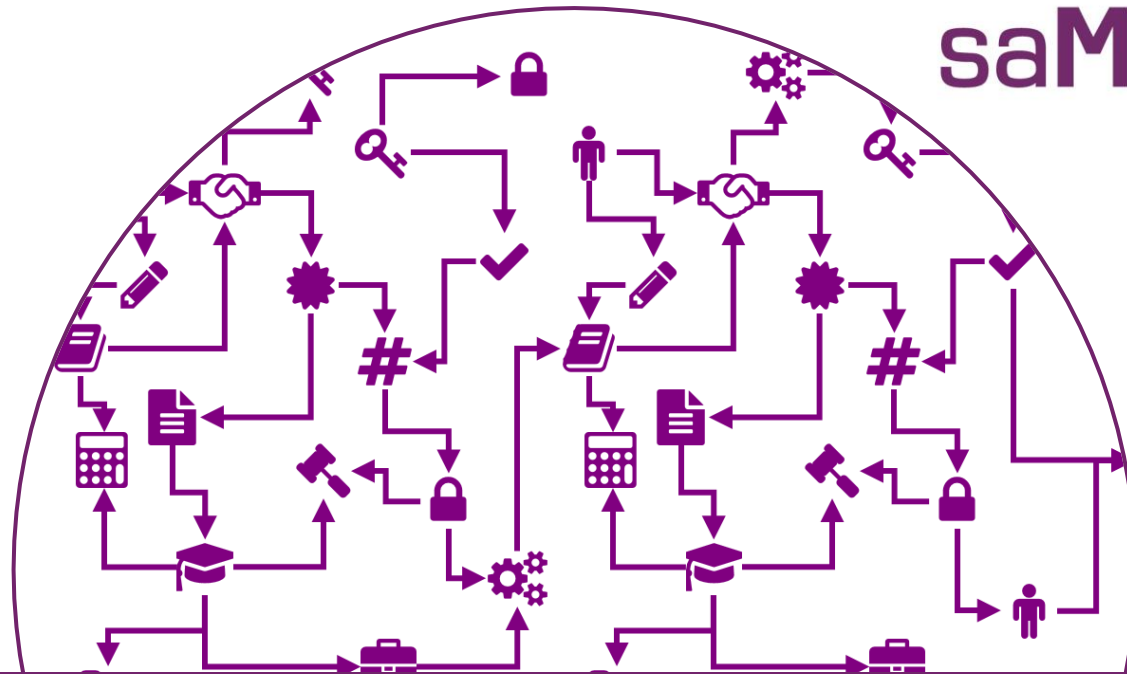


saMBO-ICT



# Blockchain en het mbo

Een saMBO-ICT-whitepaper door Joël de Bruijn | april 2018



## Inhoud

|                                                                      |           |                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Inleiding .....</b>                                               | <b>3</b>  |                                                                      |           |
| <b>1. Wat is blockchain?.....</b>                                    | <b>4</b>  |                                                                      |           |
| 1.1. Een gedeelde administratie.....                                 | 4         | 2.1. De student en zijn portfolio.....                               | 12        |
| 1.2. Waarmerken .....                                                | 5         | 2.2. Efficiëntere administratieve organisatie.....                   | 12        |
| 1.3. Decentrale opslag.....                                          | 6         | 2.3. Opleiden voor toekomstige beroepen.....                         | 13        |
| 1.4. Consensus.....                                                  | 7         | <b>3. De opmaat voor het mbo .....</b>                               | <b>14</b> |
| 1.5. De rol van de Wallet.....                                       | 7         | <b>4. Initiatieven in het onderwijs .....</b>                        | <b>15</b> |
| 1.6. Smartcontracts.....                                             | 8         | <b>5. Toekomstbeeld: Studenten uitwisselen met blockchain? .....</b> | <b>16</b> |
| 1.7. Verschillende varianten.....                                    | 8         | <b>6. Kracht, zwakte, kansen en bedreigingen .....</b>               | <b>17</b> |
| 1.8. Hoe volwassen is de technologie zelf? .....                     | 9         | <b>7. Verwijzingen .....</b>                                         | <b>18</b> |
| 1.9. Waar ontwikkelt blockchain naartoe? .....                       | 9         | <b>Colofon .....</b>                                                 | <b>20</b> |
| 1.10. Met andere woorden: BlockChain in 'Jip-en-Janneketaal' .....   | 11        |                                                                      |           |
| <b>2. Potentiële aanknopingspunten voor het (mbo) onderwijs.....</b> | <b>12</b> |                                                                      |           |

## Inleiding

Nieuwe technologische fenomenen volgen elkaar snel op en bevinden zich per stuk in verschillende fases van 'rijpheid'. In het begin roepen ze veel vragen op en wekken tegelijk hoge verwachtingen. Eerste prille toepassingen leiden vaak tot teleurstelling, pas na een tijd is beter te duiden wat een evenwichtige toepassing is. Deze technologische fenomenen en hun fases worden jaarlijks in beeld gebracht door Gartner met behulp van de 'Hypecycle' [1]. Binnen de context van Nederlands onderwijs vertaalt Kennisnet dit naar een trendrapport [2]. Blockchain voor onderwijs is zo'n pril fenomeen, alhoewel het voor 'digitaal geld' (Bitcoin) al langer in gebruik is.

Deze publicatie beantwoordt in het kort de volgende vragen:

Wat is blockchain? Wat is de volwassenheid van de technologie? Op welke terreinen zijn er aanknopingspunten met het (mbo) onderwijs en hoe kan blockchain hier toegepast worden? Wat kan de opmaat zijn voor

een mbo-instelling en welke afwegingen kun je dan maken? Welke initiatieven zijn er al of komen er binnenkort?

Net als elke andere technologie is blockchain een middel. Samen met een aantal andere digitale bouwblokken kan het een hoger doel dienen: de student en burger faciliteren in een leven lang leren [3] en daarmee de werkgelegenheid en welvaart verhogen. De andere bouwblokken zijn bijvoorbeeld open leermaterialen (OER), laagdrempelige ontsluiting ervan (MOOC), competentieraamwerken (Digicomp) en de acceptatie van digitaal ondertekenen (eIDAS).

Deze publicatie richt zich op informatiemanagers, IT-leidinggevenden, informatieanalisten en beleidsadviseurs die nieuwsgierig zijn naar dit fenomeen en die zich afvragen hoe het kan bijdragen aan beter onderwijs. Afgezien van het deel over de beroepsopleidingen kunnen de andere elementen ook van toepassing zijn op andere onderwijssectoren.

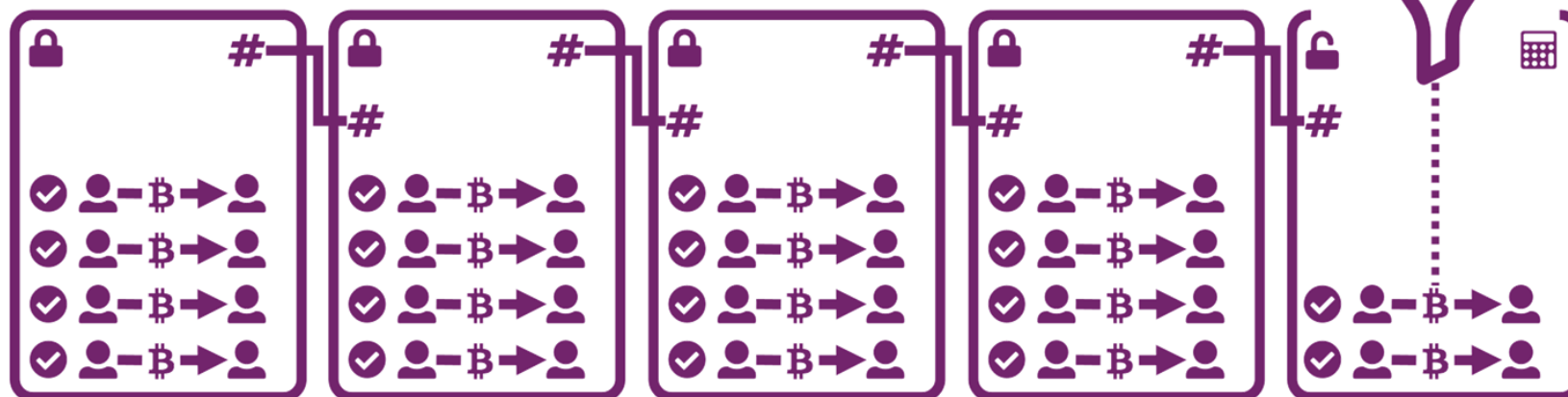
## 1. Wat is blockchain?

### 1.1. Een gedeelde administratie

In traditionele informatiesystemen hebben alle partijen en tussenpersonen in een procesketen elk hun eigen administratie met een deel van de gegevens. Je kunt een blockchain echter beschouwen als één gedeelde administratie waar meerdere organisaties of individuen hun transacties in vastleggen. Een transactie vertegenwoordigt een overdracht van iets waardevols. Dat kan geld zijn, maar in het geval van onderwijs ook zogenaamd 'sociaal kapitaal' zoals een diploma, een certificaat, een bewijs dat je een bepaalde competentie, vaardigheid of andere leerprestatie hebt behaald of aangetoond. In dit kader kan ook worden gedacht aan verplichtingen zoals de onderwijsovereenkomst en praktijkovereenkomst. Verder kan iets van waarde zijn omdat het vertrouwen biedt of efficiëntie bevordert. Op basis van een dyslexieverklaring op een blockchain bijvoorbeeld hoeft een student alleen maar aan te tonen dat er een dergelijke verklaring is (vertrouwen) en hoeft die niet meer beoordeeld te worden door school (efficiëntie). Toegestane hulpmiddelen kunnen dan automatisch

overgenomen worden in het eigen administratiesysteem. Elke transactie wordt ondertekend met behulp van lange codes of sleutels. Deze bestaan uit een geheime en een publieke sleutel. Net als dat je bij een bank naast je wachtwoord ook sleutels hebt door middel van een extra apparaatje (token) of sms. Een ander woord voor het coderen en versleutelen van berichten is cryptografie, met behulp van wiskunde spreek je als het ware in geheimtaal. Een aantal transacties wordt gegroepeerd en zo'n groep wordt een blok genoemd. Elk blok krijgt een waarmerk (zie voor meer uitleg de volgende paragraaf).

Dit waarmerk wordt toegevoegd aan het volgende blok met transacties. Zo worden de blokken als een ketting aan elkaar geregen.



## 1.2. Waarmerken

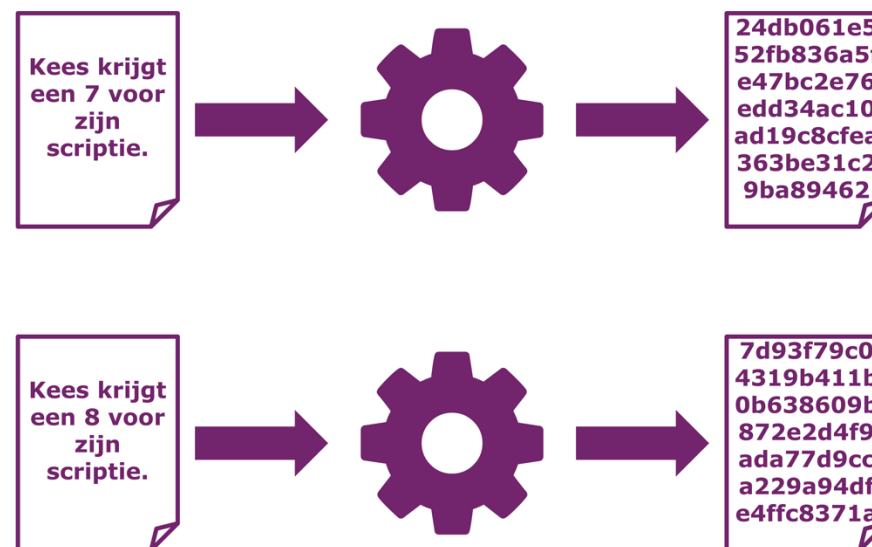
Een waarmerk is een teken, als garantie van echtheid. Als een belangrijk document een goed waarmerk heeft, dan verhoogt dit het vertrouwen dat het onvervalst is. Het toont aan dat je te maken hebt met het originele document of dat een kopie gelijk is aan het origineel. In de analoge vorm was het meestal het embleem van het keurmerk, aangevuld met een handtekening en tijdsstempel. Als het document ook nog eens op speciaal papier werd afgedrukt en de maker dit doet vanuit een speciaal 'ambt' (zoals een notaris of een lid van de examencommissie), dan verhoogt dit allemaal het vertrouwen dat het document echt is.

In het digitale tijdperk, waar data moeiteloos gekopieerd en aangepast kan worden, zijn er maar een paar opties: het document uiteindelijk alsnog afdrukken en deze op traditionele manier waarmerken of een moderne manier van waarmerken gebruiken.

Hier schiet de wiskunde ons te hulp met zogenaamde hash-functies die een digitale vingerafdruk opleveren. Deze functies of algoritmes zijn openbaar en maken gebruik van standaarden. Zo'n functie begint met het 'klutsen' van de invoer en levert voor elk document of brokje data een unieke code, doorgaans van 64 tekens. Een minieme wijziging in de invoer, bijvoorbeeld een komma verplaatsen op een factuur, leidt tot een totaal andere vingerafdruk. Ook zijn er geen twee documenten gevonden die toevallig tot dezelfde code leiden, met de huidige standaard althans.

Door nu tegelijk met het document ook het waarmerk op te slaan kan later gecontroleerd worden of het authentiek is. De ontvanger kan

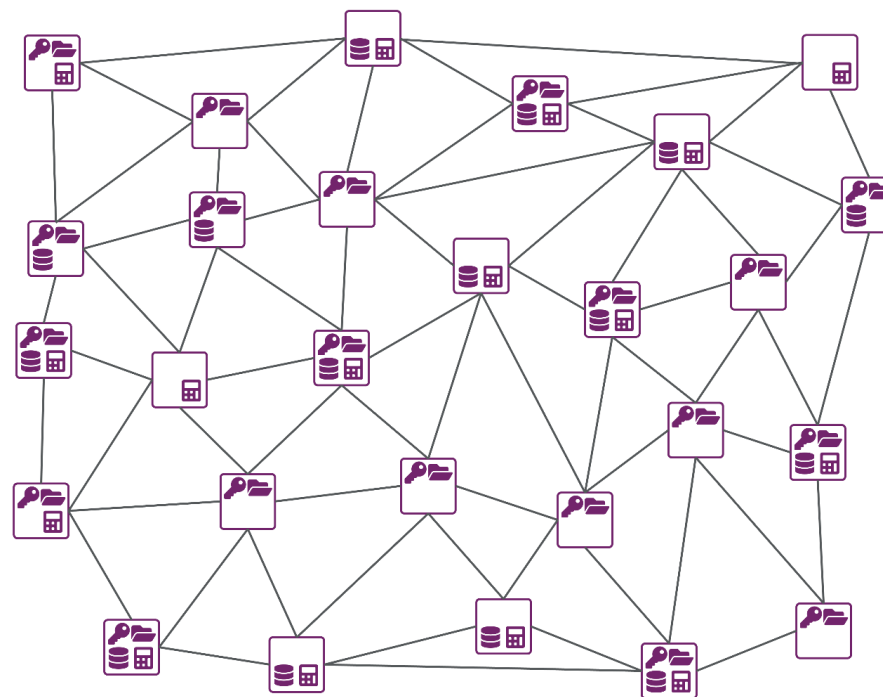
namelijk zelf het waarmerk berekenen en deze vergelijken. In de eenvoudigste vorm bewaart een blockchain alleen het waarmerk en tijdsstempel (samen Proof-of-Existence) en de eigenaar van het document bewaart deze zelf elders, bijvoorbeeld in een eigen archief met bestanden of opslag in de cloud.



Figuur 1: waarmerken met een digitale vingerafdruk

### 1.3. Decentrale opslag

De gedeelde administratie is niet op één plek opgeslagen: deelnemers aan een blockchain hebben allemaal een kopie van dezelfde administratie en vullen deze automatisch aan met nieuwe transacties. Het is dus een gedistribueerde administratie. Doordat verschillende deelnemers een kopie van de gegevens hebben is de beschikbaarheid meer verzekerd. Als je een actieve deelnemer aan een blockchainnetwerk bent wordt je een zogenaamd 'knooppunt'. Knooppunten wisselen alle data van de blokken met transacties met elkaar uit. De techniek waarmee deze bestanden verspreid worden is peer-to-peer technologie: naburige knooppunten houden elkaar op de hoogte van wijzigingen en geven nieuwe data aan elkaar door. Als een enkel knooppunt verdwijnt, worden de knooppunten er omheen automatisch verbonden met andere beschikbare knooppunten. Er is geen centrale server of site die regie voert en deze verbindingen coördineert. Zolang er dus knooppunten deelnemen, is de data beschikbaar.



*Figuur 2: een gedistribueerde administratie*

## 1.4. Consensus

Omdat het vertrouwen in de juistheid van de gegevens groot moet zijn, worden alle transacties met sleutels ondertekend en gewaarmerkt. Knooppunten kunnen deze waarmerken zelf verifiëren en als een blok niet klopt, dan wordt deze niet overgenomen.

Tussen het binnenkomen van een transactie en het verzegelen van een blok zit het zogenaamde 'minen'. Een mijnwerker is een speciaal knooppunt dat extra veel rekenkracht levert. In Figuur 2 voorgesteld door de 'rekenmachines'. Mijnwerkers gebruiken deze rekenkracht voor het oplossen van wiskundige puzzels. Degene die het eerst de oplossing weet, krijgt een beloning (logischerwijs in Bitcoins) en mag het blok verzegelen (zie het kader hiernaast). De theorie is dat 'knoeien' met data heel moeilijk is, aangezien de benodigde computerkracht hiervoor meer is dan de helft van de totale rekenkracht van alle knooppunten bij elkaar. Alleen data die de meerderheid heeft wordt namelijk overgenomen. De manier waarop de consensus bereikt wordt kost overigens erg veel energie (op dit moment jaarlijks zo'n 46 TWh, zie [4]).

Het is dan logisch dat mensen aarzelen om deze vorm van consensus te gebruiken. Zeker als deze energie niet duurzaam opgewekt wordt.

## 1.5. De rol van de Wallet

Om gegevens te kunnen zien is het niet nodig om een actief knooppunt te worden. Als individu installeer je hiervoor een 'wallet' (portemonnee). Dit is zo genoemd vanwege de eerste toepassing van blockchain; het uitwisselen van digitaal geld. In de praktijk zijn dit apps die je wachtwoorden en sleutels beheren en inzage geven in je eigen transacties. In Figuur 2 voorgesteld door de knooppunten met alleen sleutels en een portemonnee. Er zijn ook wallets die je diploma of andere leerresultaten kunnen tonen [5], mits deze 'op een blockchain' staan.

**Miners** zijn deelnemers aan het netwerk en zetten nieuwe transacties om naar een blok dat aan de blockchain kan worden toegevoegd. Voor het benodigde werk (berekeningen) die zij doen om transacties te verwerken krijgen ze vaak een vergoeding. In het geval van bijvoorbeeld bitcoin gaat dat om een klein beetje cryptocurrency. Wat doen deze miners met transacties?

1. Transacties worden toegevoegd aan de blockchain als een miner een groep gevalideerde transacties heeft verwerkt tot een zogenaamd blok. Hoeveel transacties in een blok gaan varieert een beetje maar de data is vaak gemaximaliseerd tot 1 MB per blok.
2. Transacties worden gevalideerd door te controleren of de verzender van de transactie deze cryptografisch heeft ondertekend en de enige is die deze transactie had kunnen ondertekenen doordat deze de geheime sleutel heeft.
3. Andere miners in het netwerk checken de validiteit van de transacties ook en zullen geen nieuwe blokken accepteren als daar niet gevalideerde transacties in zitten.
4. Nadat een miner een blok gecreëerd heeft, wordt een unieke code berekend die bij dat blok hoort. Als er ook maar 1 bit in het blok zou worden aangepast zou deze waarde niet meer kloppen. Dit zorgt voor zekerheid dat het blok achteraf niet aangepast kan worden. Alle andere kopieën van de administratie die het blok ook hebben kunnen dan namelijk zien dat de unieke code van het aangepaste blok niet overeenkomt met de originele berekende code.
5. Deze unieke code wordt ook opgeslagen in het eerstvolgende blok met transacties. Zo worden alle blokken aan elkaar gekoppeld.
6. Als iemand een oud blok met transacties zou aanpassen, dan wijzigt de unieke code dus. Alle andere unieke codes van alle transacties zouden dan ook niet meer kloppen. Op deze manier zorg je voor het ontstaan van een onveranderbare keten van transacties.

## 1.6. Smartcontracts

Een blockchain met alleen een lijst gewaarmerkte transacties kan nut hebben, maar bestaande systemen moeten dan nog steeds zelf de data verzamelen en combineren tot informatie in documenten, etc. Er zijn daarom andere types die de 'automatisering' op zich nemen door programmacode uit te voeren op de blockchain zelf. Deze stukjes programmacode worden 'smart contracts' genoemd en worden toegevoegd aan een transactie. Elk knooppunt in het netwerk voert deze uit.

Het kan bijvoorbeeld transacties pas door laten gaan als er aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Vooraf bepaal je in het contract: "Als jij dit

toont, dan doe ik dat.". Er is dan geen tussen persoon nodig om de voorwaarde te controleren. Op die manier kunnen transacties worden gedaan die complexer zijn dan een 1-op-1 transactie.

Een voorbeeld is een "sponsorloop": stel je krijgt een euro voor elke kilometer boven de vijf kilometer, dan wordt het smart contract uitgevoerd op het moment, dat de uitslag binnenkomt.

Niet alle blockchainvarianten hebben deze mogelijkheid. Bitcoin heeft het bijvoorbeeld niet, maar een andere bekende blockchain met de naam Ethereum [6] wel.

## 1.7. Verschillende varianten

Er is nog veel discussie over wat een blockchain precies is, aangezien er verschillende manieren zijn om het uit te werken.

Wat dat betreft lijkt deze fase wel op het begin van cloud computing. Het outsourcen en virtualiseren van een datacenter, je kernsystemen bij leveranciers onderbrengen of gebruik maken van 'publieke cloud': het zijn allemaal verschillende manieren om je infrastructuur in te richten. Voor het gemak noemen we ze vaak allemaal 'cloud'. Voor personen die de brug tussen onderwijs en ICT moeten slaan, zijn deze nuances echter wel van belang.

Met blockchain kunnen specifieke toepassingen andere accenten leggen, afhankelijk van de volgende vragen:

- Kan iedereen transacties indienen of een selecte groep?
- Kan iedereen de data bekijken of alleen geautoriseerde gebruikers?
- Kan iedereen wijzigingen in de programmacode voorstellen?
- Welke beginselen gebruiken ontwikkelaars om te bepalen welke wijzigingen bijdragen aan het doel?
- Wat is het algoritme waarmee de meerderheid bepaalt of de gegevens van een blok kloppen?
- Is er sprake van een programmeerbare blockchain ('smart contracts')?



## 1.8. Hoe volwassen is de technologie zelf?

Blockchaintechnologie is nog sterk in ontwikkeling. De volwassenheid van technologie bepalen is geen exacte wetenschap. Om er toch gevoel bij te krijgen, kan gekeken worden naar:

- de plaats in de Hypecycle. Gartner plaatst blockchain als opkomende technologie halverwege de eerste fase van opkomende technologie, waarbij het plateau van productiviteit in 5 tot 10 jaar bereikt wordt [7].
- stabiliteit en continuïteit. De grootste blockchain is die van het Bitcoinnetwerk en deze blijkt stabiel te functioneren in een uiterst 'vijandige' omgeving. Openbaar geld opslaan trekt vanzelfsprekend veel hackers, alsof je een robuuste kluis hebt van glas. Op dit moment zijn er echter technologische grenzen bereikt qua schaalgrootte en doorvoersnelheid van transacties. Onder ontwikkelaars is er veel discussie over de manieren waarop dit aangepakt kan worden wat op dit moment tot extra varianten leidt.
- de samenhang met andere perspectieven. De sociale, economische en juridische expertise ten aanzien van blockchain is hoewel sterk groeiend, nog beperkt [8].
- best-practices: bij het ontwerpen van blockchaintoepassingen is nog niet altijd helder waar het als generieke informatievoorziening aansluit op je eigen applicatielandschap en welke van de genoemde varianten dan het best is. Er zijn dus nog niet veel ervaring met de voor- en nadelen van specifieke ontwerpen.

## 1.9. Waar ontwikkelt blockchain naartoe?

Het decentrale karakter van een open blockchain in combinatie met cryptografie leidt tot een verplaatsing van vertrouwen. Gegevens zijn authentiek, niet omdat een centrale autoriteit (zoals een bank of overheidsinstantie) dat zegt, maar omdat het wiskundig bewezen kan worden. (Zie ook het kader "Wat maakt blockchain mogelijk"). Dan moet je wel kunnen vertrouwen op de onderliggende software natuurlijk,

### Wat maakt Blockchain mogelijk?

Een blockchain legt digitaal ondertekende en gewaarmerkte transacties vast. Dit heeft de volgende resultaten:

- Eenduidig eigenaarschap: het is duidelijk wie de zender en ontvanger zijn, namelijk degenen die de sleutels hebben van de ondertekening.
- Voorkomen van kopiëren van data: alhoewel je de data letterlijk kunt kopiëren kan een ander dan de eigenaar niet bewijzen dat het van hem/haar is. Aangezien uit de verificatie blijkt dat je niet degene was die ondertekende.
- Voorkomen van verlies van data: zolang er deelnemers aan het netwerk zijn is de data beschikbaar.
- Voorkomen van wijzigen van data: alhoewel je de data lokaal kunt bewerken, dan kun je niet bewijzen dat het authentiek is. Aangezien uit de verificatie blijkt dat het waarmerk niet meer juist is.
- Betrouwbare opslag van transacties: aangezien de blokken worden gerepliceerd en nieuwe alleen worden overgenomen als het waarmerk klopt.
- Peer to peer transacties: deelnemers kunnen onderling gegevens uitwisselen zonder tussenpartij.
- Vastleggen van moment van transactie: alle transacties krijgen een tijdsstempel.

Gezamenlijk draagt dit bij aan de stap van digitalisering van informatie naar digitalisering van "waarde".

daarom is deze meestal open source. Overigens blijft gelden: "garbage in, garbage out". Het is heel goed mogelijk om onjuiste informatie te waarmerken. Maar als juiste data of documenten eenmaal zijn vastgelegd, is de oorspronkelijke bron niet meer nodig om de authenticiteit te bevestigen. Een individu dat zelf de beschikking heeft over zijn eigen gegevens (data-portability), zelf de authenticiteit kan

bewijzen en zelf kan controleren aan wie deze doorgegeven worden, heeft een meer waardevolle plek in de samenleving en een sterkere informatiepositie. Althans, zo is de hoop. Dit principe wordt *zelfsovereiniteit* genoemd.

Tegelijkertijd zijn met een 'grootboek' zoals blockchain alle gegevens traceerbaar en niet te verwijderen. (Als een transactie verwijderd zou worden, zijn alle waarmerken vanaf die transactie ongeldig.) Ook al wordt er met pseudoniemen gewerkt, als de transacties openbaar zijn kan met analyse van het hele netwerk bekeken worden welke relaties er zijn. Als een pseudoniem eenmaal wel bekend is op andere manieren, dan is de hele historie beschikbaar. In het ergste geval maakt dit alomvattend toezicht mogelijk.

De werking van een blockchain heeft dus iets paradoxaals: het kan de emancipatie van het individu dienen maar ook alomvattend toezicht of surveillance bevorderen [9]. De uitkomst zal afhankelijk zijn van hoe een identiteit wordt vastgelegd. Een open blockchain die bij de transacties letterlijk persoonsgegevens gebruikt, geeft direct privacy problemen. Er worden daarom alternatieve manieren gezocht waarbij iemand iets onder een pseudoniem kan vastleggen en tegelijk kan bewijzen dat hij/zij dat pseudoniem gebruikte. Dit onderzoek is echter nog theoretisch en academisch van aard. Privacy experts maken zich dus, ook in het kader van de AVG, terecht zorgen over deze ontwikkeling. Daarnaast zijn er pogingen die meer de nadruk leggen op de kenmerken van een individu (attributen) dan op zijn identiteit, maar die geen gebruik maken van blockchain [10]. Deze attributen worden ook cryptografisch ondertekend en aan het individu uitgereikt. Een voorbeeld van een attribuut is "Ik ben ouder dan 18 jaar". Het werken met een bewijsbaar kenmerk heeft als voordeel dat de partij die dit aan je geeft, niet weet aan wie je deze allemaal toont. Andersom hoeft je bij het tonen ervan niet al je overige persoonsgegevens te laten zien.

### Is blockchain juridisch OK?

Deze vraag is niet zomaar met ja of nee te beantwoorden. Daarnaast durven juristen pas stellige uitspraken te doen als geschillen 'getest' zijn in een rechtbank. Er zijn nog niet veel rechtszaken geweest over blockchain, wel enkele over 'digitaal geld'. Tot nu toe valt digitaal geld overigens niet in de categorie 'valuta' maar onder 'goederen'. [26].

De juridische kant van blockchain spitst zich snel toe op de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG), indien in een blockchain persoonsgegevens worden verwerkt [25]. Aangezien er binnen de context van onderwijs vaak natuurlijke personen aan een transactie deelnemen, met name de studenten, is dit een factor om rekening mee te houden.

In de eenvoudigste vorm kan een school het waarmerk van een document op de blockchain vastleggen. Als het document zelf de identiteitsgegevens bevat en andere manieren verspreid wordt dan hoeft dat niet direct tot privacy problemen te leiden, aangezien uit een waarmerk nooit het origineel afgeleid kan worden. Indien er wel persoonsgegevens vast worden gelegd, moet rekening gehouden worden met:

- De verwerkingsverantwoordelijke: Een publieke blockchain heeft geen eigenaar en alle knooppunten verwerken de gegevens. De wet stelt echter dat het niet mogelijk is dat er géén verwerkingsverantwoordelijke voor een persoonsgegevensverwerking bestaat.
- Toezicht: De deelnemers van zowel een private als een publieke blockchain kunnen binnen of buiten de Europese Unie verspreid zijn. Welke toezichthouder(s) is of zijn dan bevoegd?
- Permanente opslag van persoonsgegevens: De gegevens op een blockchain zijn na verzegeling niet te veranderen of te verwijderen. Dat is inherent aan het gebruik van waarmerken en dus bewust zo ontworpen. Als je je recht als betrokkene wilt uitoefenen en verzoekt om verwijdering van je gegevens dan is dit technisch nu niet mogelijk.

## 1.10. Met andere woorden: BlockChain in 'Jip-en-Janneketaal'

Jip wil geld geven aan Janneke, maar ze wonen 1000 km van elkaar vandaan. Hoe zou dat werken?

In deze wereld van Jip en Janneke bestaan er geen banken, wel postkantoren. Als je wilt kun je een postkantoor beginnen en meedoen. Dat is niet verplicht, sommigen net als Jip hebben alleen een postbus. Deze postbussen zijn zowel voor het versturen als ontvangen van geld.

Jip doet in een envelop het geld en een briefje. Op de brief zet hij een stempel en een handtekening.

Daarna plakt hij op de envelop met geld een postzegel en schrijft het adres van de Janneke haar postbus erop. Jip stopt de envelop in zijn eigen postbus. Een postbode komt de envelop ophalen en brengt die naar een postkantoor.

Het postkantoor krijgt het postzegelgeld en schrijft in een schriftje hoeveel geld Jip aan Janneke geeft en wat de datum en het tijdstip is. Postkantoren kijken nu eenmaal altijd wat er in een envelop zit. Als ze een bladzijde vol hebben zet het postkantoor zelf ook een handtekening en stempel daarop.

Een postbode brengt de envelop met geld naar Janneke.

De postbodes vertellen aan alle andere postkantoren dat ze dit, na controle van de stempel, ook opschrijven in hun eigen schriftje. Postkantoren controleren ook elkaars stempels van elke bladzijde.

### Toelichting:

- Een envelop met geld sturen, is het uitvoeren van een transactie.
- De stempels zijn waarmerken of vingerafdrukken die de authenticiteit bevestigen.
- De handtekening bevestigt de identiteit van de zender en ontvanger. In het echt zijn dit sleutels (geheim + publiek).
- De postbus is je portemonnee of 'wallet', vaak is dit een app waarin je je eigen transacties ziet.
- Een bladzijde uit het schrift van het postkantoor staat voor een blok met data, een verzameling recente transacties.
- Het schriftje is de boekhouding met daarin alle transacties vanaf het begin.
- De postbodes zijn de gegevens die zicht verspreiden via het P2P-Netwerk. Zoals Napster of BitTorrent gebruikt werden om mp3's te verspreiden.
- De postkantoren zijn de mijnwerkers of knooppunten.
- Als de stempels gecontroleerd zijn, worden de bladzijden overgenomen.
- De waarde van de postzegel staat voor het 'transactie-tarief'. Het geld dat je betaalt om een transactie te laten verwerken.

## 2. Potentiële aanknopingspunten voor het (mbo) onderwijs

Verbinding maken met een nieuw technologisch fenomeen kan op verschillende manieren. Eén manier is deze te benaderen vanuit de drie waardestrategieën [11]: customer intimacy (de student voorop), operational excellence (superieure operatie en uitvoering) of product leadership (innovatie van de beroepsopleidingen).

### 2.1. De student en zijn portfolio

De overdracht van waarde in het onderwijs is natuurlijk meer dan een transactie. De groei die een student doormaakt in kennis, vaardigheden en competenties komt tot stand in ontelbaar veel interacties tussen de student en zijn omgeving. Deze worden echter tastbaar gemaakt in leerresultaten, werkervaring, certificaten en diploma's, waarin we verklaren dat een student ergens aan voldoet of iets kan. Tot nu toe konden we deze alleen meegeven op papier, eventueel met waarmerk, handtekeningen en tijdstempel.

De standaarden voor de digitale variant hiervan zijn al verder uitgewerkt, zie hiervoor het rapport "Whitepaper Open badges en microcredentialing" [12]. Deze standaarden omschrijven wat het leerresultaat is, eventueel aangevuld met een embleem. Zonder verdere maatregelen zou digitale aanpassing echter weinig moeite kosten. Vandaar dat er potentieel wordt gezien in het uitreiken van

'microcredentials' aan de student en het opslaan en tijdstempelen van het waarmerk op een blockchain [13]. Dit is op relatief kleine schaal operationeel, bijvoorbeeld in Malta [14].

Het geheel van leerresultaten, werkervaringen en diploma's zou zo een portfolio vormen waarvan alle data gewaarmerkt is. De student of burger kan dit aan bijvoorbeeld toekomstige werkgevers tonen, die de verificatie geautomatiseerd kunnen doen. Ook kan een vervolgopleiding de leergeschiedenis van een instromende student verifiëren, hun aanbod aanpassen en zo maatwerk bieden.

Blockchain kan zo bijdragen aan een situatie waarin de uitwisseling en toegankelijkheid van studiegegevens sneller, gemakkelijker en betrouwbaarder is en de student zelf een actieve rol speelt. Het verbetert dus zijn informatiepositie.

### 2.2. Efficiëntere administratieve organisatie

Aan de administratieve organisatie van een onderwijsinstelling worden steeds hogere eisen gesteld. Veel processen gericht op bedrijfsvoering zijn randvoorwaardelijk. Ze zijn niet je reden van bestaan, maar zijn wel nodig voor je voortbestaan. Omdat ze dus niet tot de kernactiviteiten behoren, is de druk om efficiënter te worden groot. Naast integratie en

selfservice wordt er gezocht naar de volgende stap in automatisering. De hoop is dat met de komst van 'programmeerbare blockchaintoepassingen' verdere efficiëntie mogelijk is. Deze zijn het krachtigst in situaties waar je met andere organisaties informatie moet

uitwisselen. De verwachting is wel dat dit alleen realiseerbaar is op een gesloten blockchain.

Een hypothetisch voorbeeld is het tot stand komen van de Praktijkovereenkomst. De school, student en praktijkopleider moeten deze ondertekenen. Verder moet het leerbedrijf geaccrediteerd zijn door het SBB. Zowel de student, school als het bedrijf administreren de overeenkomst. Uiteindelijk moeten de gegevens ook naar DUO voor de bekostiging. Het gehele proces kenmerkt zich door veel controles,

stappen en uiteindelijk een ondertekening. Een andere casus is het gezamenlijk organiseren van onderwijs. Zie hiervoor het kader "Studenten uitwisselen met blockchain".

Tot slot zou brede toepassing van waarmerken de datakwaliteit en aantoonbaarheid kunnen vergroten. Wellicht dat dit leidt tot minder arbeidsintensieve accountantscontroles.

## 2.3. Opleiden voor toekomstige beroepen

Voor de ICT beroepsopleidingen kunnen BlockChain-platformen aanleiding zijn om de inhoud te actualiseren. Het beheren en 'hosten' van de knooppunten en het programmeren van SmartContracts zouden in specifieke opleidingen een plek kunnen krijgen.

In andere branches kunnen, net zoals bij elke vorm van automatisering, beroepen veranderen. Er wordt daarom veel onderzoek gedaan naar het innovatieve karakter van blockchain. Naast natuurlijk de financiële beroepen, is de verwachting dat het werk van bijvoorbeeld notariaten

[15], accountants [16], gemeentelijke overheden [17] en administratieve afdelingen verandert. Een ander voorbeeld is die van de logistieke sector waarin complexe ketens zorgen voor veel 'dubbele boekhoudingen', omdat iedereen in de keten zijn aandeel moet registreren.

Overigens kan het zijn, net als bij elke vorm van automatisering, dat met de komst van blockchain de vraag naar bepaalde ondersteunende beroepen daalt.

### 3. De opmaat voor het mbo

Een aantal afwegingen om blockchain aan de slag te gaan heeft te maken met innovatie in het algemeen.

Wat is de basishouding ten opzichte van innovatie? Ben je gewend vroeg in te stappen en te experimenteren met nieuwe technologie? Maak je gebruik van 'proeftuinen' of 'fieldlabs'? Ben je niet bang voor wat kinderziektes maar zie je dat als onderdeel van het leerproces? Of wacht je als instelling liever af tot nieuwe technologie een zekere rijpheid heeft? Beide opties kennen zo hun voor- en nadelen en de afweging kan per mbo-instelling verschillend uitpakken.

De aanknopingspunten voor het mbo geven ook verschillende mogelijkheden om met blockchain aan de slag te gaan.

- Bied je opleidingen aan waarin studenten een digitaal portfolio vullen? Zit dit portfolio in een centraal systeem? Ondersteunt dit systeem de standaarden voor leerresultaten op een blockchain? Heeft de leverancier een visie op hoe 'credentials' gewaarmerkt kunnen worden? Kan een student later deze tonen, onafhankelijk van het systeem dat ze maakte, ook als hij of zij niet meer studeert bij ons? Of zelfs als onze onderwijsinstelling niet meer zou bestaan?
- Oriënteer je je alvast op het digitaal ondertekenen? Bijvoorbeeld voor de vaststelling van exameninstrumenten, het ondertekenen

van de onderwijsovereenkomst of praktijkovereenkomst? [18] Processen die nog op papier worden uitgevoerd en met 'de natte' handtekening worden bekrachtigd, zijn nu eenmaal niet digitaal te waarmerken en te verifiëren, al dan niet met een blockchain.

- Hoe maak je de selectie ten opzichte van andere innovaties binnen de beroepsopleidingen, zoals kunstmatige intelligentie, Internet of Things, Virtual Reality, Robotica, Smarthomes of 3D-Printing? Hoogstwaarschijnlijk kun je ze niet allemaal tegelijk de volle aandacht geven. Ook kan het zijn dat de regionale arbeidsmarkt bepaalde accenten legt of reeds aanwezige publiek-private samenwerking je keus beïnvloedt.

Welke oplossingsrichting ook gezocht wordt, er zijn een aantal generieke uitgangspunten voor het onderwijs:

- Leerprestaties vertegenwoordigen waarde en de erkenning ervan kan digitaal worden vastgelegd.
- Het digitaal ondertekenen, waarmerken en tijdsstempelen van deze 'credentials' verhoogt de bewijskracht.
- De informatiepositie van de student verbetert als hij/zij hier zelfstandig de beschikking over heeft en kan controleren aan wie ze getoond worden.
- Het geheel draagt bij aan de zelfsoeveriniteit van de student.

## 4. Initiatieven in het onderwijs

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Fieldlab Blockchain in Education and Science</b></p> <p>In aanloop naar de conferentie “Blockchain in Education” in september 2017, vormden MinOCW/DUO, TNO, Quintor, Stichting ePortfolio Support, Groningen Declaration Network, Rijkuniversiteit Groningen en Rabobank een samenwerkingsverband. Om een versnelling te realiseren is een gezamenlijke Fieldlab Blockchain in Education &amp; Science opgericht. In dit laboratorium worden de noodzakelijke regionale, nationale en internationale experts bij elkaar gebracht om op vragen uit het onderwijs- en onderzoeksveld veel sneller antwoorden te kunnen vinden dan zonder zo’n Fieldlab.</p>                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>StudyBits</b></p> <p>Het blockchainproject StudyBits is het eerste project waar onderzoek naar wordt gedaan in het Fieldlab. De doelstelling hiervan is om het voor iedereen, ook internationaal, mogelijk te maken om zijn of haar (deel)diploma’s, certificaten en andere (onderwijs)informatie uit nationale registers onomstotelijk vast te leggen via blockchaintechnologie en partijen uit het onderwijs en bedrijfsleven op eenvoudige wijze toegang te geven tot deze zeer betrouwbare en waardevolle informatie. De technische haalbaarheidsstudie [19] heeft de standaard 'BlockCerts' vergeleken met het 'Sovrin' platform. Vanwege de privacyvriendelijke eigenschappen wordt de laatste geadviseerd. Men is voornemens om daar Proof-of-Concepts mee te starten. Onder andere in het kader van Erasmus+ uitwisselingsprogramma.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Pilots in Malta en het MIT</b></p> <p>Het Ministerie van Onderwijs en Werkgelegenheid van Malta is een pilot gestart waarin leerprestaties op een blockchain geplaatst worden [14]. Het doel is om studenten en burgers van Malta één plek te bieden voor het opslaan van hun leerprestaties en deze zelf te kunnen delen met bijvoorbeeld potentiële werkgevers. Deze kunnen op hun beurt de prestaties onafhankelijk verifiëren, dus zonder dat de aangesloten onderwijsinstellingen telkens weer de authenticiteit hoeven te bevestigen [20].</p> <p>Het Massachusetts Institute of Technology (MIT) gebruikt dezelfde technologie om diploma’s op de blockchain te plaatsen [21]. In de pilot hebben de studenten de optie om naast de traditionele manier ook een digitale versie in hun ‘wallet’ te ontvangen. Zij kunnen deze zelfstandig tonen aan anderen en laten verifiëren.</p> | <p><b>De rol van Surf</b></p> <p>Surf geeft aan [22] dat er een basis is voor blockchain als partijen elkaar niet vertrouwen. In bestaande constellaties zoals SURF, waarbij SURF voor de dienstverlening via inbesteding eigenlijk het verlengstuk is van de interne ICT-organisatie, is er vaak wel vertrouwen en lijken er voor veel toepassingen efficiëntere technieken dan blockchain te bestaan om consensus te bereiken over transacties. Op korte termijn veranderen de diensten die SURF biedt, zoals SURFconext op het gebied van identity-management, onder invloed van blockchain dan ook niet [23].</p> <p>Momenteel is SURF in een proof of concept bezig met een “traditionele” Open Badge infrastructuur met een centrale database. Deze infrastructuur zal na de huidige proof-of-concept-fase worden vervolgd met een pilot waarna de infrastructuur eventueel zal opgaan in de reguliere dienstverlening. In 2018 gaat SURF wel kijken of blockchain als onderdeel van een infrastructuur voor Open Badges meerwaarde biedt ten opzichte van de hierboven genoemde opzet.</p> <p>Daarnaast zal SURF één of enkele projecten opzetten over blockchain toepassingen voor de doelgroep van SURF waarbij de focus op onderzoek zal liggen. Op het moment van schrijven bevindt zich dit nog in de oriëntatiefase en is SURF bezig met een inventarisatie op basis waarvan SURF later dit jaar één of enkele projecten zal definiëren.</p> |

## 5. Toekomstbeeld: Studenten uitwisselen met blockchain?

Onderstaand voorbeeld is natuurlijk hypothetisch, maar kan wel een idee geven waar de toegevoegde waarde van blockchain ligt.

De invoering van keuzedelen maakt in principe een deel van de opleiding flexibel, aangezien de student uit een aanbod kan kiezen. ROC's hebben de vrijheid om dit soort maatwerk gezamenlijk te organiseren. In het grote geheel is natuurlijk SBB een partij voor het vaststellen van het keuzedelenregister. Verder worden de uitgevoerde keuzedelen terug gemeld aan DUO. Het proces kent een aantal formele kanten, aangezien het keuzedeel erkend moet worden, de studie-uren voor onderwijstijd moeten meetellen en de resultaten op de lijst bij het diploma vermeld moeten worden.

In de huidige situatie communiceren scholen het deel uit het landelijke register dat ze zelf aanbieden naar hun studenten. Studenten kunnen niet zien welke keuzedelen andere ROC's aanbieden of welke keuzedelen gezamenlijk worden georganiseerd. Als dit al realiseerbaar was door een gezamenlijke centrale website te gebruiken, dan noch zouden belangrijke gegevens over de aanmelding, aan- en afwezigheid, leerresultaten en uitvoeringslocatie op meerdere plekken geregistreerd moeten worden. De instelling waar de student zijn inschrijving heeft (thuis-school) blijft namelijk de verantwoording houden en zal bij controles deze gegevens moeten tonen.

Het uitlijnen van de huidige processen op de conventionele manieren zou tot dubbele administraties bij alle partijen leiden, of een hoge mate

van integratie en koppelingen vereisen. Vanuit de school bekeken stelt de gezamenlijke coördinatie hoge eisen aan de logistieke systemen (planning en roosteren). Als dit zich vertaalt naar hoge administratieve lasten, dan is de verwachting dat het gezamenlijk aanbieden van keuzedelen of andere onderdelen niet organiseerbaar is.

Vanuit het perspectief van de student zou het aantrekkelijk zijn als hij niet alleen kan kiezen welk keuzedeel hij/zij wil, maar ook waar hij deze zou kunnen uitvoeren. Het hogere doel is een rijkere leerervaring bieden door uitwisseling van studenten en een passend en persoonlijk aanbod faciliteren.

De school wil het kiezen, uitvoeren, vastleggen en terugkoppelen van keuzedelen zo efficiënt mogelijk laten verlopen. Daarnaast moet de aantoonbaarheid van alle stappen hoog zijn terwijl je deze niet zelf uitvoert. De thuis-school laat dat immers over aan een andere onderwijsinstelling.

In dat geval zou een blockchaintoepassing voordeel bieden: het uitreiken van gewaarmerkte aanmeldingen, leerresultaten en absentie-/presentiegegevens aan de student, zodat de student deze zelf bij zijn thuis-school kan aanbieden. De thuis-school kan aan de hand van de waarmerken verifiëren dat die data klopt.



## 6. Kracht, zwakte, kansen en bedreigingen

Zoals met elke technologie en de manieren waarop we deze aanwenden zijn er kansen en bedreigingen te bedenken. Vanzelfsprekend bij de huidige stand van de techniek.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kracht van de technologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitaal ondertekenen van transacties met hoge mate van bewijskracht, door gebruik van persoonlijke sleutels.</li> <li>- Fraudebestendig door gebruik van waarmerken en tijdstempels.</li> <li>- Audit zijn ingebouwd.</li> </ul>                                                                                                          | <b>Kansen voor het onderwijs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Een portfolio waarvan de authenticiteit door de student zelf bewezen kan worden.</li> <li>- Efficiëntere processen door het voeren van één administratie, gezamenlijk met andere organisaties.</li> <li>- Een gelijkwaardige informatiepositie van onderwijsinstellingen, brancheorganisaties en de student.</li> </ul> |
| <b>Zwakte van de technologie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet kunnen muteren is in strijd met de AVG en het recht van betrokkene.</li> <li>- De noodzaak om bewerkersovereenkomsten te hebben lijkt moeilijk te realiseren als de database bij veel knooppunten opgeslagen is. Dit geldt vooral voor een open blockchain.</li> <li>- Energiegebruik hoog bij het huidige consensusmodel.</li> </ul> | <b>Bedreigingen voor het onderwijs</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lange doorlooptijd om in de onderwijsketen tot afstemming te komen over standaarden.</li> <li>- Weinig expertise om de varianten van deze technologie goed af te wegen.</li> <li>- Snelle innovatie in de beroepen en het niet tijdig kunnen inspelen hierop met relevante opleidingen.</li> </ul>                |

## 7. Verwijzingen

- [1] K. J. C. Williams, „Hype Cycle for Education, 2017,” 24 Juli 2017. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/doc/3769145/hype-cycle-education->.
- [2] M. W. v. Wetering, „Technologiekompas voor het onderwijs,” Kennisnet, Zoetermeer, 2016.
- [3] A. Grech en A. F. Camilleri, „Blockchain in Education,” European Union, Luxembourg, 2017.
- [4] Digiconomist, „Bitcoin Energy Consumption Index,” [Online]. Available: <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>. [Geopend 30 Januari 2018].
- [5] The Learning Machine, „Education | The Learning Machine,” 23 Januari 2018. [Online]. Available: <http://www.learningmachine.com/education/>.
- [6] Wikipedia, „Ethereum - Wikipedia,” [Online]. Available: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Ethereum>. [Geopend 4 April 2018].
- [7] K. Panetta, „Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017,” 15 Augustus 2017. [Online]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>.
- [8] Dutch Digital Delta, „Actieagenda Nationale Blockchain Coalition,” ECP | Platform voor de Informatiesamenleving, Den Haag, 2017.
- [9] N. Smolenski, „The Evolution of Trust in a Digital Economy,” *Scientific American*, vol. 2018, nr. Januari, December 2017.
- [10] Privacy by Design Foundation, „IRMA in detail,” 2017. [Online]. Available: <https://privacybydesign.foundation/irma-uitleg/>.
- [11] M. Treacy en F. Wiersema, „Customer Intimacy and Other Value Disciplines,” *Harvard Business Review*, January 1993.
- [12] B. Kerver en D. Riksen, „Whitepaper Open badges en microcredentialing,” Surf, Utrecht, 2016.
- [13] The Learning Machine, „Blockcerts: The Open Initiative for Blockchain Certificates,” 2017. [Online]. Available: <https://www.blockcerts.org/>.
- [14] European Commission, „Education and technology pilot in Malta,” 26 Januari 2017. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/epale/en/content/education-and-technology-pilot-malta>.
- [15] E. v. Moer, „De Digitalisering Van Het Notariaat : Mogelijkheden En Moeilijkheden,” Universiteit Gent, Gent, 2017.
- [16] M. v. Bergen en A. Wijnen, „De accountant voor het block gezet,” Koninklijke Nederlandse Beroepsorganisatie van Accountants, Amsterdam, 2017.
- [17] N. Venema en S. Berns, „Gemeentelijke Blockchainpilots 2017,” Kwaliteitsinstituut Nederlandse Gemeenten, Den Haag, 2017.
- [18] Kennisnet; saMBO-ICT, „Digitaal ondertekenen in het MBO,” Kennisnet, Zoetermeer, 2017.
- [19] H. Jongsma en H. Joosten, „Technical Report Studybits,” TNO, Groningen, 2018.
- [20] The Learning Machine, „Government of Malta Launches Learning Machine's Blockchain Records Platform,” The Learning Machine, 2 Oktober 2017. [Online]. Available: <https://learningmachine.newswire.com/news/government-of-malta-launches-learning-machines-blockchain-records-19978449>.
- [21] E. Durant en A. Trachy, „Digital Diploma debuts at MIT,” Massachusetts Institute of Technology, 17 Oktober 2017. [Online]. Available: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017>.
- [22] R. Rutten, *Mailwisseling d.d. 2-2-2018*, 2018.
- [23] W. Noort en M. Wegdam, „Blockchain voor SURFnet en aangesloten instellingen,” Surf, Utrecht, 2017.
- [24] Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschap, „Keuzedelen - Herziening MBO,” 2017. [Online]. Available: <https://www.herzieningmbo.nl/feiten/keuzedelen/page/3/>.
- [25] EduActief, „Drie manieren om gezamenlijk keuzedelen aan te bieden,” 12 Maart 2015. [Online]. Available: <http://www.maakwerkvanonderwijs.nl/drie-manieren-om-gezamenlijk-keuzedelen-aan-te-bieden/>.

- [26] Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschap, „Uitwisseling van keuzedelen met BRON van start,” 14 Maart 2017. [Online]. Available: <https://www.herzieningmbo.nl/magazine/2017/03/uitwisseling-keuzedelen-bron-start/>.
- [27] E. Verhelst, „Blockchain in het licht van de AVG,” 12 Mei 2017. [Online]. Available: <http://privacyperspectief.nl/2017/05/12/blockchain-in-het-licht-van-de-avg/>.
- [28] De Rechtspraak, „ECLI:NL:RBMNE:2017:6646,” 15 Januari 2018. [Online]. Available: <https://uitspraken.rechtspraak.nl/inziendocument?id=ECLI:NL:RBMNE:2017:6646>.

## Colofon

### **Datum van uitgave**

April 2018

### **Auteur**

Joël de Bruijn

### **Vormgeving**

Maaïke Stam, Joël de Bruijn

### **Met dank aan**

Wilmar de Lange, Wietse van Bruggen, Jef van den Hurk, Bert van Opstal

### **Iconen**

FontAwesome

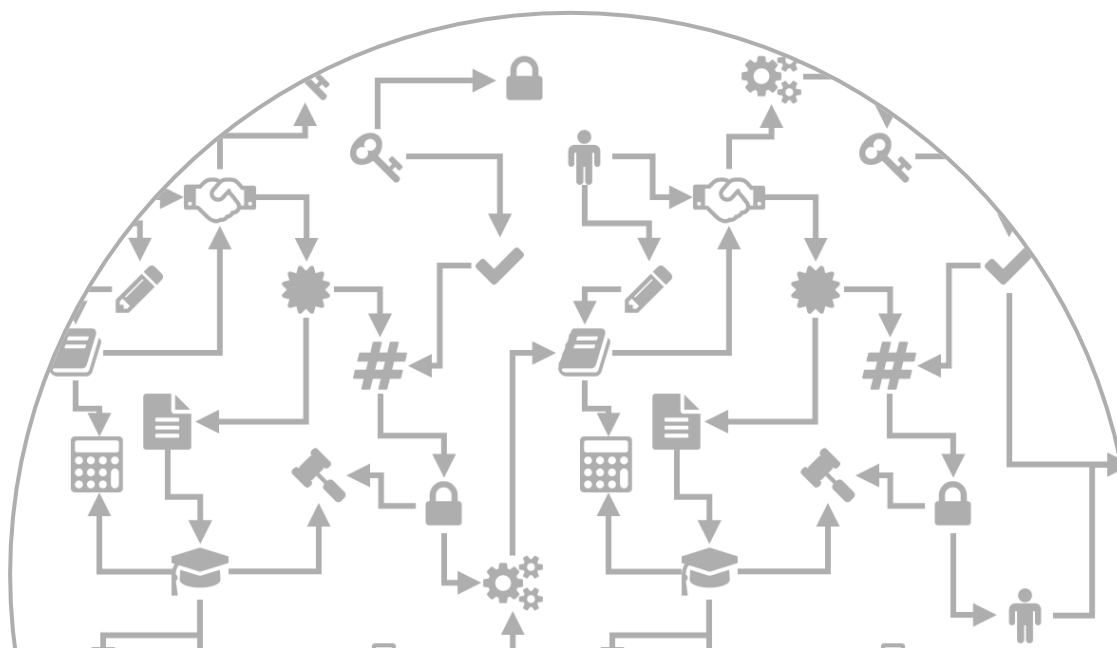
### **Sommige rechten voorbehouden**

Hoewel aan de totstandkoming van deze uitgave uiterste zorg is besteed, aanvaarden de auteur en uitgever van saMBO-ICT geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

### **Over saMBO-ICT**

saMBO-ICT is een zelfstandige organisatie van en voor alle mbo instellingen en heeft sterke banden met de MBO Raad en met Kennisnet. Belangrijke pijlers zijn belangenbehartiging, kennisdeling en projecten. saMBO-ICT houdt zich bezig met een breed aantal onderwerpen op het gebied van ict en informatievoorziening. saMBO-ICT maakt bij de activiteiten gebruik van de kennis en energie die binnen de instellingen aanwezig zijn en zorgt daarbij voor praktische ondersteuning.





saMBO-ICT

Houttuinlaan 6

3447 GM Woerden

T +31 (0)348 753500

E [info@sambo-ict.nl](mailto:info@sambo-ict.nl)

I [www.sambo-ict.nl](http://www.sambo-ict.nl)

Postbus 2051

3440 DB Woerden

*Sterk door het netwerk!*