



# Technologiekompas voor het onderwijs

Kennisnet Trendrapport 2016-2017

Hoe slimme ict onze leerlingen voorbereidt op de toekomst

# Inhoud

## Inleiding

Inleiding	3
Slim investeren in ict	4
Leesadvies	8

## Deel 1: Ict-fundament

Introductie	10
1.1 Cloudcomputing	13
1.2 Persoonlijke devices	19
1.3 Netwerkinfrastructuur en internetconnectiviteit	27
1.4 Samenhang en draagvlak: een visie op het ict-fundament	34
1.5 Samenwerking met leveranciers	38

## Deel 2: Digitaal leerproces

Introductie	42
2.1 Big data en learning analytics	47
2.2 Adaptief digitaal leermateriaal	57
2.3 De persoonlijke leeromgeving	63
2.4 Samenhang en draagvlak: een visie op het digitaal leerproces	73
2.5 Privacy, het offer voor maatwerk?	76

## Deel 3: Onderwijs in de toekomst

Introductie	83
3.1 (Door)ontwikkeling van technologie	87
3.2 Onderwijs in de digitaliserende samenleving	101
3.3 Samenhang en draagvlak: een visie op onderwijs in de toekomst	108
3.4 Innovatiekracht en verandervermogen	112

## Nawoord

118

## Bijlagen

1. Hype Cycle voor het Onderwijs, 2016-2017	119
2. Keuzehulp devices	120
Colofon	

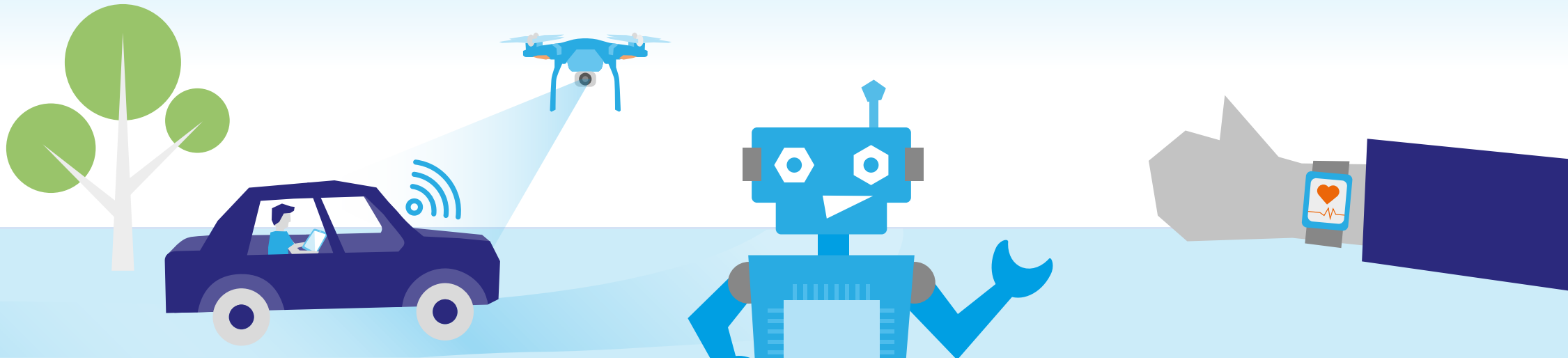
*Dit is een interactieve publicatie. Je kunt de tabs onderin gebruiken om direct naar de hoofdstukken van dit rapport te navigeren.*

Deel 3

Deel 2

Deel 1

Dit rapport is geordend volgens de Gartner Hype Cycle. We beginnen met de bewezen technologie van het ict-fundament en gaan dan van achter naar voren in de Hype Cycle. We beschrijven technologie die zweeft tussen hype en teleurstelling en sluiten af met de nieuwste technologie en aankomende hypes in het onderwijs van de toekomst. In de inleiding meer over het concept Hype Cycle en de opbouw van het rapport.



## Inleiding

De snelle technologische ontwikkelingen van deze tijd hebben invloed op alle aspecten van onze maatschappij. En natuurlijk ook op het onderwijs. Om in de toekomst een zelfstandig bestaan op te kunnen bouwen, moeten kinderen voorbereid worden op nieuwe technologieën en met nieuwe technologieën – en daar ligt de taak van scholen. Zij moeten kinderen helpen zich te handhaven in een wereld waarin we steeds meer digitaal leven, leren en werken. En waarin daardoor ook een exponentieel groeiende hoeveelheid data over ons leven, leerproces en werk aanwezig is. Die data zijn weer voedsel voor lerende software in intelligente machines als robots, zelfrijdende auto's en machines van insectformaat op en in ons lichaam en omgeving. Dit ecosysteem vereist een infrastructuur voor onderlinge communicatie (netwerk), opslag van data en software (cloud) en interactie met machines en elkaar (devices). Scholen moeten hierop inspelen met talentontwikkeling van hun leerlingen, differentiatie van het leren en gepersonaliseerd onderwijs. En daarvoor hebben ze diverse technologieën tot hun beschikking.

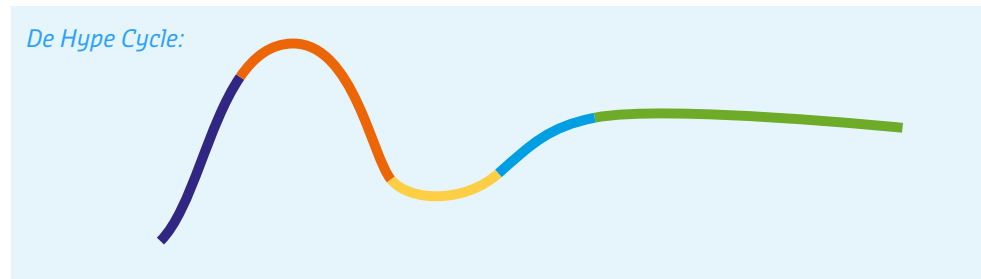
### Technologische trends

Welke technologieën dat zijn, daarover gaat dit rapport. Het maakt inzichtelijk welke technologische trends de komende vijf jaar een belangrijke rol in het onderwijs zullen spelen; van cloudcomputing en learning analytics tot lerende machines en Internet of Things. Het trendrapport heeft niet als doel om sturing te geven aan scholen of -besturen, maar wil laten zien welke technologieën ze kunnen gebruiken bij het realiseren van hun onderwijsvisie. Dit rapport bevat analyses, adviezen en instrumenten die helpen een meerjarig ict-plan op te stellen, inclusief een investeringsagenda met een programma van projecten, om zo de onderwijsambitie waar te maken.

### Ict-keuzes maken

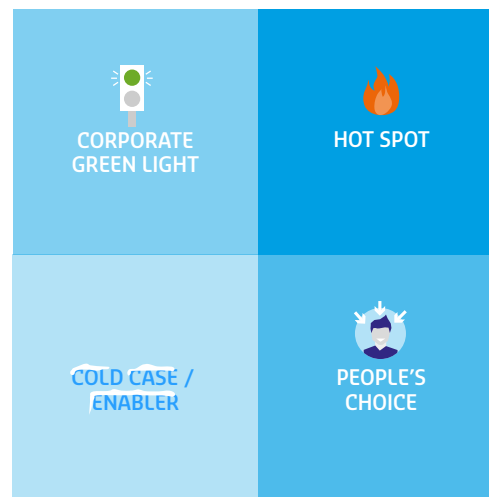
Hoe ver de voor het onderwijs relevante technologieën in ontwikkeling zijn, laat het rapport zien aan de hand van de Hype Cycle van Gartner. Hoe dichter de fase van 'volwassenheid' is genaderd, hoe beter de kansen en zwaktes van een technologie zijn uitgekristalliseerd en hoe duidelijker de impact op het onderwijs. In een volgende paragraaf gaan we nader in op de Hype Cycle, die schoolbesturen en schoolleiders kunnen gebruiken om het risicoprofiel van

technologie in kaart brengen, strategische keuzes te maken en prioriteiten te stellen in hun ict-plan. De SWOT-analyses in dit rapport helpen daar ook bij. Van elke relevante technologietrend zetten we de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen op een rijtje.



### Visueel hulpmiddel

Waar de Hype Cycle helpt om bewuste keuzes te maken uit beschikbare technologie, is de Strategic Technology Map (STM) een hulpmiddel om die beslissingen samen en met draagvlak te nemen. Bij ict-inzet gaat het zelden om een enkele technologie, maar eerder om een ecosysteem van elkaar versterkende middelen. De STM helpt om de onderlinge afhankelijkheden van deze ict-bouwblokken visueel inzichtelijk te maken, zodat belanghebbenden samen kunnen vaststellen welke combinatie van technologieën en toepassingen nodig zijn om het onderwijsdoel te bereiken.



### Slim investeren in ict

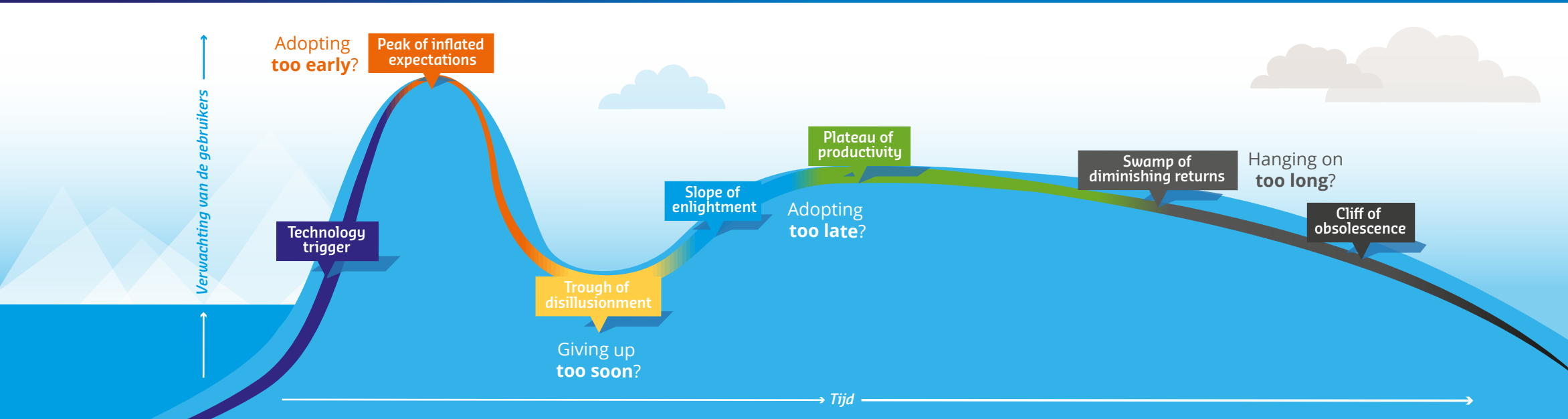
Dit rapport beoogt een doorkijk op technologie te bieden en maakt daarbij gebruik van door Gartner ontwikkelde instrumenten als de Hype Cycle en de Strategic Technology Map (STM). Deze instrumenten kan een schoolbestuur ook zelf inzetten om eigen prioriteiten te stellen en een daarbij behorende investeringsagenda vast te stellen. Daarvoor is het nodig in wat meer detail te kijken naar de werking en functie van de instrumenten.

Het risicoprofiel van technologie bepalen met de Hype Cycle  
 Marktonderzoeksbureau Gartner Research analyseert en profileert technologietrends. De Hype Cycle is een instrument dat effectief in kaart brengt hoe een nieuwe technologie zich ontwikkelt van belofte tot geaccepteerd product. Het biedt een momentopname van de relatieve volwassenheid van technologie en het potentieel daarvan in de toekomst. Dit helpt beslissen wat het juiste moment is om technologie toe te passen binnen de organisatie. De risico-analyse van technologie vindt plaats op basis van marktadoptie, (eerste) ervaringen, beschikbare kennis en onderzoek naar de effectiviteit.

Sinds 1995 stelt Gartner jaarlijks voor 5000 trends op 90 gebieden Hype Cycles op. Met toolkits en onderzoek van Jan-Martin Lowendahl, Research VP en distinguished analyst bij Gartner, hebben we voor elk technologiedeel in dit rapport een Hype Cycle samengesteld die specifiek is voor het Nederlandse funderend en beroepsonderwijs.

Op de verticale as van de Hype Cycle is de verwachting van technologie van gebruikers uitgezet tegen de tijd op de horizontale as. Elke Hype Cycle onderscheidt vijf fasen van ontwikkeling die elke technologie doormaakt, niet noodzakelijk lineair en ook niet in hetzelfde tempo. De tijd tot brede adoptie wordt per trend aangegeven.





De vijf fases van de levenscyclus van de technologie:

### Fase 1: Technology trigger

Een potentieel baanbrekende technologische innovatie krijgt mediabelangstelling door een eerste demonstratie of verhalen over experimenten ermee. Meestal is de technologie nog niet direct bruikbaar of commercieel levensvatbaar. Denk aan de virtuele onderwijsassistent uit deel 3 van dit rapport.

### Fase 2: Peak of inflated expectations

Publiciteit over eerste succesverhalen maakt een golf van enthousiasme los. De verwachtingen overstijgen de daadwerkelijke mogelijkheden. Er is sprake van een hype. Bijvoorbeeld bij big data en learning analytics in deel 2.

### Fase 3: Trough of disillusionment

Onvermijdelijk maakt enthousiasme plaats voor teleurstelling door problemen, vertragingen, mislukkingen, hoge kosten of lage rendementen. De verwachting van de technologie zakt naar een dieptepunt. Toch biedt juist deze periode een

vruchtbare bodem voor nieuwe toepassingen die voortbouwen op de ervaringen en kennis uit de experimenten van voorlopers. Dat is het geval bij augmented en virtual reality (zie deel 3).

### Fase 4: Slope of enlightenment

De eerste obstakels worden overwonnen, opbrengsten worden duidelijk, evenals noodzakelijke randvoorwaarden voor succesvolle toepassing. Met de inzichten van voorlopers groeit het begrip over waar en hoe de technologie effectief kan worden ingezet, maar ook waar het geen toegevoegde waarde heeft. Denk aan de Chromebooks en de publieke cloud uit deel 1.

### Fase 5: Plateau of productivity

Nu de daadwerkelijke opbrengsten in de praktijk bewezen worden, begint de brede adoptie van de technologie. Steeds meer organisaties durven de technologie in te zetten. Er volgt een periode van versnellende groei, die weer afneemt naarmate er meer mensen zijn ingestapt. Voorbeelden zijn wifi en tablets (zie deel 1).

In dit rapport volgen we technologie tot het plateau of productivity. In werkelijkheid loopt de volledige Hype Cycle nog door in twee afsluitende fasen:

#### **Fase 6: Swamp of diminishing returns**

Verouderende middelen en systemen – zogenoemde legacy – kunnen nieuwe initiatieven frustreren, vertragen of zelfs tegenhouden. Naast tijdige adoptie van nieuwe technologie moeten we dus ook verouderde technologie op tijd vervangen. Zo kunnen papieren leermiddelen differentiatie verhinderen of kan oudere software alleen overweg met groepsindeling op leeftijd (volgsystemen) of vaste les- of schooltijden (roostersystemen).

#### **Fase 7: Cliff of obsolescence**

Hogere onderhoudskosten en ergernissen kunnen zich langzaam opstapelen tot het punt dat het inzetten van verouderde technologie (te) veel tijd en/of geld gaat kosten. Dit kan bijvoorbeeld opgaan voor verouderde (desktop)computers en dito netwerkapparatuur of -bekabeling.

#### **Gespreid investeren met visie en geduld**

De Hype Cycle helpt bij het kiezen van de juiste timing voor het toepassen van technologie om er zodoende maximaal van te profiteren bij het realiseren van de onderwijsvisie. Dit betekent natuurlijk niet dat scholen altijd moeten wachten met technologie-adoptie tot het veilige volwassenheidsstadium is bereikt. Denk aan digitaal toetsen of (adaptief) digitaal leermateriaal. Dergelijke innovatieve technologie die in potentie grote waarde heeft voor het onderwijs kan – rekening houdend met het verhoogde risico – vroeg in zijn ontwikkeling toegepast worden en daarmee een onderscheidende factor zijn voor scholen. Als technologie minder impact heeft – denk aan de allernieuwste wifi – kan het door andere organisaties beproefd worden en profiteert het onderwijs vervolgens van hun kennis en ervaringen.

Het kiezen van de juiste investeringmix in technologie is te vergelijken met het samenstellen van een gezond aandelenportfolio. Investeren in technologie met een hoog risico is interessant als er een hoog rendement voor het onderwijs in het verschiet ligt. We moeten waken voor te vroeg instappen (adopting too early), maar ook niet ‘verkopen’ als het even tegenzit (giving up too soon). We kunnen wachten tot het risico laag is, maar dan nemen we ook genoeg met een lager rendement. Daar is het oppassen dat we niet te laat zijn (adopting too late). Tot slot moeten we tijdig afscheid nemen (hanging on too long) van technologie waarvan het nut afneemt.

Hoe stel je een gewogen ict-portfolio samen met de juiste mix van risico's en rendementen?

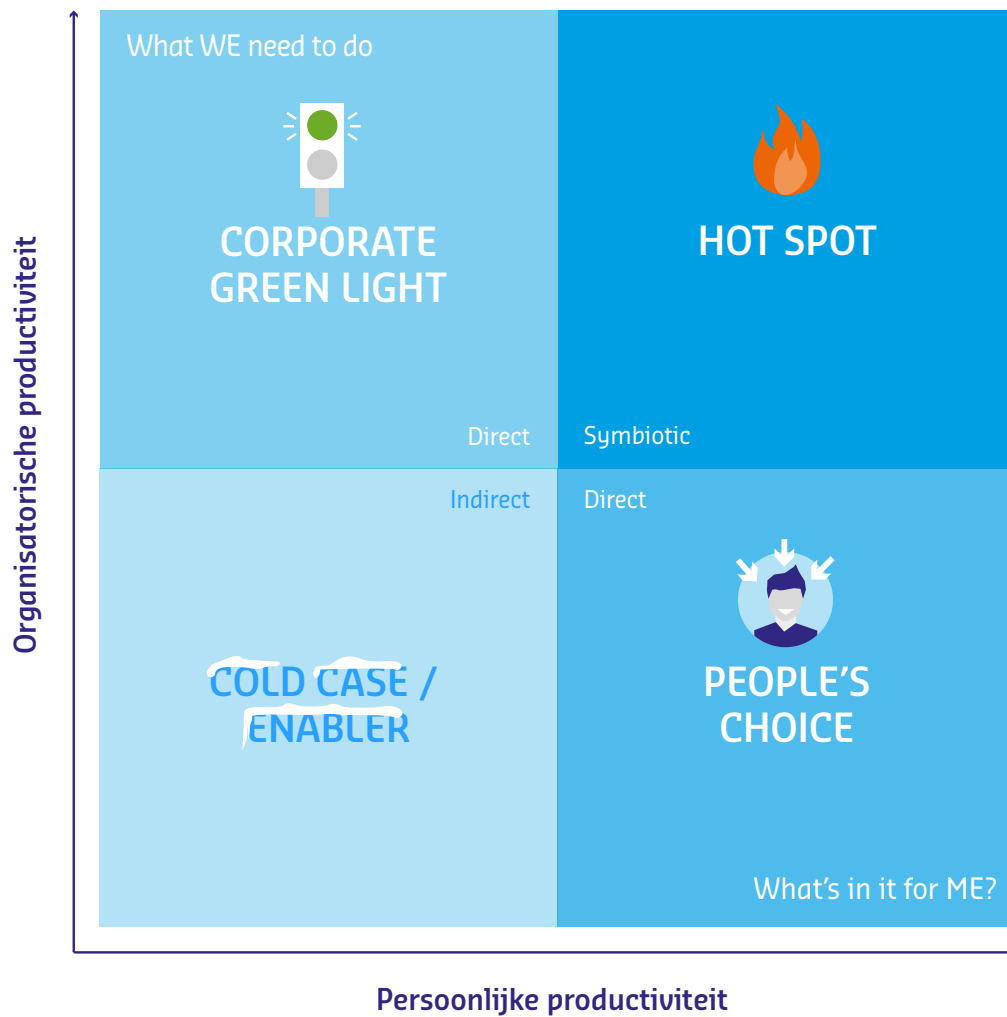
#### **Het ict-portfolio bepalen met de Strategic Technology Map**

Losse ict-bouwblokken kunnen toegevoegde waarde hebben, maar pas als ze onderling goed aansluiten en elkaar versterken zullen ze onderwijsdoelen maximaal ondersteunen. De Strategic Technology Map (STM) biedt een methode waarmee het ict-ecosysteem voor het bestuur kan worden bepaald – een onderling samenhangende set ict-bouwblokken die elkaar ondersteunen en versterken om onderwijsdoelen te helpen bereiken.

Daarnaast vormt het proces een belangrijk onderdeel van het bereikte resultaat. De onderlinge discussies over de afweging van risico's van technologie ten opzichte van de bijdrage ervan aan de onderwijsdoelen verdiepen het begrip voor gemaakte keuzes en verbreden het draagvlak voor de daaruit voortvloeiende investeringsagenda.

Omdat ict-bouwblokken op elkaar voortbouwen, is de samenstelling van het portfolio en de volgorde van investeringen niet willekeurig. Wifi is noodzakelijk om devices te kunnen inzetten, zonder wifi is de investering in devices zinloos – en andersom. De investeringsagenda vormt daarmee een kritiek pad door het ict-landschap (de STM) naar het onderwijsdoel. De individuele stappen en de volgorde daarin zijn immers niet vrijblijvend.

Op de verticale as van de Strategic Technology Map wordt de organisatorische productiviteit (de instelling) uitgezet tegen de persoonlijke productiviteit (leerlingen en leraren) op de horizontale as. Deze simpele matrix geeft inzicht in de balans tussen de organisatie en haar individuele leden bij de keuze voor en het nut en de acceptatie van ict-middelen. In hoofdstuk 1.4 wordt nader ingegaan op de betekenis van de kwadranten en de toepassing van de methodiek bij het realiseren van de digitale leer- en werkrumte.

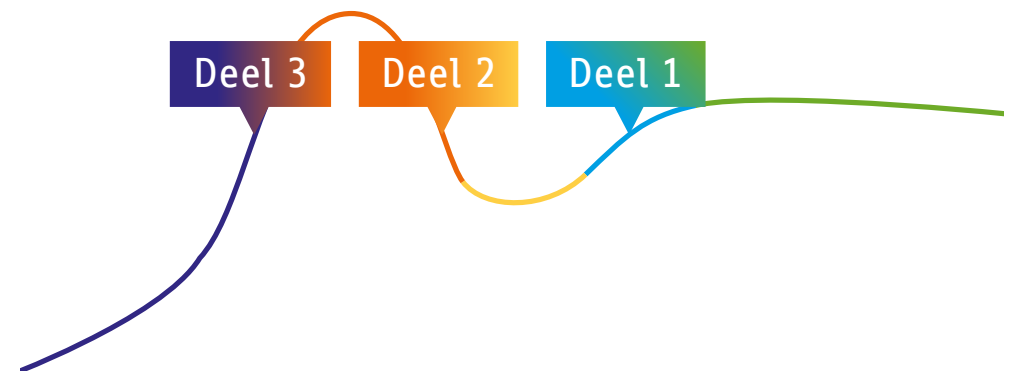


## Leesadvies

Dit trendrapport bevat drie delen met clusters van elkaar versterkende, samenhangende technologieën. Elk cluster bevindt zich in een andere fase van ontwikkeling op de Hype Cycle en wordt in een apart deel beschreven. Hoe relevant elk deel is, hangt af van de mate waarin je als school of bestuur ict al hebt geadopteerd:

1. **Ict-fundament:** behandelt de componenten van de ict-infrastructuur in de school die het fundament vormen voor alle andere toepassingen van ict in de school. Deze basisvoorziening bevindt zich al verder op de Hype Cycle: deze volwassen technologie heeft zich in de praktijk bewezen, scholen kunnen deze technologie zonder risico inzetten. Dit deel is vooral relevant wanneer scholen een professionaliseringsslag willen maken in hun ict-voorzieningen, met de adoptie van cloudcomputing, het inrichten van een stabiel netwerk of de keuze voor (persoonlijke) devices.
2. **Digitaal leerproces:** beschrijft ontwikkelingen in (adaptief) digitaal leer materiaal en leeromgevingen die personalisatie ondersteunen door toepassing van data en analytics. Deze technologie bevindt zich in de turbulente fase tussen de piek en het dal van de Hype Cycle waarin lastige keuzes gemaakt moeten worden, scholen nemen risico's met de inzet van deze technologie. Maar de eerste obstakels worden overwonnen en vormen een vruchtbare voedingsbodem om als een van de eersten de vruchten te plukken van de nieuwe toepassingen. Dit deel is vooral relevant wanneer scholen met ict meer maatwerk en personalisatie mogelijk willen maken en data en analytics structureel willen inzetten voor de verbetering van onderwijskwaliteit.

3. **Onderwijs in de toekomst:** kijkt vooruit naar een wereld vol lerende software, data en slimme machines waarin de kinderen die wij opleiden zullen leven en werken. Dit zijn de echte technology triggers voorin de Hype Cycle, potentieel baanbrekend en met grote impact, maar nog niet direct bruikbaar in het onderwijs. Dit deel is vooral relevant wanneer scholen concreet willen verkennen voor welk leven en welk beroep ze hun leerlingen voorbereiden, zodat ze hun onderwijsinhoud en methoden daarop kunnen inrichten.



Scholen zullen veelal een mix van onderwerpen uit de verschillende delen op hun ict-agenda hebben staan. Het samenstellen van een goede mix van technologie die de onderwijsmissie ondersteunt is een lastige klus. Daarom is hoofdstuk 1.4 relevant voor iedere school omdat dit naast een samenvatting van het eerste deel tevens een illustratie biedt van de toepassing van de Strategic Technology Map. Deze STM toont ook in de andere delen de samenhang en onderlinge afhankelijkheden tussen technologiebouwstenen.

De introductie van elk deel toont de Hype Cycle voor de trends die in dat deel aan de orde komen. Per trend wordt een beschrijving gegeven, afgesloten met een SWOT-analyse en daaruit voortvloeiende adviezen aan scholen en bestuur. Elk deel bevat een samenvattende toepassing van de STM op de bouwstenen die in dat deel besproken worden. Ter afsluiting bevat elk deel een beschouwende paragraaf over de samenwerking met leveranciers, aandacht voor privacy en het ontwikkelen van innovatiekracht binnen scholen.

Het rapport bevat twee bijlages met een complete Hype Cycle (combinatie van de drie delen) en een keuzehulp met vergelijkingen van kenmerken van verschillende soorten devices.

Deze tekst is beschikbaar in gedrukte vorm, als interactieve PDF – met eenvoudige navigatie tussen delen en paragrafen daarbinnen – en voor de digitale lezer als ePub en iBook.  
Zie [kn.nu/trendrapport](http://kn.nu/trendrapport) voor de verschillende versies en additionele informatie.



## Deel 1

# Ict-fundament

## Introductie

Ambitieuze en vernieuwende toepassingen van ict in het onderwijs vereisen allereerst een stabiel ict-fundament. Leraren en leerlingen moeten erop kunnen vertrouwen dat ze ict goed en veilig kunnen gebruiken. Tegelijkertijd hebben ze steeds meer behoefte aan eigen ruimte om de vele online beschikbare toepassingen naar eigen inzicht te benutten, al dan niet met hun eigen apparatuur. Een solide basis is de randvoorwaarde.

Maar binnen dat fundament zelf vindt ook nog volop vernieuwing plaats. Elke dag worden nieuwe toepassingen geïntroduceerd die via internet te gebruiken zijn. Dit soort 'cloudcomputing' is beschikbaar voor diverse mobiele apparatuur, zoals smartphones, tablets, chromebooks en laptops. De ict-infrastructuur moet op deze dynamiek voorbereid zijn en daar goed op kunnen inspelen.

De bouwstenen van een ict-infrastructuur die het fundament vormen onder gemakkelijk bruikbare, betrouwbare ict-toepassingen zijn:

### Cloudcomputing

Verzamelnaam voor ict-bouwstenen die online beschikbaar zijn. Zowel softwaretoepassingen als digitale leermaterialen zijn intussen vrijwel allemaal of zelfs alleen nog toegankelijk via internet. Dankzij cloudcomputing zijn de toepassingen en het leermateriaal die nodig zijn in het onderwijsleerproces altijd, overal en met allerlei apparatuur veilig toegankelijk.

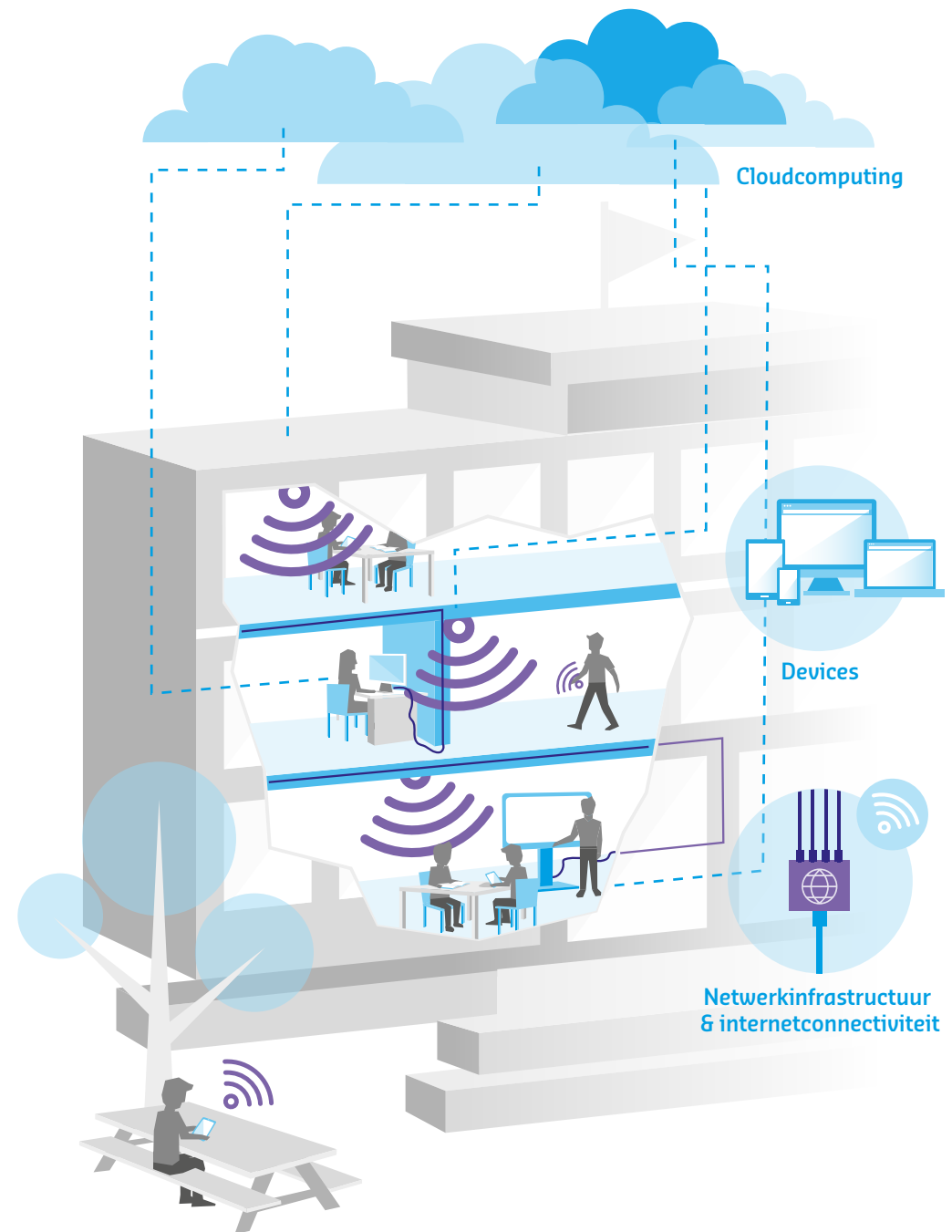
### Devices

Betrouwbare, betaalbare en vaak persoonlijke apparatuur voor leraar en leerling die toegang biedt tot internet en cloudtoepassingen. Deze devices bieden passende eigenschappen (bijvoorbeeld mobiliteit) voor elke leer-/werksituatie, in elke omgeving en voor elk moment.

### Netwerkinfrastructuur & internetconnectiviteit

Betrouwbare, snelle, flexibele en eenvoudig toegankelijke verbinding met het internet om met cloudtoepassingen te kunnen werken op de geschiktste apparatuur, op elke plaats en tijd. Hieronder verstaan we naast een internetverbinding ook de vaste netwerkverbindingen en draadloze verbindingen (wifi) op school, thuis of elders. Denk op school ook aan toegang tot lokaal beschikbare voorzieningen, zoals printers of digiborden.

Aandacht voor dit ict-fundament betaalt zich terug in stabiliteit en betrouwbaarheid van alle toepassingen die erop voortbouwen. Nieuwe toepassingen kunnen sneller worden gerealiseerd. Cloudcomputing legt de basis voor de dagelijkse introductie van nieuwe, soms baanbrekende toepassingen en diensten die de gehele wereldbevolking dezelfde dag nog kan gebruiken via het internet.



Met persoonlijke apparatuur die goed aansluit op de leer-/werksituatie, voorzien van een betrouwbare internetverbinding, kan elke leerling en leraar die nieuwe toepassing thuis of op school uitproberen.

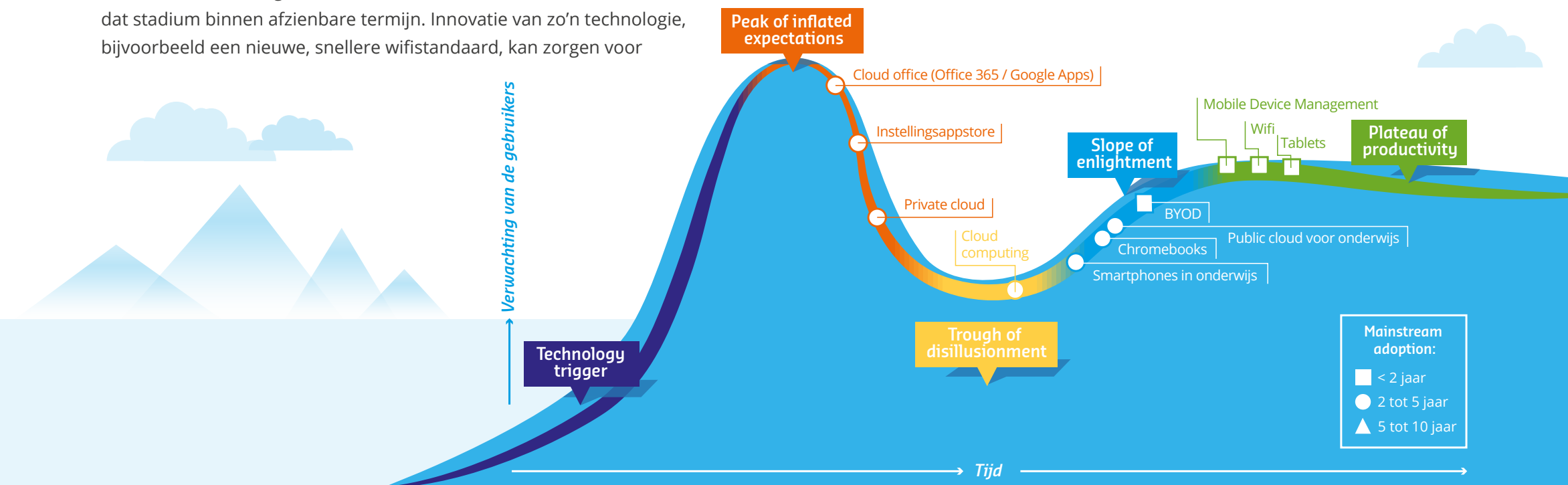
### Hype Cycle voor het ict-fundament

De belangrijkste technologieën die in dit hoofdstuk aan bod komen, staan in bijgaande Hype Cycle, ontwikkeld door marktonderzoeksbureau Gartner Research. De Hype Cycle brengt in kaart hoe een nieuwe technologie de hele cyclus doorloopt van belofte tot geaccepteerd product. Het is een momentopname van de relatieve volwassenheid van technologie en het potentieel ervan in de toekomst. De positie van een trend – het risicoprofiel – wordt bepaald met een analyse van de volwassenheid, marktadoptie en de beschikbare kennis en onderzoek voor die technologie.

Veel van de technologie in het ict-fundament is volwassen of bereikt dat stadium binnen afzienbare termijn. Innovatie van zo'n technologie, bijvoorbeeld een nieuwe, snellere wifistandaard, kan zorgen voor

een 'sprong terug' op de Hype Cycle, tot ook die nieuwe standaard weer gemeengoed is. Dit fenomeen valt met name op voor cloudcomputing, waar Cloud office zich nog moet ontwikkelen. Betekent dit dat Office 365 of Google Apps nog experimentele platforms zijn? Dat niet. E-mail, bestandsdeling en office-applicaties zijn volwaardige onderdelen van deze cloudplatforms, maar er worden ook steeds nieuwe functies toegevoegd en de hype rond deze platforms neemt nog toe. Welke criteria kunnen helpen bij de keuze uit deze cloudplatforms, wordt later in dit hoofdstuk uitgediept.

Sommige termen in dit hoofdstuk ontbreken, voor laptops, bekabelde netwerken, internetverbindingen en appstores geldt bijvoorbeeld dat ze 'volwassen' zijn en daarom niet meer in de scope van de Hype Cycle vallen. Andere onderwerpen zijn weggelaten om overzicht te behouden, de relevantste ontwikkelingen voor het onderwijs zijn vanzelfsprekend opgenomen.





## 1.1 Cloudcomputing



Vijftien jaar geleden werd de term cloudcomputing breed geïntroduceerd. Sindsdien heeft het gebruik van toepassingen en de opslag van bijbehorende gegevens of producten op het internet een grote vlucht genomen. Door het verplaatsten van de technische voorzieningen voor ict-toepassingen van huiskamers, kantoren en scholen naar speciaal daarvoor ingerichte online beschikbare faciliteiten, is een grote omslag in de omgang met ict tot stand gebracht. Hardwareconfiguratie, uitbreidingen, reparaties, software-installaties, -updates en back-ups, ze behoren grotendeels tot het verleden. Cloudcomputing maakt flexibel gebruik van ict mogelijk met betaling naar rato van gebruik, zonder investeringen vooraf. Door de zorg voor techniek en het tijdsbeslag van de organisatie van ict (deels) weg te nemen gaat er meer aandacht naar de daadwerkelijke inzet van ict in het belangrijkste proces van de organisatie, in ons geval het leerproces.

De toepassing van cloudprincipes in aangeboden diensten kan sterk variëren. Dat uit zich in de mate van uitbesteding van technische taken en verantwoordelijkheden. Wat laat je over aan de leverancier en wat vind je belangrijk om zelf te doen en onder controle te hebben? De kretologie onder technenuten is 'Anything-as-a-Service' (XaaS): het aanbieden van technische voorzieningen als dienstverlening. Dropbox bijvoorbeeld biedt dataopslag als abonnement. Meer ruimte nodig? Gewoon bijbestellen en direct verder werken. Een veel gehanteerde indeling in die mate van uitbesteding is SaaS, PaaS en IaaS.

### Software as a Service (SaaS)

Direct bruikbare online aangeboden software die via elke internetbrowser toegankelijk is. Denk aan internetbankieren en e-mail bij je provider. In vervoerstermen is dit een taxi: alles is verzorgd, we hoeven alleen aan te geven waar de reis heen voert.

### Platform as a Service (PaaS)

Direct inzetbare, op internet aangesloten, beveiligde en beheerde servers met besturingssystemen waarop zelf applicaties worden ontwikkeld en beheerd. Dit biedt maatwerk in de software, de rest is geregeld. Vergelijkbaar met een huurauto: geen zorg over verzekering, afschrijving en onderhoud, wel zelf brandstof tanken en rijden.

### Infrastructure as a Service (IaaS)

Bouwblokken zoals computercapaciteit (virtuele servers), opslagruimte (virtuele schijven) en internetverbindingen waarmee naar eigen inzicht ict-toepassingen kunnen worden samengesteld. De hardware is verzorgd, maar hoeveel we daarvan nodig hebben en hoe die samengesteld moet worden is onze eigen verantwoordelijkheid. Dit is ons eigen vervoermiddel dat we zelf moeten inkopen, verzekeren, onderhouden, afschrijven en besturen.

Eigen servers in de school of privédatacenters voor scholen zullen in hoog tempo worden vervangen door XaaS-bouwblokken die het onderwijs technisch ontzorgen. Van zelf inrichten en regelen verschuift de aandacht naar contract-beheer. Een hoognodige lastenverlichting die om weloverwogen keuzes vraagt. Soms ook om harde keuzes, als er sprake is van personele consequenties. SaaS-oplossingen zoals ParnasSys of Magister ontzorgen technisch volledig en vallen onder Nederlandse (privacy)wetgeving. Wanneer (internationale) SaaS-toepassingen niet voldoen aan wetgeving of functionele eisen, kunnen combinaties van PaaS- en IaaS-bouwblokken specifieke oplossingen leveren. Denk aan de opslag van gegevens (een IaaS-bouwblok) om op Europees grondgebied aan wetgeving te kunnen voldoen.

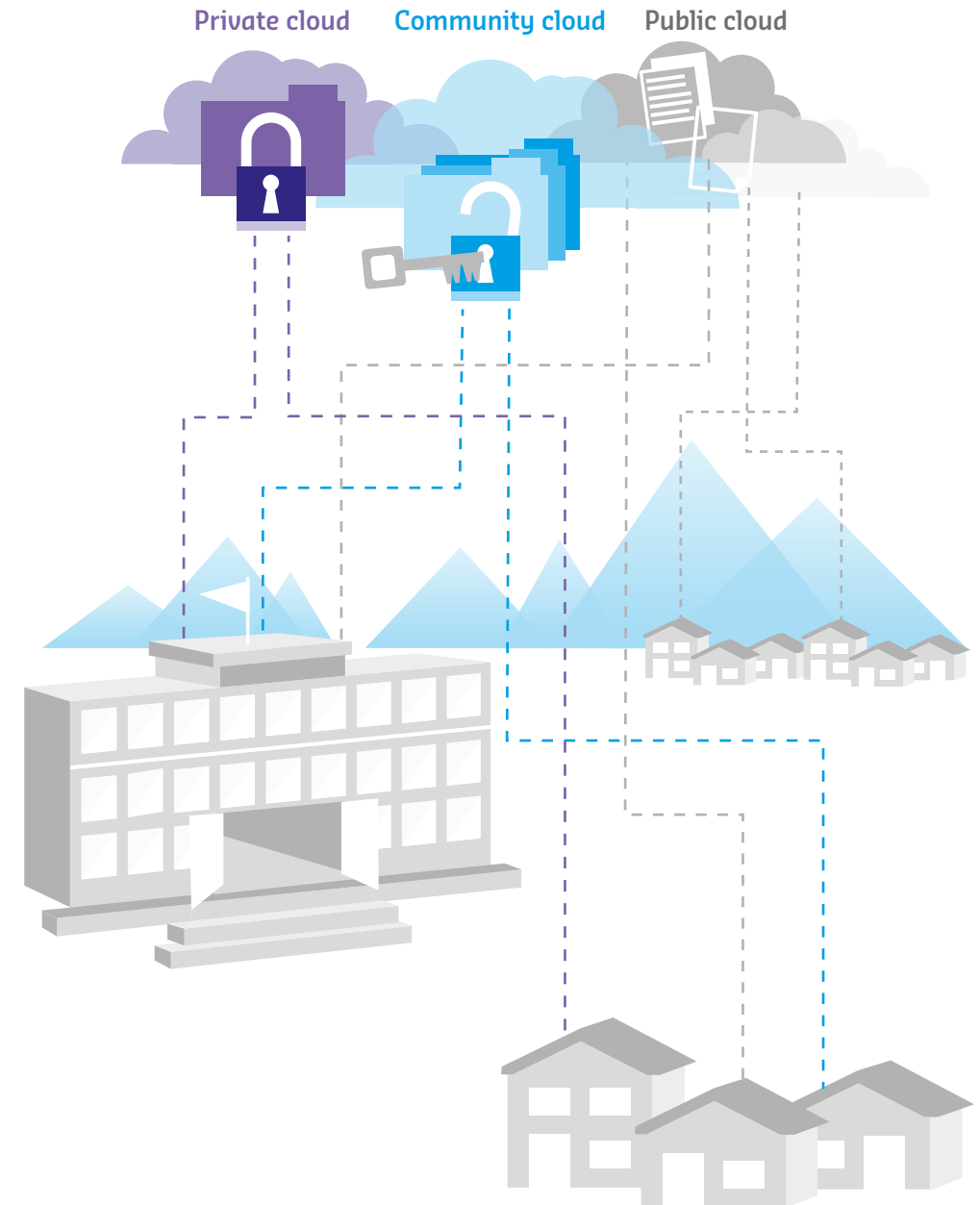
In de mogelijke combinaties van de XaaS-bouwblokken zien we voor organisaties een drietal veelvoorkomende cloudscenario's. We staan stil bij hun onderlinge verschillen en de betekenis daarvan voor het onderwijs.

Tabel: de verschillende soorten in het clouदानbod en hun kenmerken

Soort	Omschrijving	Doelgroep	Regie	Voorbeelden	Toepassing In Onderwijs
<b>Public cloud</b>	Voor iedereen toegankelijk breed clouदानbod	Iedere internet-gebruiker	Geen, aanbieder bepaalt functionaliteit, roadmap en voorwaarden	Productiviteits-suites zoals Google Apps, Office 365 en iCloud, maar ook online bankieren en 'Mijn Belasting-dienst'	Volop met elo's, bedrijfs-kritische administratie-systemen zoals ParnasSys, Magister, AFAS of Exact
<b>Private cloud</b>	Privéclouदानbod voor eigen organisatie	Eigen organisatie	Volledig, functionaliteit, roadmap en voorwaarden conform eigen specificaties	Vooraf grotere organisaties in het bedrijfs-leven met behoefte aan absolute regie en control	Diverse besturen overwegen dit in plaats van data-centers of ter vervanging
<b>Community cloud</b>	Privéclouदानbod voor een groep organisaties	Groep organisaties met dezelfde behoefte	Gedeeld binnen de groep	Publieke sectoren naast onderwijs, uit concurrentie-overwegingen is dit model in het bedrijfs-leven niet populair	Kennisnet-clouदानbod voor het Nederlandse onderwijs met onder andere Vensters voor Verantwoording, Wikiwijs, Acadin en Teleblik

**Toelichting:**

- Met 'regie' wordt bedoeld: in welke mate is invloed mogelijk op de geboden functionaliteit, de ontwikkeling daarvan in de toekomst (roadmap) en de gebruiksvoorwaarden van de dienst?
- 'Toepassing in onderwijs' duidt op voorbeelden van het beschikbare aanbod voor scholen, waarbij deze zich lang niet altijd bewust zijn van de cloudfactor.



1.1 Cloudcomputing

In de praktijk zal er de komende jaren sprake zijn van een mengvorm van diverse cloudmodellen: de Hybrid Cloud. We gebruiken public cloud-aanbod waar dat goed (genoeg) past en vullen dat waar nodig aan met zelf ingerichte voorzieningen in een community of private cloud.

### Public cloud of private cloud

Het publieke clouदानbod biedt tegen lage kosten veel functionaliteit die gericht is op en geschikt is voor een brede doelgroep. Denk daarbij aan Google Apps for Education, Office 365 Education of Dropbox. Als het publieke cloud-aanbod cruciale functionaliteit mist of de gebruiksvoorwaarden op zwaarwegende bezwaren stuiten, kan een organisatie voor een private cloud kiezen. Een private cloud wordt ingericht volgens cloudprincipes (onder andere altijd en overal bereikbaar), maar volgt eigen specificaties op het gebied van data-opslag (met name locatie), eigendom van gegevens, privacy van gebruikers en beschikbare functionaliteit. Dit is vergelijkbaar met vroegere datacenters van organisaties, maar de private cloud wordt samengesteld uit bestaande bouwblokken van leveranciers (eerdergenoemde IaaS). Door het verschil in schaal-grootte en de benodigde investering van eigen expertise, tijd en aandacht is de private cloud veel minder kosteneffectief dan de publieke cloud.

### Community cloud

Een goed compromis is de community cloud, een private cloud ingericht door een groep organisaties – zoals het Nederlandse onderwijs of een bestuur – met gemeenschappelijke eisen. Deelnemers in de community cloud hebben meer regie dan in de public cloud, bovendien is de public cloud kosteneffectiever. De Kennisnetcloud bevat bijvoorbeeld Vensters voor Verantwoording en de Overstapservice Onderwijs en valt onder Nederlandse wetgeving op het gebied van privacy. In onderling overleg bepaalt het onderwijs de gebruiksvoorwaarden, functionaliteit en ontwikkeling van de Kennisnetcloud.

### Personal cloud

Individuele gebruikers van ict slaan veel informatie op in de cloud. E-mail, agenda, roosters en gedeelde documenten en presentaties staan al langer online. Nog te lezen lijstjes, bladwijzers van websites en digitale boeken zijn recentere toevoegingen. Apps op de smartphone, stappentellers en andere 'wearables' voegen daar steeds persoonlijker data aan toe. Deze persoonlijke dataverzameling staat verspreid opgeslagen in de publieke cloud, toegankelijk op elk tijdstip vanaf elke plaats en met elk apparaat. In de dagelijkse schoolpraktijk zullen leerlingen en leraren diverse cloudsoorten gecombineerd gebruiken. De toekomstvaste ict-infrastructuur van een school houdt rekening met die praktijk.



### Google of Microsoft?

Een belangrijke beslissing bij de inrichting van de moderne ict-infrastructuur is de keuze voor een publiek cloudplatform voor samenwerking. Voor het onderwijs gaat dit vaak om Google of Microsoft. Beide platforms zijn solide keuzes waarbij privacy-issues – zoals ontwikkelingen in Europese regelgeving – snel en serieus opgepakt worden. Google Apps is letterlijk 'born in the cloud', van de grond af ontworpen voor online gebruik en samenwerking, met een gebruiksvriendelijke inrichting en een eenvoudig management. Aandachtspunt bij Google is de compatibiliteit van documentformaten, vooral bij voortdurende uitwisseling met andere platforms. Het Microsoft Office 365-platform omvat een completere set – achteraf naar de cloud gebrachte – functionaliteit die mede daardoor om een complexere implementatie vraagt met meer aandacht voor beheer. De aansluiting met de bestaande lokale office-omgeving is echter beter. De cloudkeuze hangt ook samen met de keuze voor devices, daarover verderop in dit hoofdstuk meer. Het moment van overstap naar de cloud hangt af van de afschrijving van eigen ict-voorzieningen. Een tijdige start met de cloud maakt gefaseerde migratie mogelijk omdat de cloudinfrastructuur parallel met de bestaande ict-infrastructuur kan worden opgebouwd.

## SWOT-analyse cloudcomputing



### Toelichting SWOT-analyse

- + In het cloudmodel verdwijnt (server)apparatuur uit de school, alle beheer en onderhoud ligt bij de leverancier, inclusief storingen, virus- of beveiligingsincidenten en updates. Investering in capaciteitsaanpassing ligt bij de aanbieder van de diensten. Vanaf elke locatie met internetverbinding kan op elk tijdstip gewerkt worden.
  
- Met de uitbesteding verdwijnt ook de regie op functionele keuzes en ontstaan nieuwe vragen over toegang tot en eigendom van gegevens. De virtuele aard van het internet stelt onder andere privacywetgeving voor nieuwe uitdagingen.
  
- ✚ Besparingen in tijd en geld bieden ruimte voor ondersteuning van de toepassing van ict in het onderwijsproces. Applicaties kunnen sneller worden geselecteerd, ingezet en weer afgestoten. Cloudplatforms bieden mogelijkheden tot samenwerking binnen, tussen en buiten scholen, de afhankelijkheid van het gebouw vermindert.
  
- ⚠ Aard en omvang van ict-werk in school wijzigen sterk, en dat heeft consequenties voor banen. School verliest regie op de geboden functionaliteit en het gebruik van toepassingen door leerlingen en leraren. Het cloudmenu staat vrij ter beschikking via internet. Privacyvraagstukken vragen om extra aandacht.

## Adviezen aan het bestuur bij de inzet van cloudcomputing

### 1. Kies voor bovenschoolse inrichting van cloudplatforms als samenwerking van belang is.

Een belangrijke bestuurlijke keuze bij de inrichting van ict-infrastructuur in scholen is welke componenten centraal dan wel decentraal zullen worden ingericht. Voor de cloudplatforms van bijvoorbeeld Microsoft, Google en Apple is zowel een centrale als een decentrale inrichting mogelijk. Betrek in de afweging het volgende.

#### Centrale bovenschoolse inrichting:

- biedt regie en meer mogelijkheden tot samenwerking en uitwisseling tussen scholen binnen het bestuur
- ontlast schoolleiders en scholen in vereiste expertise en inrichting van de omgeving
- leidt tot kostenefficiëntie door centraal ingericht beheer

#### Lokale inrichting:

- geeft ruimte voor eigen keuzes in platforms en structuur, in aansluiting op de specifieke (onderwijs)identiteit van de school
- leidt tot expertise en begeleiding op schoolniveau, daardoor is meer maatwerk en lokale ondersteuning mogelijk

Een objectiverend criterium bij deze beslissing is de vraag in hoeverre de specifieke inrichting van een ict-component daadwerkelijk bijdraagt aan de identiteit van de school. Voor generieke cloudplatforms zal dat niet snel het geval zijn, voor leermiddelen vaak wel.

### 2. Creëer bewustzijn over belangen, borg onafhankelijke besluitvorming.

- Kostenvoordelen van cloud zitten voor scholen in besparing op arbeidstijd en inperking van vrijheid van handelen van beheerders. Diezelfde mensen zijn vaak als deskundigen betrokken bij de discussie over inzet van cloudcomputing. Dit kan de eigen ict-beheerder zijn, maar ook de ingehuurde beheerpartij. Zorg voor onafhankelijkheid in de besluitvorming rond ict en cloud.
- Inherente standaardisatie in cloudtoepassingen vraagt om functionele compromissen. De 80/20 regel zegt dat de laatste 20 procent functionaliteit 80 procent van de kosten vertegenwoordigt. In de praktijk betekent dit dat exact vasthouden aan alle volledige functionele wensen besparingen met cloud tenietdoen. Zorg voor een objectieve discussie en de bereidheid compromissen te sluiten over gewenste functionaliteit en kijk naar het totale kostenplaatje dat de grenzen van functies en afdelingen overschrijdt.

### 3. Stel de 'Pas toe of leg uit'-richtlijn in.

Een 'pas toe of leg uit'-richtlijn geeft mensen binnen de organisatie de ruimte om zelfstandig en slagvaardig te handelen binnen de regel 'we gebruiken de standaard cloudplatforms binnen onze instelling'. Uitzonderingen op de regel zijn mogelijk, maar dienen vooraf en onderbouwd aangevraagd te worden. De richtlijn biedt een kader voor bewuste beslissingen over extra investeringen op basis van objectieve argumentatie die op termijn opnieuw overwogen kan worden. Zo kan ontbrekende essentiële functionaliteit in het onderwijsproces of borging van privacywetgeving reden zijn voor inrichting of voortzetting van eigen voorzieningen of maatwerk in een cloudtoepassing.

#### 4. Zoek samenwerking met collegabesturen in de community cloud.

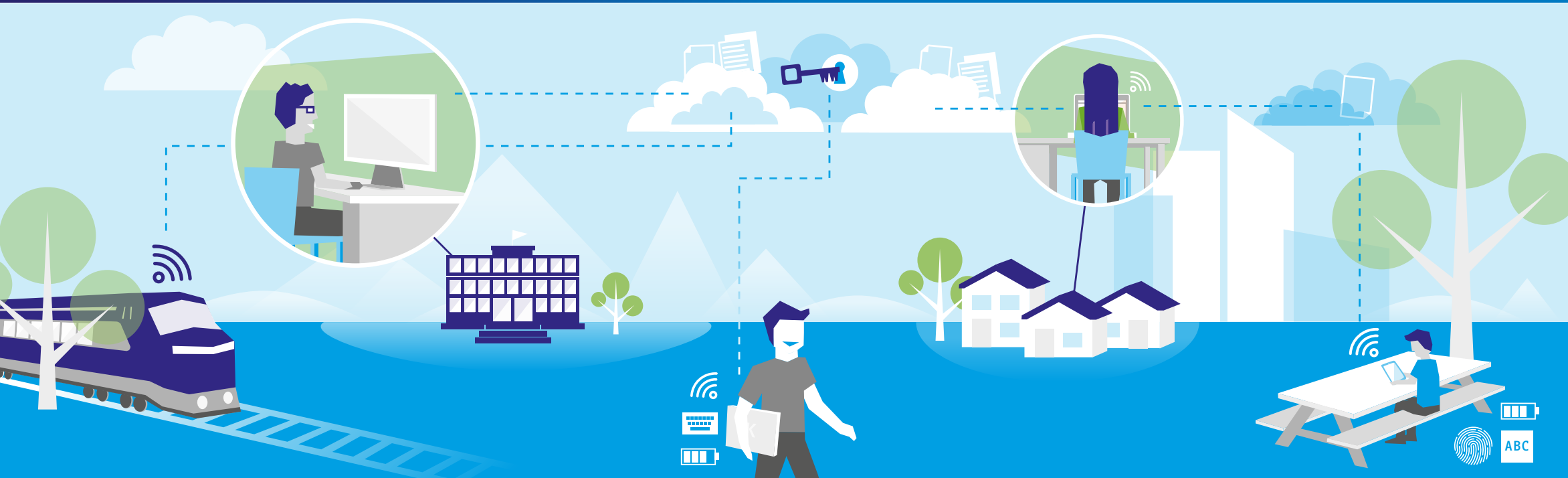
Specifieke eisen of randvoorwaarden kunnen inrichting van eigen voorzieningen noodzakelijk maken. Als er sprake is van substantiële systemen en investeringen is het interessant om samenwerking te zoeken met collega-besturen of een hele onderwijssector in een community-cloudoplossing. Bij gedeelde doelen, eisen en uitgangspunten van gelijkgestemde organisaties kan dat schaal- en kostenvoordelen bieden.

#### 5. Bied hanteerbare kaders.

Medewerkers of leerlingen hebben geen budget of ondersteuning meer nodig om nieuwe clouddiensten te gebruiken. Ze kunnen daar op elk moment zelfstandig toe besluiten. Deze realiteit vraagt om hanteerbare kaders. De instelling heeft de plicht erop toe te zien dat zorgvuldig wordt omgegaan met leerlinggegevens en -resultaten, conform de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp).

- Maak contractuele afspraken met leveranciers van clouddiensten die alle leerlingen en medewerkers (willen) gebruiken. Met cloud-aanbieders van bijvoorbeeld Google Apps en Microsofts Office 365 maakt Kennisnet in samenwerking met SURF afspraken voor het gehele onderwijs.
- Stel randvoorwaarden op voor het gebruik van zelfgekozen applicaties, zoals een beperking in het te besteden budget. Verbied werken met gegevens van collega's of leerlingen, dit is wettelijk niet toegestaan. Dergelijke duidelijke kaders beperken de aansprakelijkheid van de organisatie en bieden medewerkers ruimte voor eigen initiatief.
- Stel eisen aan (onderwijs)gegevens die in cloudtoepassingen opgenomen – of juist teruggeleverd – moeten kunnen worden. Waar mogelijk met rechtstreekse koppelingen, maar minimaal met import/export. Maak afspraken over administratieve terugkoppeling van leerresultaten in een formaat dat kan worden verwerkt in

bestaande schoolsystemen. Stel eisen aan het vastleggen, overdragen en archiveren van resultaten.



## 1.2 Persoonlijke devices

Applicaties ondersteunen de organisatie van het onderwijs, de administratie en meer en meer ook het leerproces met digitaal leermateriaal en leeromgevingen. Cloudcomputing zorgt ervoor dat toepassingen en gegevens altijd en overal benaderd kunnen worden. De computerindustrie speelt daarop in met verschillende devices die in verschillende situaties de beste gebruikservaring bieden, zoals de smartphone, tablet of laptop. Ons perspectief bij de inzet van die devices is dat leerlingen en leraren persoonlijk over een device van hun keuze kunnen beschikken, dat exclusief tot hun beschikking staan. Hoe snel die situatie zich aandient, is nog niet bekend, maar er zullen verschillen per sector, bestuur en school zijn.

### Een mobiel device?

Mobiliteit, flexibiliteit en beheerbaarheid zijn sleutelbegrippen in discussies over de keuze voor het 'beste' device. Welk device het best past, hangt af van de situatie waarin leerling of leraar zullen werken. Leerlingen kunnen in groepjes op afgesproken tijdstippen incidenteel werken met applicaties op vaste computers voor gedeeld gebruik. Zelfstandig opdrachten maken op wisselende tijdstippen sluit meer aan bij mobiele apparatuur, een tablet of laptop. Idem voor de leraar die met een vaste computer prima achter het eigen bureau in het eigen lokaal kan werken. Wisselende werklocaties in school of daarbuiten vragen om mobielere oplossingen, al of niet in aanvulling op een vaste werkplek. Onderweg gebruiken we vooral een smartphone of tablet voor korte berichten, e-mail en agenda.

1.2 Persoonlijke devices

## Tablet of laptop?

De keuze tussen een vaste en mobiele werkplek is meestal goed te maken. De keuze voor tablet of laptop is een stuk ingewikkelder, temeer daar diverse producten zich tussen begeven. Denk aan tablets met afneembare toetsenborden die als laptops gebruikt kunnen worden en chromebooks die op laptops lijken maar (vrijwel) alleen in de cloud kunnen werken. Het zijn heel verschillende devices met elk hun eigen mogelijkheden en beperkingen. Een goede vergelijking is gebaseerd op een objectieve score op de meest relevante aspecten van gebruik die voortkomen uit de onderwijsbenadering. In bijlage 2 zijn enkele vergelijkingstabellen opgenomen die helpen om verschillende typen devices te vergelijken op een set gebruikaspecten die de school in meer of mindere mate zal herkennen in haar onderwijspraktijk. Leidend bij elke selectie zijn deze twee criteria:

1. het device is bruikbaar: de vereiste functionaliteit moet geboden worden – niet de maximaal haalbare – want
2. het device is beheerbaar: de apparatuur moet altijd inzetbaar zijn, zonder het onderwijsproces te verstoren.

Praktijkverhalen van scholen en kennisuitwisseling tussen leraren over clouddiensten en producten van de grote leveranciers zijn te vinden in de Google Educator Group (GEG) Nederland en bij de portals Microsoft in het Onderwijs en de Apple in het Onderwijs.







### Hoe maak ik nu een keuze?

Met alle vergelijkingen tussen devices, op de onderscheiden kenmerken in bijlage 2, hebben we nog steeds een interessant dilemma: wat is het geschikteste device in *mijn* onderwijssituatie, op *mijn* school? Is dat de functioneel toegankelijke tablet, de beheerarme chromebook of de krachtige maar complexe laptop?

Er is geen absoluut beste keuze, maar er is wel een device dat het best past bij eerdere ict-beslissingen en het meerjarig perspectief van de school. Voor welk cloudplatform heeft de school gekozen? Wat zegt het meerjarenplan over onderwijsontwikkeling en leermiddelenbeleid, met name het geplande pad naar digitale leermaterialen en -omgevingen? Uitgevers maken steeds meer snelheid met de realisatie van flexibele (op elk device) te gebruiken leermaterialen.

Pakketaanbieders van onderwijsondersteunende systemen en leeromgevingen oriënteren zich of zetten stappen richting ondersteuning van maatwerk. Een duidelijk standpunt van de school op deze aspecten maakt het mogelijk een goed afgewogen beslissing te maken met behulp van de onderscheiden eigenschappen in voorgaande tabellen.

### Is het (alleen) mijn keuze?

Devices worden elk jaar goedkoper en krachtiger. De smartphone die elke Nederlandse leerling en leraar op zak heeft, is krachtiger dan de kamervulende supercomputers van 25 jaar geleden. Vanzelfsprekend met toegang tot internet en alle cloudplatforms, al dan niet via de schoolwifi. Bring Your Own Device (BYOD) komt voort uit de combinatie van deze brede beschikbaarheid van krachtige privédevices die laagdrempelig toegang bieden tot toepassingen en informatiebronnen. Wat beoogt school toe te voegen met devices die ze haar leerlingen en leraren ter beschikking stelt?

Computers voor gemeenschappelijk gebruik, in computerlokalen of het klaslokaal, zijn identiek ingericht om het beheer betaalbaar te houden. Het is leerlingen en leraren verboden om zelf applicaties te installeren of eigen werk op te slaan. Dit staat in schril contrast tot de eigen devices waarop leerlingen en leraren kunnen installeren wat ze nuttig vinden, direct wanneer het nodig is en nauw aansluitend op hun persoonlijke voorkeuren en wensen. Hun gegevens zijn opgeslagen op diverse cloudplatforms en altijd en overal toegankelijk.

Spottend wordt BYOD ook wel 'Bring Your Own Disaster' genoemd. De grote diversiteit in apparatuur en daarop gebruikte toepassingen kan ondersteuning inderdaad lastig maken. De wens om dit net als de standaard ingerichte werkplekken te beheersen, haalt de drempelverlagende werking van BYOD onderuit. Leraren en leerlingen hebben de ruimte nodig om hun eigen leer- en werkruimte in te richten op hun eigen devices met een scala aan apps en

clouddiensten. Dit bespaart niet alleen kosten, maar bevordert ook creativiteit en initiatief binnen de school. Maar ruimte geven wil niet zeggen dat school geen kaders meer hanteert. Afspraken over minimale eisen aan devices en voorkeursplatforms maken samenwerking en communicatie effectiever binnen een gezamenlijk gebruikt platform (het zogenaamde netwerkeffect). De uitdaging is om de juiste balans te vinden, 'meer doen met minder' ligt hier binnen handbereik als we terughoudend zijn in wat we opleggen en liberaal in wat we toestaan.

### Klasmanagement met Mobile Device Management

Zoals eerder vastgesteld vragen mobiele devices om flexibeler beheer. Apple en Google hebben daarvoor Mobile Device Management-platforms ontwikkeld, die zich vooral richten op de leraar en de school en minder op technische beheerders. Microsoft geeft een aanzet met Office 365 en met Intune, maar komt nog niet tot vergelijkbare functionaliteit en (eenvoudige) ondersteuning van Windowsdevices als de concurrenten. Denk daarbij aan het gemakkelijk verspreiden van elke gewenste app, applicatie (inclusief licentie) of website ongeacht de aanbieder. Of aan het tijdelijk opleggen van beperkingen, zoals uitsluitend werken in een bepaalde app, applicatie of website ('locking'). Zo kunnen eenvoudig en snel specifieke werkvormen of tijdelijke toetsituaties worden ingericht. De leraar kan dit zelf doen voor groepjes leerlingen, waarmee 'beheer' een heel andere invulling krijgt, meer in dienst van (de organisatie van) het onderwijs (klasmanagement). Deze eenvoudig inzetbare, betaalbare MDM-oplossingen zullen voor een verschuiving zorgen in de taak en het bijpassende beheeraanbod van ict-leveranciers, zoals ook cloudcomputing dat al doet. Minder gericht op controle en meer op het faciliteren van regie door leraren en scholen zelf.



## Het totale (kosten)plaatje

De kosten zijn vanzelfsprekend ook een belangrijk onderdeel van de keuze voor een device, zowel de aanschafprijs als de totale gebruikskosten. Een goedkoop device dat lastig te beheren is, veel onderhoud vraagt en vaker kapotgaat, kost de school uiteindelijk meer geld, ook uitgedrukt in tijd en onderwijs-effectiviteit. De verwachte levensduur van apparatuur, garantietermijnen en de kosten van beheer zijn allemaal belangrijke factoren in het totale (kosten)plaatje. Ook licentiekosten voor onderwijsapplicaties, leermiddelen en beschikbare cloudplatforms wegen mee bij de devicekeuze.

Andere omgevingsfactoren zijn aanvullende computervoorzieningen naast de (persoonlijke) devices. Vaak is er nog behoefte aan een beperkt aantal vaste werkstations met grotere schermen voor specifieke toepassingen. Of er zijn investeringen in (draadloze) netwerkinfrastructuur en internetconnectiviteit nodig om devices effectief te kunnen inzetten. Later in dit hoofdstuk meer over het netwerk.

## SWOT-analyse persoonlijke devices



### Toelichting SWOT-analyse

- + Nauw aansluitend op de individuele behoeften van leerlingen kunnen persoonlijke devices worden ingezet. Het device en daarmee de toepassingen, leermaterialen en bronnen zijn altijd en overal beschikbaar. Leren en samenwerken kan naar eigen inzicht vorm krijgen binnen de ruimte die leraren en school geven.
- Met de aansluiting op persoonlijke behoeften ontstaat grote diversiteit, onder andere in toepassingen en geraadpleegde leermiddelen. Persoonlijke devices maken kosten en verantwoordelijkheden voor onder meer beheer en aansprakelijkheden diffuser, zeker in de BYOD-vorm. De belasting van schoolnetwerk en internetverbindingen neemt explosief toe.
- ✚ Leerlingen kunnen met hun persoonlijke device in hun eigen tempo hun individuele onderwijsprogramma volgen, aansluitend op hun behoefte. Dit maakt een zeer persoonlijke benadering mogelijk, waarbij zowel binnen als buiten schooltijd (met betrokkenheid van ouders) exact dezelfde toepassingen en leermiddelen beschikbaar zijn. De leraar volgt en begeleidt het (digitale) werk ook op afstand en is flexibeler in de benutting van fysieke bijeenkomsten met leerlingen. BYOD biedt besparingen op devices en investeringsruimte voor een betere netwerkinfrastructuur.
- ⚠ De stap naar individuele devices stelt nieuwe (capaciteits)eisen aan voorzieningen van de school en vraagt nieuwe kaders om het gebruik in goede banen te leiden. Onderdeel van die afspraken is een duidelijke verdeling van verantwoordelijkheden tussen leerlingen/ouders en school bij diefstal, schade of gebrekkig functioneren, vooral bij BYOD-organisatievormen. Ook het volgen van de voortgang van leerlingen en het groepsproces vereist extra aandacht, omdat dit zich in toenemende mate buiten de klas en de school zal afspelen.

## Adviezen aan het bestuur bij de inzet van devices

### 1. Waak voor te grootschalige bovenschoolse inkoop en standaardisatie van devices.

Een belangrijke bestuurlijke keuze bij de inrichting van ict-infrastructuur in scholen is welke componenten centraal dan wel decentraal worden georganiseerd.

Een objectiverend criterium bij deze beslissing is de vraag in hoeverre de specifieke inrichting van een ict-component daadwerkelijk bijdraagt aan de identiteit van de school. Als dat – zoals hier bij devices – het geval is, dan pleit dat voor keuzeruimte bij de scholen.

De keuze voor een soort/type device wordt in hoge mate bepaald door keuzes in de onderwijsbenadering van de school. Er zijn grote, betekenisvolle verschillen tussen scholen in tempo, benadering en uitwerking van differentiatie en maatwerk, die meestal de aanleiding vormen om (meer) devices voor leerlingen in te zetten. Cloudplatforms zijn device-onafhankelijk, netwerkinfrastructuur ook (toelichting verderop). Dit biedt scholen de ruimte om zelfstandig te werk te gaan, in lijn met hun onderwijsidentiteit. Op bestuursniveau worden schaal en vraagmacht ingezet om standaard kortingen en gunstige voorwaarden te bedingen bij leveranciers. Grootschalige gezamenlijke inkoop van specifieke devices is alleen zinvol als de de behoeften van de scholen in kaart zijn gebracht.

### 2. Effectieve inzet van persoonlijke devices vereist gedifferentieerd onderwijsaanbod.

Het persoonlijke device stelt de leerling in staat in eigen volgorde en tempo te werken, maar het is niet meer dan een randvoorwaarde. De effectieve inzet van persoonlijke devices kent twee voorwaarden:

- De onderwijsorganisatie, visie op onderwijs en werkwijze van leraren zijn voorbereid op maatwerk en een individuele benadering van de leerling. Bij klassikaal werken is een device per leerling niet effectief.
- Het (meerjarig) leermiddelenbeleid voorziet in de tijdige beschikbaarheid van een gedifferentieerd aanbod van digitaal leermateriaal dat aansluit op de diverse behoeften van leerlingen.

De timing van onderwijsinrichting en beschikbaarheid van gedifferentieerd leermateriaal moet aansluiten op de introductie van persoonlijke devices.

### 3. Grootschalige inzet van persoonlijke devices vereist andere ict-organisatie en -functie.

- Applicatiebeleid (wat gebruiken we waarvoor?), ondersteuning van gebruikers en de vereiste capaciteit van (draadloze) netwerkinfrastructuur verandert drastisch met een persoonlijk device voor elke leraar en leerling. De ict-functie verschuift van voorschrijvende controle naar faciliterende ondersteuning, waarbij de ict-organisatie een stap terug doet (en moet).
  - Voor de school zijn de belangrijkste vragen bij de inrichting van deze nieuwe ict-organisatie en -functie:
    - » wat moet de instelling vanuit haar verantwoordelijkheid nog zelf organiseren, inrichten en/of bekostigen?
- en**
- » binnen welke afspraken/kaders kunnen leraren en leerlingen eigen toepassingen inzetten?

#### **4. Professionele wifi en goede internetverbinding zijn noodzaak.**

Een cruciaal vraagstuk bij de snel groeiende inzet van persoonlijke mobiele devices in het onderwijs is de beschikbaarheid van snelle en betrouwbare toegang tot internet. Privé gebruiken leerlingen mobiele datanetwerken die qua snelheid en tarief steeds beter inzetbaar zijn. Binnen een school is een professioneel aangelegd draadloos netwerk een harde eis bij de brede inzet van persoonlijke devices. In de volgende paragraaf wordt hier in detail op ingegaan.

#### **5. Borg organisatie en ondersteuning van gezamenlijke (leer)activiteiten met kaders.**

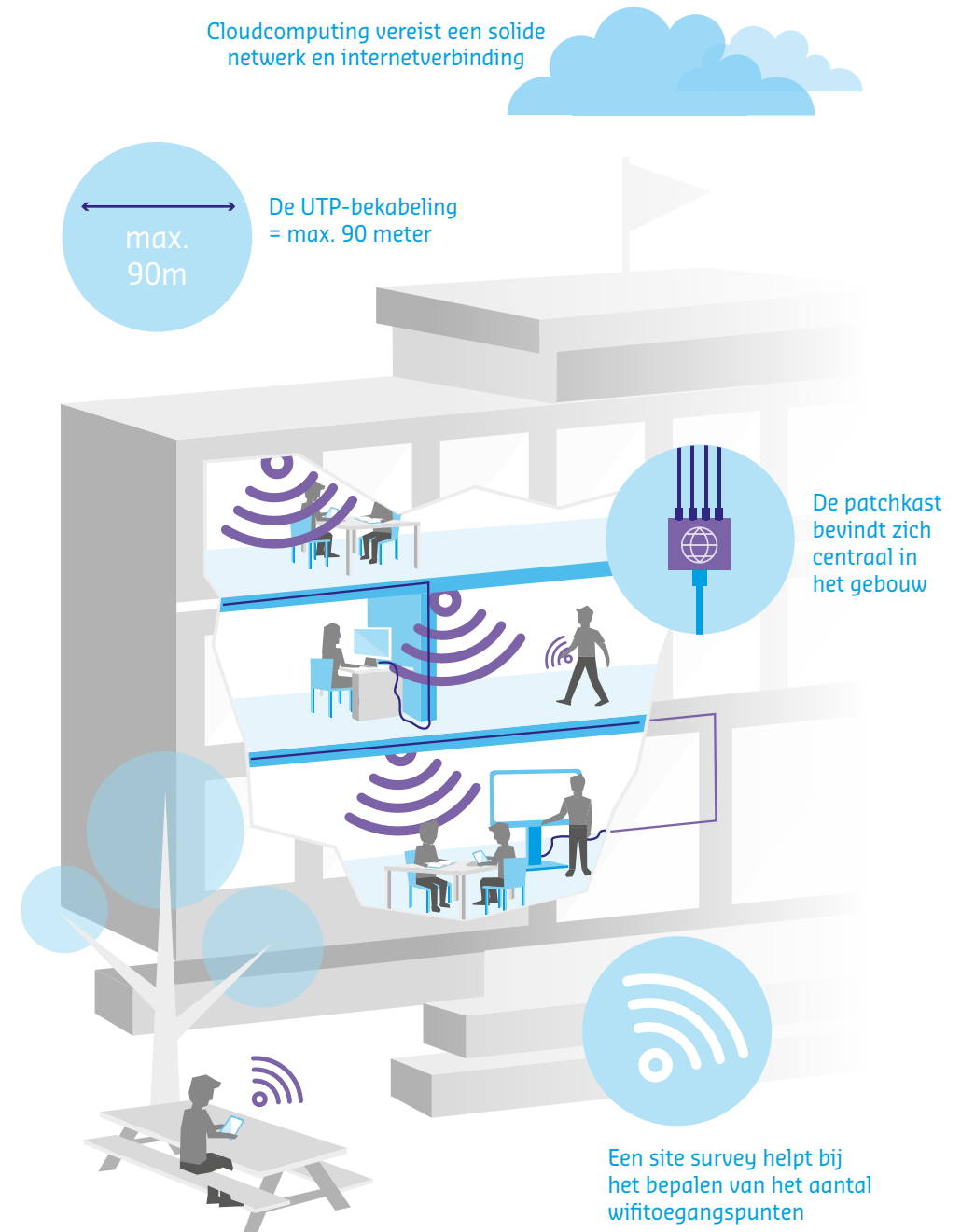
Waar cloudcomputing de keuze voor toepassingen grotendeels bij de individuele gebruiker legt, doen persoonlijke devices dat ook door zogenoemde appstores. Deze enorme verzamelingen van – vaak gratis – apps bieden volop keuze uit eenvoudig installeerbare toepassingen met allerlei functionaliteiten. Hoe gaan we daarmee om? Te grote diversiteit is een hindernis bij het organiseren en ondersteunen van samenwerkend leren. Open Standaarden zoals HTML5 borgen brede toegang tot webtoepassingen vanaf elk merk en type device. Ook bieden platforms als Evernote, Office 365, Dropbox, Google Apps en Twitter cliëntapplicaties voor elk veelgebruikt devicetype. Afspraken over standaarden en platforms borgen gemeenschappelijkheid binnen de diversiteit van al dan niet zelf meegebrachte persoonlijke devices.

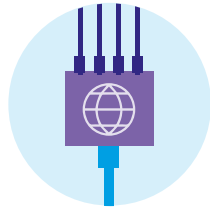
## 1.3 Netwerkinfrastructuur en internetconnectiviteit

Onze toepassingen, gegevens en materialen staan in de cloud en we hebben een device tot onze beschikking dat past bij onze leer-/werksituatie, wat kan een leerling of leraar nog meer wensen? Wifi! Een draadloze verbinding met het internet om daadwerkelijk in de cloud te kunnen werken.

De netwerkinfrastructuur die zo'n verbinding mogelijk maakt bestaat uit een drietal componenten die op elkaar afgestemd moeten zijn:

1. Een lokaal bekabeld netwerk binnen de schoolgebouwen dat professioneel en daarmee storingsvrij is aangelegd en dat voldoende aansluitpunten biedt op alle leer-/werklocaties binnen de school.
2. Een professioneel geïnstalleerd draadloos netwerk dat een betrouwbaar signaal biedt, ongeacht waar men zich in het gebouw bevindt, en dat is berekend op het aantal gebruikers en devices dat binnen de school wordt gebruikt.
3. Een internetverbinding die met voldoende capaciteit de interne netwerk-infrastructuur (bestaande uit de combinatie van 1 en 2) van betrouwbare toegang tot het internet voorziet.





### Lokaal bekabeld netwerk

Het bekabelde netwerk binnen het schoolgebouw, ook wel LAN (Local Area Network) genoemd, bestaat uit twee bestanddelen: bekabeling en netwerkcomponenten.

- Bekabeling loopt van de werkstations of gezamenlijk gebruikte apparatuur (bijvoorbeeld printers) naar een centrale locatie in een zogenaamde 'patchkast'. De gangbare UTP-kabel tussen aansluitpunt en patchkast mag maximaal 90 meter zijn. In grotere gebouwen kunnen daarom meerdere patchruimtes nodig zijn.
- Om van een grote bundel kabels een netwerk te maken zijn netwerkcomponenten nodig. Dit zijn stekkerdozen die ook in de patchkast worden geplaatst en waarin de kabels naar de aansluitpunten bij elkaar worden gebracht. Deze netwerkswitches kunnen verschillende snelheden naar de aansluitpunten ondersteunen, momenteel typisch 100 Mbit/s of 1 Gbit/s.

Bekabeling kan 15 tot 20 jaar meegaan. Gezien de relatief kostbare installatie van kabelgoten en aansluitpunten is het daarom verstandig te kiezen voor een toekomstbestendige kabel die hogere snelheden ondersteunt, óók als die mogelijkheid niet vanaf het begin wordt gebruikt. De leverancier dient het netwerk gecertificeerd op te leveren, zodat ook de hogere snelheden – op termijn – gegarandeerd inzetbaar zijn.

Bij netwerkcomponenten ligt dit anders, centraal geïnstalleerd in de patchkast zijn ze eenvoudig te vervangen. Het netwerk kan daarom op kortere termijn voldoende snelheid bieden en na 5 jaar of langer doorgroeien naar hogere snelheden met nieuwe netwerkapparatuur ter ondersteuning van nieuwe, snellere persoonlijke devices. Investeren in kwaliteit blijft verstandig, professionele netwerkapparatuur is (beter) op afstand beheer- en configureerbaar.

Dit betekent dat de beheerder storingen van apparatuur op het netwerk ziet en direct kan verhelpen en dat hij op afstand aansluitpunten 'aan' of 'uit' kan zetten.



### Draadloos netwerk

Er is veel gemopper over wifi binnen scholen. Het werkt slecht of het is duur, en voor een enkele pechvogel allebei. Het goede nieuws is dat een betrouwbaar draadloos netwerk absoluut haalbaar is, eenvoudig zelfs.

Het wellicht slechtere nieuws is dat dit een investering (in kwaliteit) vergt. Thuis werkt het kastje van de provider of een extra toegangspunt nog aardig, maar binnen een groter gebouw met meer gebruikers is een professionele aanpak een voorwaarde voor goed functionerende wifi.

Dat begint met een zogenoemde 'site survey', een meting die aangeeft waar 'access points' (de toegangspunten tot het draadloze netwerk) geplaatst moeten worden om overal in het gebouw voldoende signaalsterkte te hebben. Het aantal benodigde toegangspunten is afhankelijk van de grootte van een gebouw, maar ook van bouwmaterialen en meubilair. Betonijzer en metalen archiefkasten zijn effectieve wifi-blokkades.

Een volgende factor is een realistische inschatting van het aantal devices dat tegelijkertijd van de draadloze netwerkvoorziening gebruik zal maken tijdens piekuren. In de praktijk zien we scholen snel opschalen van specifieke tablet-klassen naar meerdere klassen en het gehele gebouw. Ondersteuning van BYOD volgt meestal vrij snel daarna. Dat is dus iets om rekening mee te houden bij het ontwerp van het netwerk.

Een afhankelijkheid tussen de installaties van het bekabelde en het draadloze netwerk betreft de netwerkaansluitingen voor de draadloze toegangspunten. Deze kunnen in principe ook draadloos met het vaste netwerk verbinden, maar een bekabelde aansluiting geeft altijd meer capaciteit en hogere



betrouwbaarheid. Wel kunnen de toegangspunten, met daarvoor geschikte netwerkcomponenten via de netwerkkabel ook van stroom worden voorzien, dit kan schelen in de installatiekosten.



### Regie en diversiteit

Een modern draadloos netwerk biedt een centrale regie-unit die met de beschikbare toegangspunten en het actuele gebruik van het netwerk de beste signaalsterktes op de juiste locaties aanbiedt. De afstemming in gebruikte kanalen en signaalsterktes tussen toegangspunten onderling verbetert de gebruikservaring en voorkomt storingen. Dit is een typische eigenschap van een professioneel netwerk waar de investering zich terugbetaalt. Deze apparatuur kan ook verschillende (virtuele) draadloze netwerken naast elkaar aanbieden waarop verschil in kwaliteit en toegang kan worden aangebracht. Zo kan inzet in de lespraktijk, administratie en toegang voor leerlingen naast elkaar worden ingericht met dezelfde netwerkapparatuur.



### Schoolnetwerk is springplank (naar het internet)

Tegenwoordig is de netwerkinfrastructuur binnen het schoolgebouw niet meer of minder dan de toegang tot internet in het algemeen en tot toepassingen, gegevens en leermiddelen in de cloud in het bijzonder. Alles bevindt zich 'buiten' de school, met als enige uitzondering wellicht de gedeelde printer. Deze springplank-functie kan het netwerk goed vervullen als het toegang biedt aan alle soorten devices, onafhankelijk van merk of leverancier. Beveiliging kan beperkt blijven tot het voorkomen van verstoringen en het (voor beperkte tijd) registreren van netwerkgebruik. Zo kunnen onregelmatigheden achteraf onderzocht worden. Als leerlingen in de bibliotheek, thuis en in de McDonald's onbeperkt gebruik

kunnen maken van hun devices, dan verwachten ze dat op school ook. Veilige toegang tot toepassingen, gegevens of leermaterialen dient te worden geregeld met de cloudaanbieders van die bronnen, niet (meer) via het netwerk. Omdat steeds meer functionaliteit, bronnen en gegevens zich online bevinden, is het netwerk zelf een absolute voorwaarde om te kunnen leren en werken. Cloudcomputing vereist een solide netwerk en dito internetverbinding.



### Internetverbinding

Hoewel Nederland zich mag verheugen in een van de beste netwerkinfrastructuren ter wereld, is er nog flinke geografische ongelijkheid. In grote(re) steden is vaak keuze uit diverse aanbieders met veel bandbreedte, in minder dichtbevolkte gebieden is er minder keuze en zijn de beschikbare snelheden aanzienlijk lager. Maar ook in de 'beter bedeelde' regio's tekent zich een groeiende uitdaging af. Digitale leermiddelen bevatten steeds vaker media-elementen, en steeds meer scholen die gebruikmaken van cloudcomputing kunnen niet meer uit de voeten met de standaard ZZP- of MKB-producten van providers. Dit aanbod is meestal niet ingericht op het bedienen van honderden gelijktijdige gebruikers die naast online agenda's, documenten, presentaties en communicatiemiddelen ook regelmatig videovergaderen in groepen en mediarijk leermateriaal raadplegen. 'Zwaardere' internetverbindingen zijn vaak prohibitief duur en gericht op grotere bedrijven. Het aanpakken van dit (markt)probleem valt buiten de scope van dit rapport.



### Firewall

Netwerktechnisch kunnen we anticiperen op ontwikkelingen in de internetmarkt door flexibiliteit te borgen op het aansluitpunt tussen het interne schoolnetwerk en de internetverbinding naar buiten. De koppeling wordt gerealiseerd met een firewall. Op deze voorziening kan veiligheid, capaciteitsbenutting (gebruik conform schooldoelstellingen) en kwaliteit worden geborgd, maar ook onafhankelijkheid van de leverancier van internettoegang. Met kortlopende contracten, die aangepast kunnen worden als de markt voorziet in nieuwe prijs/kwaliteitsmogelijkheden voor de internetverbinding, kunnen scholen alert blijven inkopen en snel inspelen op nieuwe ontwikkelingen.



### Netwerkinfrastructuur thuis en elders

Met toepassingen en devices die onafhankelijk van het schoolnetwerk functioneren, kan in principe overal gewerkt en geleerd worden. Thuis beschikken leerlingen en leraren vaak over uitstekende internetverbindingen. Daarmee renderen de inrichtingsprincipes van de ict-infrastructuur van de school ook in flexibiliteit voor leerlingen en leraren buiten de school. De nieuwe uitdagingen die dat oplevert bij het inrichten, volgen en borgen van een goed leerproces is nog grotendeels onontgonnen terrein. Een goed ingerichte netwerkinfrastructuur zit daarbij in elk geval niet (meer) in de weg.

## SWOT-analyse netwerkinfrastructuur & internetconnectiviteit



### Toelichting SWOT-analyse

- + Professioneel geïnstalleerde netwerkinfrastructuur vraagt nauwelijks aandacht en werkt met elk device op de markt. Nederland beschikt daarnaast over een basisinfrastructuur van wereldklasse, ook op het gebied van (internationale) internetconnectiviteit.
- Bekabeling is duur om aan te passen. In een tijd dat het onderwijs volop in beweging is, vraagt dit om anticipatie in gebruiksscenario's. Prijs/kwaliteit-vergelijkingen van het aanbod zijn lastig te maken en vereisen technische expertise. Dunbevolktere gebieden in Nederland hebben beperkte keuze uit marktaanbod van internetconnectiviteit.
- 🍀 Een betrouwbare (draadloze) netwerkinfrastructuur geeft veel vrijheid om met elk device plaats- en tijdonafhankelijk te leren en werken. Dit geeft toegang tot een in potentie oneindige hoeveelheid materialen en toepassingen.
- ⚠️ Vooruitlopen op het gebruik van ict in het toekomstig onderwijs is lastig, evenals het vinden van een goede balans tussen het geven van ruimte in het benutten van de ict-infrastructuur en het stellen van kaders om problemen te voorkomen. De internetverbinding van de school kan ook volledig belast worden met online vermaak, inclusief alle (live-)televisiekanalen.

## Adviezen aan het bestuur bij de inrichting van netwerk- infrastructuur & internetconnectiviteit

### 1. **Standaardiseer de (draadloze) netwerkinfrastructuur bovenschools.**

Een belangrijke bestuurlijke keuze bij de inrichting van ict-infrastructuur in scholen is welke componenten centraal dan wel decentraal worden georganiseerd.

Een objectiverend criterium bij deze beslissing is de vraag in hoeverre de specifieke inrichting van een ict-component daadwerkelijk bijdraagt aan de identiteit van de school.

Voor netwerkinfrastructuur is die vraag eenvoudig te beantwoorden: het netwerk is een neutrale voorziening, zoals 220V, die bovendien volledig gestandaardiseerd is in de toegepaste apparatuur, kwaliteitsstandaarden en protocollen. Variatie tussen scholen komt slechts tot uitdrukking in de timing bij uitrol (zie volgende punt) en de benodigde capaciteit (omvang van de school, intensiteit van gebruik, et cetera). Netwerktechnisch maakt dit geen enkel verschil en de (kosten)voordelen van centrale standaardisatie en uitrol uit zich in eenvoud en gezamenlijke inkoop en daarmee ontlasting van scholen. Scholen kunnen een door het bestuur geselecteerde leverancier een centraal vastgesteld ontwerp laten installeren, toegepast op hun situatie en de gewenste timing.

### 2. **Maak fasering mogelijk per individuele school, zodat timing en tempo aansluiten op de adoptie van mobiele devices.**

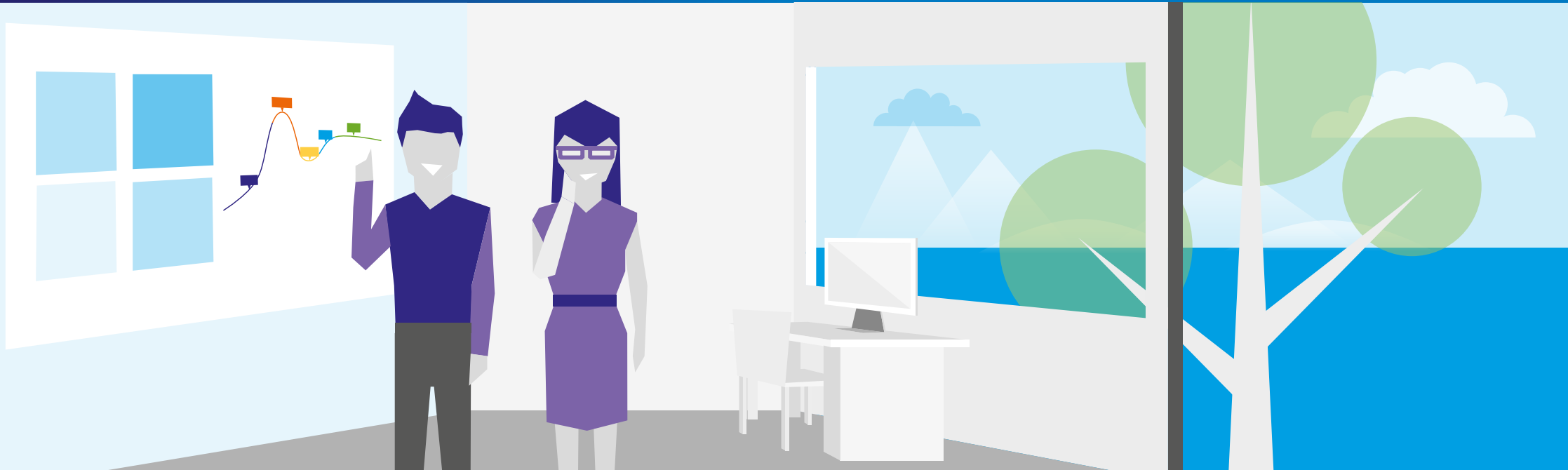
Tussen scholen binnen één bestuur zitten vaak grote verschillen. Dit komt onder andere tot uitdrukking in het onderwijs en daarmee ook in de adoptie van technologie. Met name de timing en het tempo waarmee scholen ict toepassen, verschillen sterk. Om enerzijds te profiteren van gestandaardiseerde netwerkinfrastructuur en anderzijds aan te sluiten op de behoeften van individuele scholen is het noodzakelijk om timing en tempo van de uitrol van 'het netwerk' te kunnen variëren. Door leveranciers een stapsgewijze uitrol te laten bieden voor de netwerkvoorzieningen binnen scholen, bijvoorbeeld. Als blijkt dat daar behoefte aan is, moeten scholen een volgende fase kunnen 'bestellen'. Tegelijkertijd moeten ze in elke fase kunnen voortbouwen op eerdere investeringen – investeringen die slim gekozen zijn met opvolgende fasen in gedachten. Dit aspect kan in het offerteprocess worden meegenomen en vormt een belangrijk selectiecriterium.

### 3. **Bied draadloos netwerk waar nodig, kies voor kabel waar mogelijk.**

Een mythe rondom netwerkinfrastructuur is dat in de toekomst alles draadloos wordt. Laten we hopen van niet! Natuurlijk zien we een explosieve groei in devices die uitsluitend praktisch ingezet kunnen worden met draadloze verbindingen. Maar voor apparatuur als printers en toegangspunten voor draadloos netwerk heeft een bekabelde aansluiting de voorkeur. Kabel is altijd sneller en betrouwbaarder dan de complexere, storingsgevoelige draadloze verbindingen. We ruilen flexibiliteit tegen stabiliteit, daarom accepteren we bijvoorbeeld de matige kwaliteit van mobiele telefonie. Een effectieve netwerkinfrastructuur zal echter altijd een bekabeld deel bevatten: het betrouwbare fundament voor alle draadloze toepassingen die flexibiliteit vragen. Dit is een belangrijk aandachtspunt bij de inrichting van netwerken.

#### 4. Eis eduroam-ondersteuning voor draadloze netwerken, deel wifi binnen het onderwijs.

Een kwalitatief goede wifivoorziening vraagt om een aanzienlijke investering per gebouw. Binnen besturen, maar ook daarbuiten in het bredere onderwijs, kunnen investeringen in draadloze netwerkvoorzieningen veilig worden gedeeld. Eduroam is een internationaal opgezette, professionele community-oplossing waarmee onderwijsinstellingen hun wifinetwerken aan elkaar beschikbaar stellen. Leraren en leerlingen kunnen met hun wifiaccount van de eigen school bij elke eduroampartner (onder andere collega-scholen/-besturen, bibliotheken, musea, ov-stations, hogescholen en universiteiten) direct online, zonder extra instellingen of maatregelen. Solide contracten regelen veiligheid en aansprakelijkheid op basis van internationale standaarden, een gastgebruiker blijft onder de verantwoordelijkheid van de eigen instelling vallen. De door eduroam vereiste standaarden borgen bovendien de veilige inrichting en het gebruik van het eigen wifinetwerk. Vrijwel alle netwerkinstallateurs hebben eduroam-ondersteuning als optie in hun pakket.



## 1.4 Samenhang en draagvlak: een visie op het ict-fundament

Naast het nemen van juiste investeringsbeslissingen op het juiste moment is ook organisatiedraagvlak voor die beslissingen essentieel voor succes. De eer-der gepresenteerde Hype Cycle helpt bewuste keuzes te maken uit beschikbare technologie, rekening houdend met het risicoprofiel. De Strategic Technology Map (STM) – ook wel Benefit Map – is een hulpmiddel om die beslissingen samen en met draagvlak te nemen.

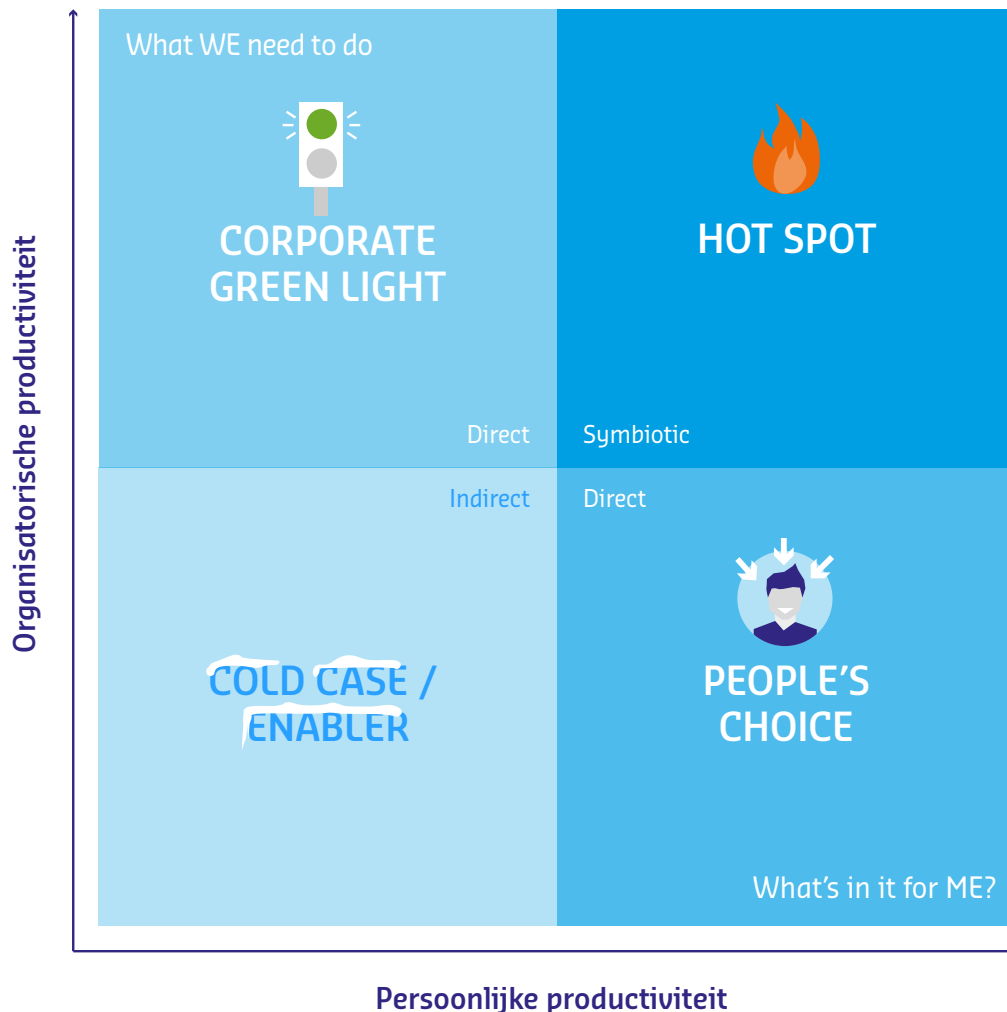
De Strategic Technology Map is gebaseerd op de volgende inzichten:

- Bij ict-inzet gaat het zelden om een enkele technologie, maar eerder om een ecosysteem van elkaar versterkende middelen die goed op elkaar moeten aansluiten. De STM helpt om complexe verbanden en onderlinge afhankelijkheden inzichtelijk te maken.

- Succesvolle implementatie van ict-middelen vraagt om balans tussen organisatieopbrengsten (wat hebben 'we' nodig) en gemak voor gebruikers (wat heb 'ik' eraan). De STM maakt inzichtelijk of met name de organisatie of de gebruikers profiteren van technologie, liefst profiteren beiden.
- Substantiële investeringen in complexe technologie vergen zorgvuldige, transparante besluitvorming. De STM biedt een visuele werkwijze om belanghebbenden samen te laten vaststellen welke combinatie van onderling verbonden technologie en toepassingen nodig is om onderwijsambities te ondersteunen. Dit helpt verwachtingen realistisch te houden en geeft inzicht in het verhaal achter onderling afhankelijke investeringen.

De STM is een simpele matrix met op de twee assen:

- Verticaal: organisatorische effectiviteit (instellingsproductiviteit)
- Horizontaal: persoonlijke productiviteit (van leerlingen, leraren, staf)



Dit levert vier kwadranten op met de volgende profielen voor daarin gepositioneerde technologie:

- **Linksonder: 'Cold case' of 'Enabler'**

Technologie in dit kwadrant scoort laag op beide assen, en betreft ondersteunende infrastructuur als datacenters, informatiearchitectuur of identiteitsmanagement.

- **Linksboven: 'Corporate green light'**

Deze technologie scoort hoog op organisatorische effectiviteit en behelst gestandaardiseerde administratieve systemen (CRM, LAS/SIS of ERP). Noodzakelijk voor de organisatie, maar vaak ervaren als last door leerlingen en leraren.

- **Rechtsonder: 'People's choice'**

Deze (consumenten)technologie scoort hoog op persoonlijke productiviteit. Denk aan smartphones en tablets, sociale media, Whatsapp en clouddiensten als Dropbox of Google Apps. Zonder organisatorische borging levert dit de organisatie niet veel op. Door fragmentatie van informatie en kennis kost het zelfs extra in ondersteuning.

- **Rechtsboven: 'Hot spot'**

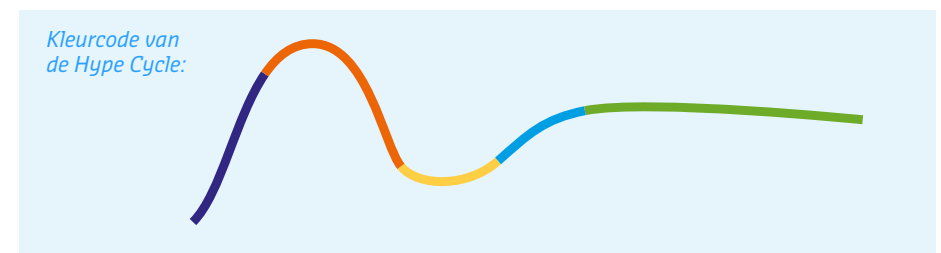
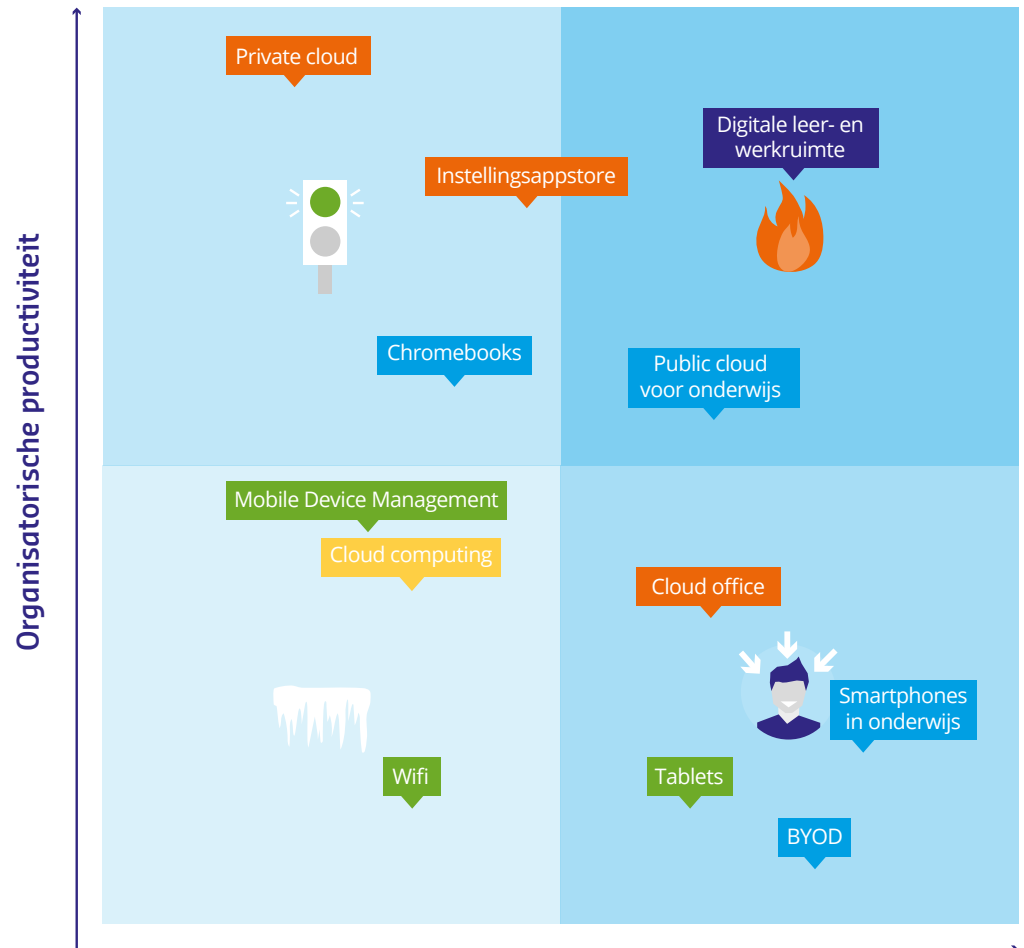
Technologie in dit kwadrant scoort hoog op beide assen. Denk aan combinaties van consumententechnologie en organisatieprocessen, zoals smartphone-apps voor leerlingadministratie of tablet-apps voor leerplatforms.

De STM is een hulpmiddel om gezamenlijk te komen tot een gedragen visie op en strategie voor de inzet van ict in het onderwijs bij bestuur en school. Het gesprek start met een breedgedragen onderwijsdoel waar ondersteuning van technologie wenselijk is. Hoog tijd om dit concreet te maken met een voorbeeld dat samengesteld is uit de technologie zoals besproken in dit hoofdstuk.

### Het verhaal van de digitale leer- en werkruimte

Dit verhaal begint met de toenemende mogelijkheden en groeiende afhankelijkheid van digitale hulpmiddelen. Dat vraagt om samenhang tussen en organisatie van die beschikbare middelen. Bijvoorbeeld een – deels zelf samen te stellen – digitale leer- en werkruimte voor leerlingen en leraren waar samen leren en werken mogelijk wordt gemaakt door communicatiemiddelen als chat en videoconferencing en mogelijkheden om opdrachten, oefeningen en werk met elkaar te delen. De combinatie van technologie die hiervoor nodig is, staat in bijgaande STM.

- Het verhaal begint met het fundament van de digitale leer- en werkruimte: de [cloud office](#). Bouwblokken zoals e-mail, agenda, adresboek, chat, gedeelde mappen en videoconferencing zijn direct beschikbaar voor elke leerling en leraar.
- De [public cloud voor onderwijs](#) voegen we toe zodat onze omgeving kan worden uitgebreid met specifiekere onderwijsfunctionaliteit voor bijvoorbeeld leerlingadministratie, roostering en financiële en personeelsadministratie – noodzakelijke componenten die het onderwijsorganisatieproces ondersteunen.
- De [instellingsappstore](#) voegen we toe zodat leerlingen en leraren gemakkelijk apps kunnen installeren op hun persoonlijke devices.
- Om in elke gewenste context effectief te kunnen werken in de digitale onderwijsruimte, voegen we achtereenvolgens [Chromebooks](#), [tablets](#) en [smartphones in onderwijs](#) toe aan ons verhaal.
- Welke van voornoemde devices mogen leerlingen privé meebrengen?



#### 1.4 Samenhang en draagvlak

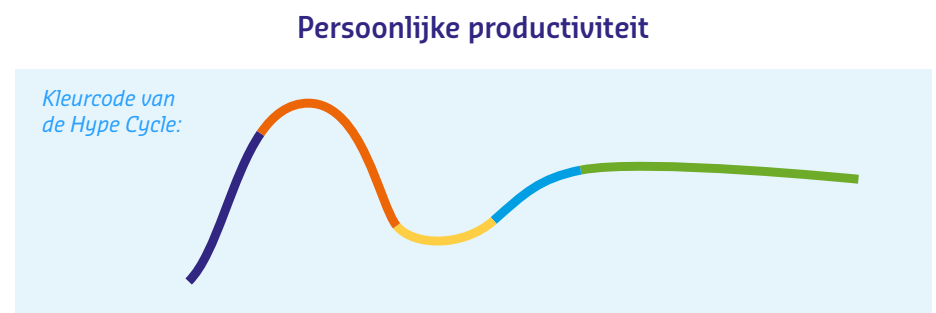
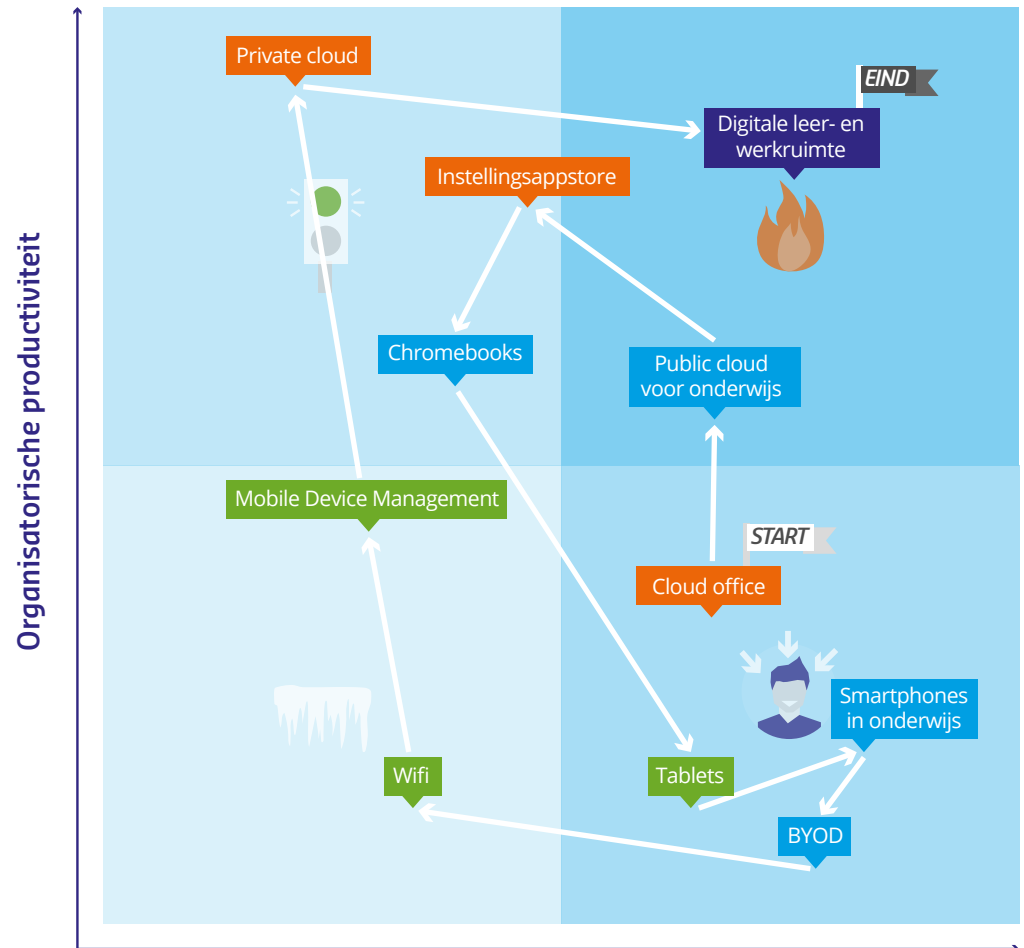


En waarvoor kunnen ze ingezet worden? Daarover schept [BYOD](#)-beleid helderheid.

- Zonder internetverbinding geen toegang tot de digitale leer- en werkrumte in de cloud. Daarom dient [wifi](#) toegevoegd te worden.
- Met [MDM](#) kan het onderwijs de mobiele devices zelf effectief functioneel beheren na de eerste installatie en configuratie door de leverancier.
- Essentiële maar ontbrekende functionaliteit kunnen besturen en instellingen toevoegen met de [private cloud](#), hoewel daar terughoudendheid geboden is vanwege hoge kosten.
- Daarmee hebben we de [digitale leer- en werkrumte](#) voorzien van een stevig fundament van technologie en dienstverlening, waardoor leerlingen en leraren hun dagelijks leer- en werkproces effectief ondersteund zien.

Dit verhaal dient slechts als aanzet voor een veel specifiekere visie van een bestuur en haar eigen onderwijsmissie. Het illustreert hoe verschillende bouwblokken gecombineerd kunnen worden om een specifiek functioneel doel haalbaar te maken. Het laat ook zien hoe de onderlinge afhankelijkheden een kritiek pad vormen van technologie-investeringen. Zonder cold case's [wifi](#) en [MDM](#) is de digitale leer- en werkomgeving niet realiseerbaar. En zonder corporate green light [instellingsappstore](#) zijn people's choices [smartphones in onderwijs](#), [tablets](#) en [BYOD](#) lastig inzetbaar.

Natuurlijk zijn er vele alternatieve paden. Deze of een zelf samengestelde STM is slechts het startpunt van een doorlopende dialoog tussen belanghebbenden. Nieuwe functionele vragen, nieuwe mogelijkheden en nieuwe prioriteiten geven aanleiding voor aanpassing van plannen en bijstelling van budgetten. Maar wel met commitment en inzicht van het gehele bestuur en haar scholen.



1.4 Samenhang en draagvlak

## 1.5 Samenwerking met leveranciers

De componenten van het ict-fundament staan aan de basis van productief ict-gebruik in het onderwijs. Er is voldoende kennis en ervaring beschikbaar om de verschillende onderdelen – cloud, devices en netwerk – doelmatig in te richten. Voor verreweg de meeste organisaties is dit geen kerntaak en ook het onderwijs besteedt de inrichting en het beheer van ict graag uit aan gekwalificeerde leveranciers. De introducties, SWOT's en adviezen in dit hoofdstuk zijn vooral gericht op het bepalen en beschrijven van het 'wat'. In deze paragraaf verdiepen we het 'hoe', met name de aandachtspunten bij het inrichten van een goede, constructieve samenwerking met de leveranciers aan wie scholen hun ict uitbesteden.

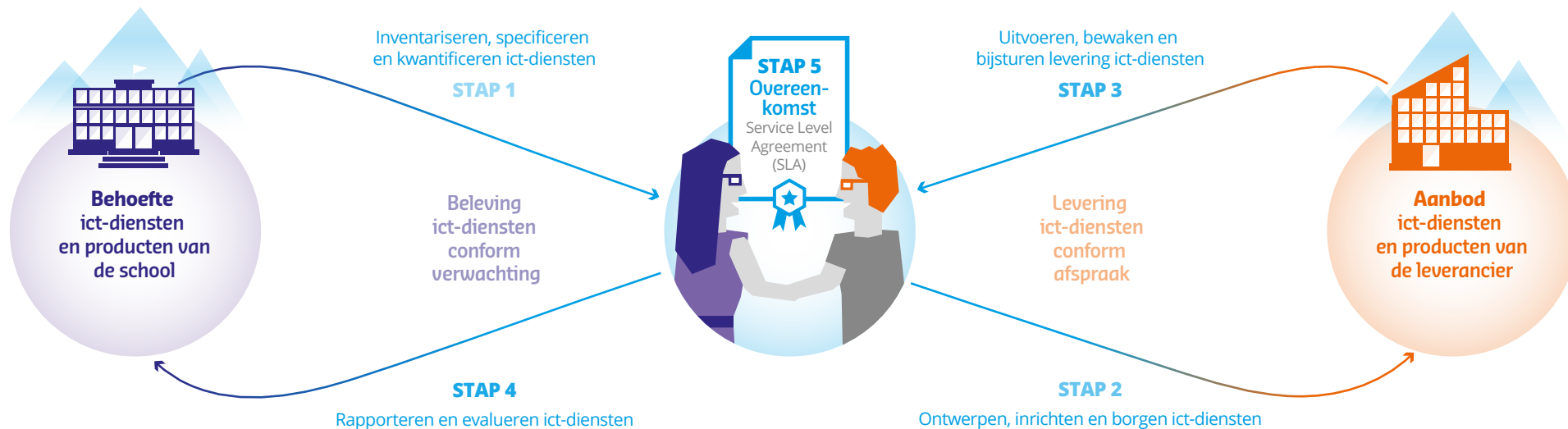
### Service lemniscaat

Een handzaam model om de dialoog tussen school en leverancier nader te beschrijven, is het zogenaamde 'service lemniscaat' (door Theo Thiadens, Leo

Ruijs en Harm Pul). Het model bestaat uit een drietal onderdelen:

1. De lus aan de linkerkant is gericht op de school; deze bepaalt de behoefte aan ict-dienstverlening en gaat na of de levering conform verwachtingen is.
2. De lus aan de rechterkant is gericht op de leverancier; deze ontwerpt en levert de ict-diensten en bewaakt de correcte levering conform afspraken.
3. In het midden wordt de dialoog tussen school en leverancier vastgelegd in een overeenkomst met zogenaamde 'service levels'. Daarin staan kwantiteit en kwaliteit van de te leveren ict-diensten beschreven. Het vormt de basis voor de controle op juiste levering en kan gedurende het contract in overleg worden aangepast.

Iedere aanvraag, offerte, levering en rapportage doorloopt het proces zoals beschreven in het lemniscaat. In de praktijk zijn nogal wat besturen en scholen ontevreden over (de dienstverlening van) hun ict-leverancier. Het GAP-model (van Zeithaml, Parasuraman en Berry) benoemt de 5 mogelijke 'gaps' tussen de verwachtingen van scholen en wat ze in de praktijk ervaren. Deze 'gaps' bieden



een startpunt om te onderzoeken wat er misgaat in de samenwerking en wat we daaraan kunnen doen.



### Stap 1: inventariseren, specificeren en kwantificeren ict-diensten

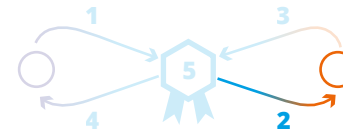
#### Valkuil

**De verwachtingen van gebruikers/school wijken af van wat de leverancier denkt te moeten leveren.**

De vertaling van onderwijsdoelen naar eisen aan ict is lastig. Leraren willen dat ict 'gewoon werkt'. Toch zijn expliciet geformuleerde eisen en wensen nodig, zonder duidelijke 'bestelling' is de kans klein dat dienstverlening goed aansluit op de schoolpraktijk. Leveranciers vallen dan makkelijk terug op hun 'standaardpakket'. Succesvolle inzet van ict begint met een goed begrepen, in de school breedgedragen, goed geformuleerde vraag.

#### Aanbevelingen

Zorg voor draagvlak bij leraren bij het formuleren van eisen aan ict. Investeer (tijd) in het opstellen van een goed uitgewerkte beschrijving van de gewenste ict. Vraag leraren om in concrete gebruiksscenario's aan te geven hoe zij straks willen kunnen werken met leerlingen en collega's, binnen en buiten school. Reserveer (contractuele) ruimte voor nieuwe eisen en wensen die vaak tijdens ict-gebruik pas zichtbaar worden. Met onderwijsdoelen als differentiatie en maatwerk en de dynamiek in de huidige ict-markt is het voor meerdere jaren vastleggen van dienstverlening niet realistisch of wenselijk. Aanpassing en uitbreiding van ict-dienstverlening dient onderdeel te zijn van de afspraak met de leverancier.



### Stap 2: ontwerpen, inrichten en borgen ict-diensten

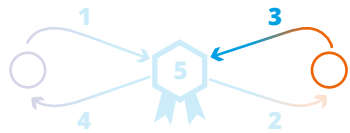
#### Valkuil

**De organisatie en werkwijze van de leverancier wijken af van de te leveren producten, diensten en/of het afgesproken serviceniveau.**

Leveranciers werken graag met standaardproducten, -diensten en -werkwijzen. Dat maakt een efficiënte bedrijfsvoering mogelijk en daarmee dus winst. Als de dialoog tussen scholen en leveranciers ict-diensten oplevert die afwijken van de gevoerde standaarden, moet dat onderling goed afgestemd worden. De leverancier moet scholen bovendien helder informeren over de gekozen oplossingen en gesloten compromissen ten opzichte van de oorspronkelijke wensen. Alleen zo kunnen scholen een afgewogen beslissing nemen over voorstellen van leveranciers.

#### Aanbevelingen

Zorg als bestuur/scholen voor de expertise (technisch, juridisch, financieel) om voorstellen van leveranciers op waarde te kunnen schatten ten opzichte van de oorspronkelijke vraag. Huur die expertise zo nodig tijdelijk in, als investering in een passend aanbod met de beste prijs/kwaliteit-verhouding. Zorg dat leveranciers expliciet maken welke aspecten van het eisenpakket voor hen 'standaard' zijn en welke extra tijd en aandacht zullen vragen. Zoek waar nodig gezamenlijk naar alternatieven voor 'dure' eisen die vrijwel even goed voldoen en eenvoudiger te realiseren en ondersteunen zijn. Communiceer dit intern zodat toekomstige gebruikers de gemaakte keuzes kennen en onderschrijven.



### Stap 3: uitvoeren, bewaken en bijsturen levering ict-diensten

#### Valkuil

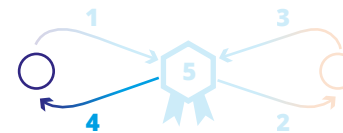
De daadwerkelijke ict-dienstverlening wijkt af van de gemaakte afspraken en specificaties.

Tijdens het offerte- en verkoopproces zijn bij zowel leveranciers als scholen vaak andere mensen betrokken dan in de dagelijkse praktijksituatie waarin levering plaatsvindt. Dit vraagt om zorgvuldige vastlegging en overdracht van gemaakte afspraken, aandachtspunten en gelegde contacten. Als de overeenkomst gesloten is, neemt het tot dan toe intensieve contact vaak af. Zo ontstaat snel onduidelijkheid over hoe de afspraken om te zetten in dienstverlening conform afspraken én verwachtingen. Juist tijdens de uitvoering/ levering van ict-dienstverlening moeten bij onverwachte situaties goed op elkaar afgestemde beslissingen worden genomen om zo dicht mogelijk bij de intentie achter de afspraken te blijven.

#### Aanbevelingen

Zorg voor voortdurende dialoog tussen scholen en leveranciers bij de uitvoering van ict-diensten en levering in de dagelijkse praktijk. Maak concrete afspraken over contactmomenten en -personen. Kennis van en inzicht in de werkafspraken borgt begrip voor pragmatische beslissingen die bovendien in goed overleg genomen kunnen worden.

Organiseer feedback vanuit de gebruikersgemeenschap in school tijdens de inrichting van ict-dienstverlening. Goede (interne) communicatie met beider achterban tijdens de levering is van groot belang voor commitment aan de afspraken binnen de organisatie van de leverancier en realistische verwachtingen bij gebruikers binnen de scholen.



### Stap 4: rapporteren en evalueren ict-diensten

#### Valkuil

Rapportage en communicatie over de ict-dienstverlening wijkt af van de ervaren kwaliteit.

Formele rapportage over al dan niet gehaalde serviceniveaus lijkt vaak rooskleuriger dan wat de praktijk uitwijst. Leveranciers hebben de neiging enigszins te overdrijven in wat geleverd is of te focussen op de gunstigste scenario's bij gebruik. De mede daardoor hooggespannen verwachtingen worden in de beleving van gebruikers vervolgens niet waargemaakt.

#### Aanbevelingen

Zorg voor een laagdrempelige, zorgvuldig ingerichte, goed gedocumenteerde registratie van problemen met de ict-dienstverlening binnen scholen. Vertaal 'geruchten' over ervaringen snel naar concrete cases met een gedetailleerde beschrijving. Dit maakt een oplossingsgericht gesprek mogelijk waarin concrete verbeterafspraken kunnen worden gemaakt.

Ondanks de beste intenties treden tijdens de contractperiode ongetwijfeld problemen op of komen misverstanden aan het licht. Spreek af om de rapportage over de dienstverlening periodiek te bespreken en zorg ervoor dat daarin daadwerkelijke gebruikers uit scholen en 'leverend' personeel van de leverancier worden betrokken. Bespreek de rapportage in relatie tot de dagelijkse praktijk (met behulp van de verzamelde cases), benoem verbeterpunten en maak concrete afspraken over realisatie daarvan.



## Stap 5: afspraken vastgelegd in overeenkomst (SLA)

### Valkuil

#### De werkelijke dienstverlening wijkt af van de verwachtingen.

De gemaakte afspraken tijdens het proces van specificeren, offreren, leveren en rapporteren liggen vast in de overeenkomst waarin een SLA is opgenomen die specificeert waar de dienstverlening aan moet voldoen. Vaak ligt de oorzaak van een conflict tussen scholen en leveranciers in interpretatieverschillen van de afspraken.

### Aanbeveling

De basis van de kloof tussen verwachtingen en geleverde diensten ligt vaak in op inspanningen gerichte afspraken. De formeel afgesproken reactietijd (mijn vraag is aangekomen) op een telefoontje of mailtje bedraagt vaak dagdelen of dagen, terwijl leraren een oplostijd van uren vaak al ongewenst vinden (mijn probleem is opgelost). De formele taal gebruikt in afspraken over serviceniveaus geeft weinig inzicht in de consequenties voor de dagelijkse praktijk. Richt daarom de afspraken op het gewenste resultaat, bijvoorbeeld: problemen bij leraren met het digibord of de computer moeten uiterlijk de volgende schooldag opgelost zijn.

Probeer bij conflicten over 'het contract' te achterhalen in welke lus of pijl van het lemniscaat de basis ligt voor het verschil van inzicht. Door te achterhalen waar het mis is gegaan, kan het probleem gericht aangepakt worden. Als bijvoorbeeld bij de specificatie van de gewenste werking van de wifi geen gebruik van zelf meegebrachte apparatuur is meegenomen, dan is een wijziging van die dienst gewenst.





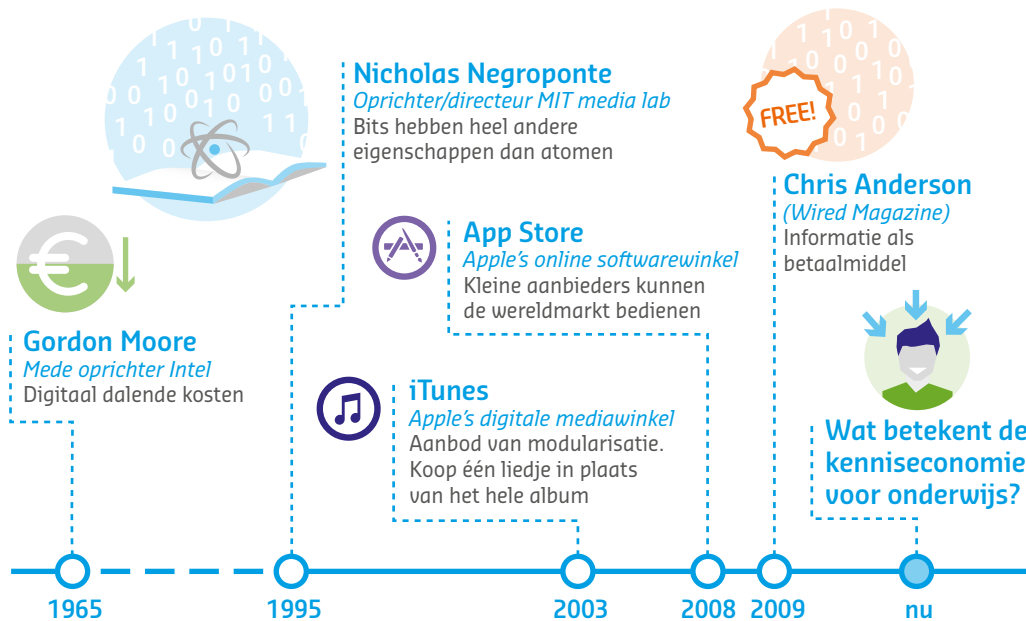
## Deel 2

# Digitaal leerproces

## Introductie

Digitalisatie in het onderwijs versnelt. Uitgevers en distributeurs van digitaal leer materiaal verwachten dat hun aanbod van leer materiaal de komende jaren vrijwel volledig digitaal zal worden. Persoonlijke devices, (via wifi) permanent verbonden met internet, komen volop beschikbaar in scholen. En dit is pas het begin. Bestaande middelen worden vervangen door digitale versies en huidige processen worden geoptimaliseerd met ict.

Zo'n optimalisatieslag – bestaande activiteiten en processen verbeteren – is een gebruikelijke eerste fase na de introductie van nieuwe technologie. In de daaropvolgende transformatiefase met radicalere (proces)veranderingen wordt de echte impact van innovaties pas zichtbaar.



Conform de Wet van Moore wordt het opslaan, verwerken, kopiëren en verplaatsen van bits (digitale informatie) al sinds de jaren zestig bijna jaarlijks twee keer zo efficiënt terwijl de kosten gelijk blijven. Dit maakt 'gratis' clouddiensten mogelijk, alsmede steeds snellere telefoons, tablets, laptops, wifi- en internetverbindingen.

Fysieke objecten en de distributie en opslag daarvan worden daarentegen steeds duurder vanwege schaarste van grondstoffen, asfalt en brandstof.

Nicholas Negroponte legt in zijn boek 'Being Digital' uit dat de fundamenteel andere (met name logistieke) eigenschappen van bits zorgen voor omwentelingen in (zakelijke) modellen die gebaseerd zijn op fysieke schaarste. Denk aan muziek(dragers), kranten (nieuws op papier) en intussen ook boeken, televisie en film. iTunes schakelde begin deze eeuw de tussenhandel uit en bood daarnaast modularisatie in kleinere eenheden (één liedje in plaats van het hele album). Appstores verlagen op soortgelijke wijze de drempel voor kleine aanbieders van apps om zonder grote investeringen een wereldwijde markt snel en op maat te kunnen benaderen. Wat betekent deze al veelbesproken

transitie van een industriële naar een kenniseconomie voor het onderwijs? Chris Anderson zegt in zijn boek 'Free' dat onze digitale sporen van gedrag en belangstelling betaalmiddel zijn geworden voor online dienstverlening. Is dat wenselijk in onderwijs?

### Van optimalisatie naar transformatie

Zoals gezegd is het onderwijs druk bezig met optimalisatie van bestaande processen en middelen:

- We drukken binnenkort geen talloze versies van (school)boeken meer. Het (adaptieve) digitale materiaal kan moeiteloos, *just-in-time* en op maat worden aangeboden en snel aangepast, de nieuwe versie is direct voor iedereen beschikbaar. Sommige uitgeverij verkopen al een methode die bij de start van het schooljaar niet af is.
- Distributie van digitale materialen, alleen die delen die nodig zijn (modularisatie), verloopt straks moeiteloos doordat de complexe logistieke processen behorend bij fysieke materialen snel afnemen.
- Leerlingen en leraren beschikken over diverse schermen, van digitale borden in de les (nu vaak nog 'frontaal' ingezet) tot tablets (nu vaak nog met 'boeken achter glas') en smartphones die op school, thuis en onderweg toegang bieden tot een steeds persoonlijker online leeromgeving.

Is deze optimalisatie van bestaande leermiddelen (boeken), bestaande processen (jaarcohorten) en huidige organisatiekeuzes (klassen) nu het maximale dat het digitale tijdperk het onderwijs te bieden heeft?

De transformatie in het onderwijs zal bestaan uit het ontdekken van nieuwe werkvormen waarbij digitale borden en persoonlijke devices in dienst staan van een flexibeler organisatie én ondersteuning van het leerproces. Wat is bijvoorbeeld de ideale groepsgrootte voor leerlingen zelf? Leermaterialen zullen de dynamiek, flexibiliteit en internetverbondenheid van digitale borden en devices gaan benutten om met behulp van augmented- en virtualreality rijke

en diverse leerervaringen te bieden. Wat is de beste omgeving voor diverse leeractiviteiten? Hoe maken we effectief gebruik van tijd, samen en alleen?

### De kern van de transformatie

Maar de kern van de (digitale) transformatie zit 'm in de mogelijkheid om met die digitale materialen in digitale leeromgevingen te kunnen differentiëren in de leerroutes voor individuele leerlingen. In deze digitaal ondersteunde leergemeenschap kan van alles worden gemeten, verzameld, geanalyseerd en gerapporteerd over leerlingen en hun (leer)context. Doel: het leren en de leeromgeving begrijpen en verbeteren. En dan in veel meer detail dan met drie rapporten per jaar en dezelfde leerlijn voor de hele klas. Het is niet dat ons huidige onderwijs slecht is of dat scholen niet goed functioneren, maar om de creatieve beroepsbevolking op te leiden waar onze kenniseconomie om vraagt, hebben we andere dingen nodig dan gestandaardiseerde curricula en dito tests. Overigens: wat die andere dingen zijn en hoe leraren en scholen met digitalisatie tot beter onderwijs kunnen komen, is een interessante en nog grotendeels onbeantwoorde vraag waar ook dit trendrapport geen uitsluitsel over kan geven. De ambities van de digitalisatie van het leerproces kunnen we wel schetsen:

- Inspelen op verschillen tussen individuele leerlingen om hen nog beter te kunnen helpen zich te ontwikkelen tot zelfstandige, sociale, verantwoordelijke, samenwerkende en kritisch denkende deelnemers aan onze maatschappij.
- Ondersteuning bieden aan leraren bij de begeleiding van leerlingen in hun ontwikkeling (met inzicht uit data) en met name hun creativiteit en didactische kwaliteiten te benutten door daar met 'automatisering' van bijvoorbeeld taal- en rekenoefeningen meer tijd en ruimte voor vrij te maken.
- Heruitvinden van 'de school' als organisatorisch concept en als veilige omgeving – met synergie tussen fysieke en online leeractiviteiten – om binnen te leren en daartoe ook fouten te durven en kunnen maken.

### Schaalbaar onderwijs

Daarnaast is er de beperkte schaalbaarheid (de verhouding leerling/leraar) van het huidige onderwijs en de toenemende vraag naar met name hoger onderwijs. Juist vanwege de hoge arbeidskosten in onderwijs is het van groot belang te onderzoeken waar productiviteitsverbetering mogelijk is. Niet door leraren 'weg te automatiseren', maar door hun capaciteiten en bezieling vooral te benutten voor hun unieke bijdrage aan het leerproces daar waar technologie dat nu niet of minder goed kan. Saai, herhalend werk en administratie laten we graag over aan machines.

Daarbij sluiten we onze ogen niet voor de vele hindernissen die we moeten overwinnen. De nieuwe dynamiek van flexibiliteit door digitalisatie introduceert immers ook nieuwe zorgen.

Deze schets van de consequenties van onderwijsdigitalisatie is een stip op de horizon, bedoeld om scenario's los te maken en het denken over nog te maken keuzes te verhelderen. De digitaliseringstrein is vertrokken en zal niet meer stoppen, maar er zijn nog vele wissels op het spoor richting de horizon.

### Werken aan hoger rendement

Een belangrijk bijeffect van leren in een digitale omgeving is dat de registratie van formeel vereiste voortgangsgegevens eenvoudig kan plaatsvinden. Mits goed ingeregeld – met goed op elkaar aangesloten, samenwerkende informatiesystemen – kan dit de administratieve last van leraren en scholen fors terugbrengen. Met deze informatie kan ook gewerkt worden aan kwaliteitsverbetering en een hoger rendement. Data over verschillende klassen en leerjaren kan inzicht geven in de effectiviteit van leermaterialen en methodes, de geschiktheid daarvan voor verschillende leerlingen, de effectiefste inzet van personeel en de ontwikkelingen van leerling-, leraar- en schoolprestaties door de jaren heen.

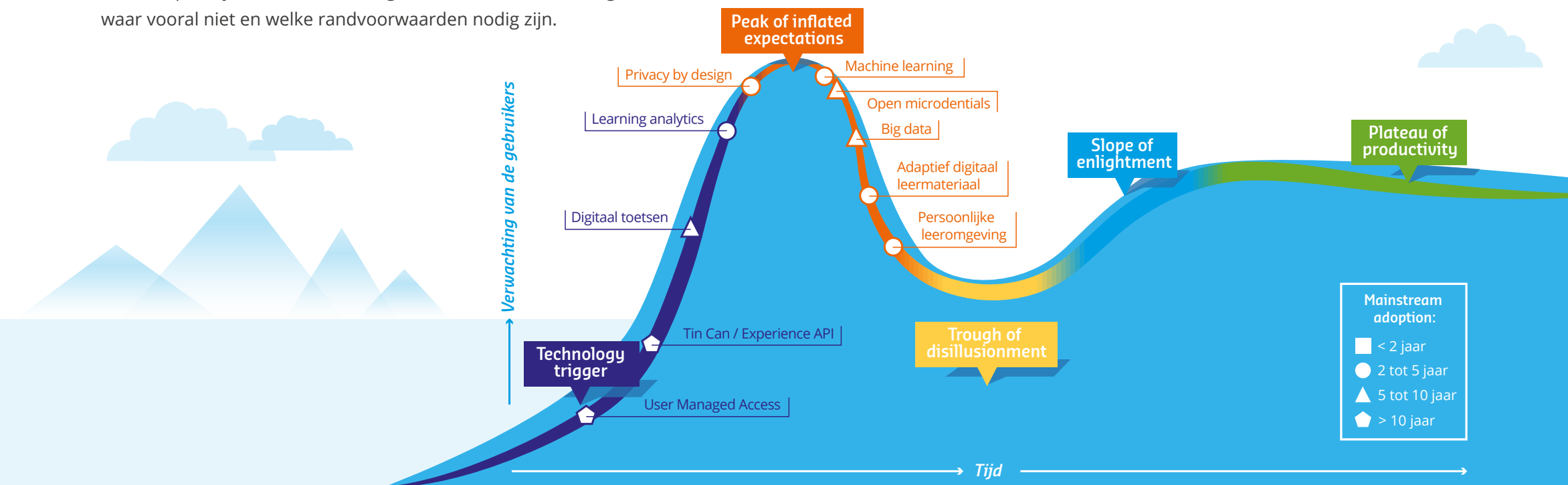


## Hype Cycle voor het digitaal leerproces

De belangrijkste technologieën die in dit hoofdstuk aan bod komen, staan in bijgaande Hype Cycle, ontwikkeld door marktonderzoeksbureau Gartner Research. De Hype Cycle brengt in kaart hoe een nieuwe technologie de hele cyclus doorloopt van belofte tot geaccepteerd product. Het is een momentopname van de relatieve volwassenheid van technologie en het potentieel ervan in de toekomst. De positie van een trend – het risicoprofiel – wordt bepaald met een analyse van de volwassenheid, marktadoptie en de beschikbare kennis van die technologie.

De meeste technologie in het digitaal leerproces is nog in de experimentele fase of doorloopt de frustrerende – maar zeer leerzame en daarmee waardevolle – reis door de ‘trough of disillusionment’. Door schade (desinvesteringen) en soms schande (denk aan privacy-incidenten) leren we in de praktijk waar de technologie effectief kan worden ingezet, waar vooral niet en welke randvoorwaarden nodig zijn.

Technologieën als digitaal toetsen en adaptief digitaal leer materiaal, waar volop aan gewerkt wordt, zijn nog confronterend ver verwijderd van het veilige stadium van volwassenheid. Ze zijn kortom nog niet geschikt voor grootschalige toepassing in de mainstream van het onderwijs, het experimentele karakter vraagt om bewust vormgegeven experimenten met voldoende vangnetten voor problemen. Voor de verplichte eindtoets basisonderwijs bijvoorbeeld kunnen Nederlandse scholen – naast papier – al kiezen voor een digitale, adaptieve eindtoets terwijl de technologie daaronder nog pril is. Gedreven door de ambitie om de capaciteiten van elke leerling zo goed mogelijk in kaart te brengen wordt risico genomen. De opbrengst – een passender advies voor vervolgonderwijs – kan dat risico rechtvaardigen. Wel is aandacht nodig voor de validiteit en de vergelijkbaarheid van toetsresultaten tussen scholen die verschillende toetskeuzes maken.



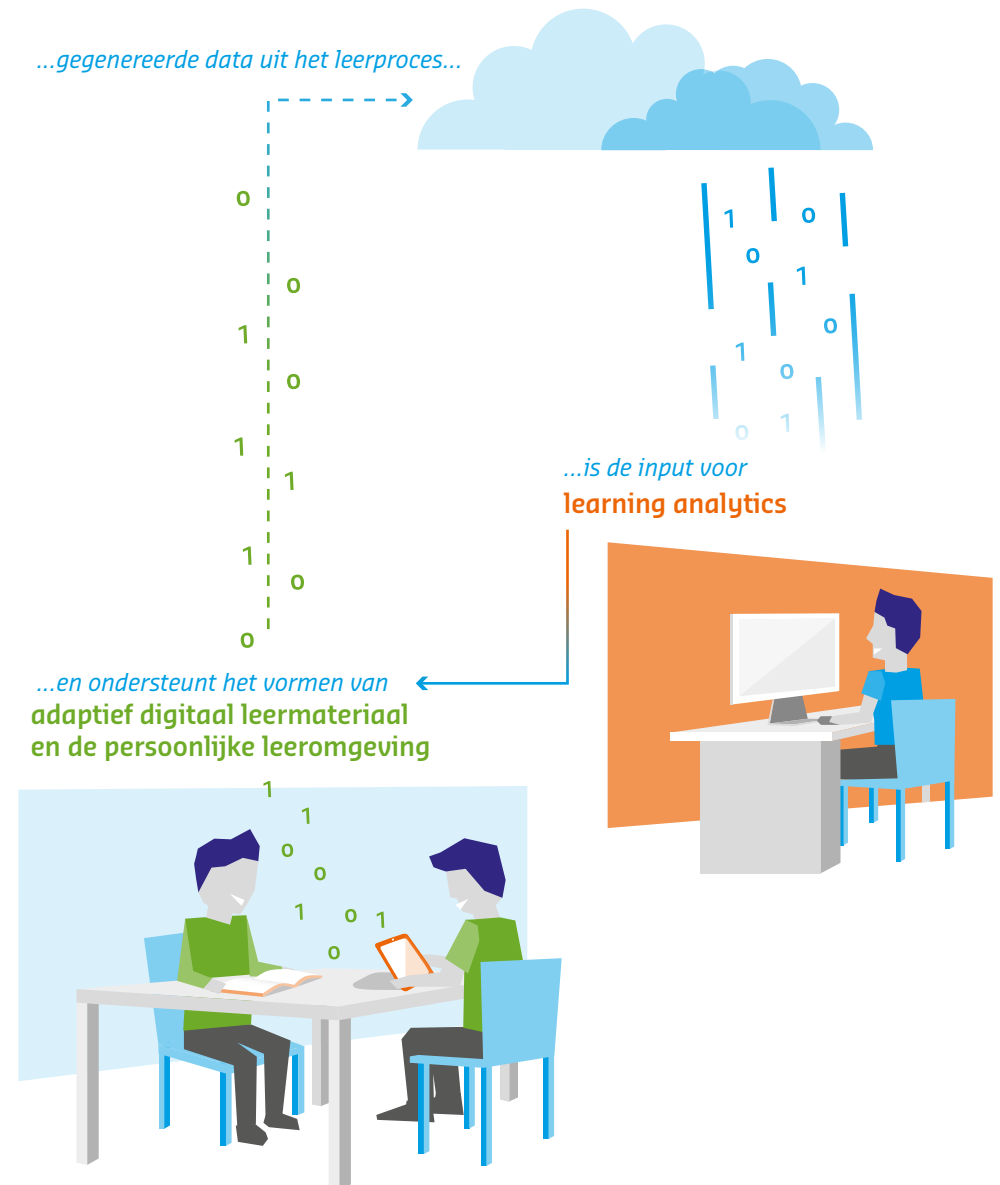
De belofte van differentiatie en maatwerk maakt de risico's behorend bij digitale leermiddelen en de inzet van data en analytics de moeite waard. In dit hoofdstuk geven we inzicht in zowel te verwachten opbrengsten als bedreigingen.

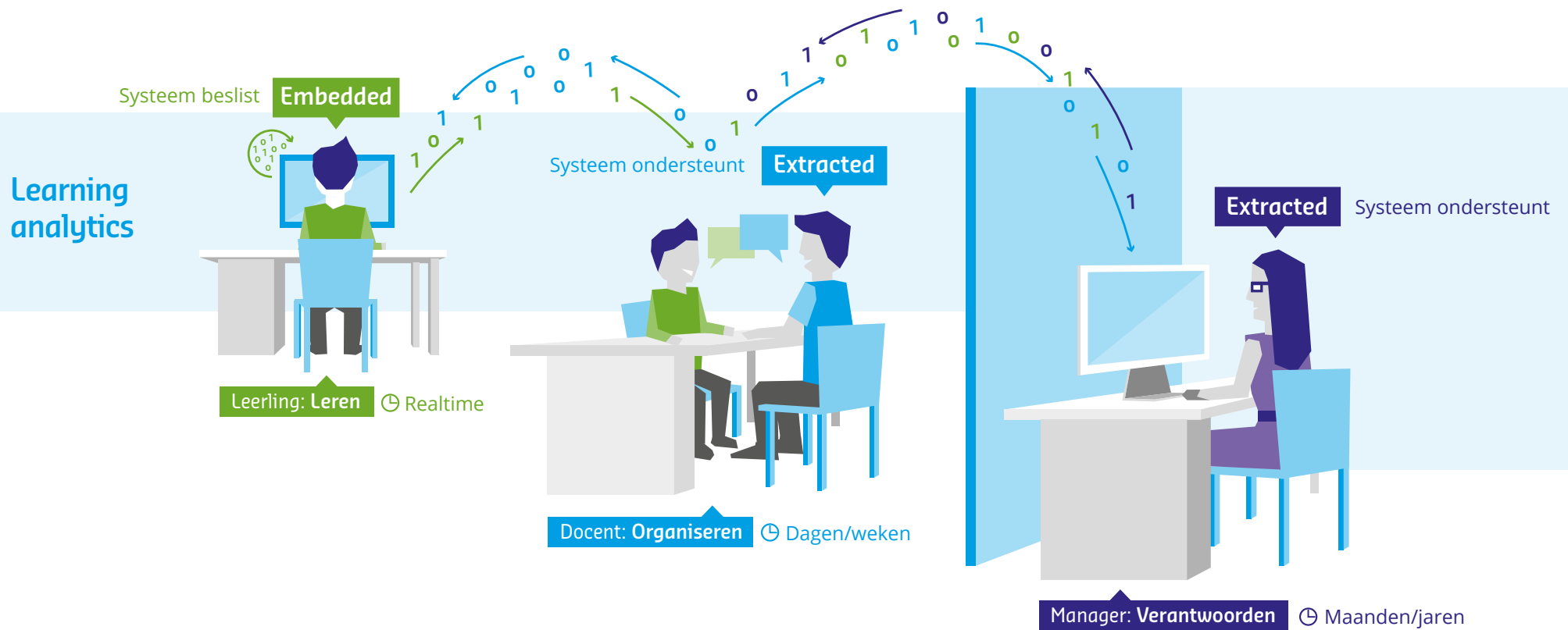
De meer onderwijsgerelateerde termen in dit hoofdstuk verschijnen niet in een op technologie gericht analyse-instrument als de Hype Cycle. Ontwikkelingen zoals blended learning, digitale portfolio's, taxonomieën, rubrics en peer- en self assessment zijn echter cruciale bouwstenen voor een effectief digitaal leerproces en komen daarom zeker aan de orde.

### Brandstof, motor en voertuigen voor digitaal onderwijs

In de komende paragrafen beschrijven we de vier componenten die in nauwe samenhang gedigitaliseerd onderwijs mogelijk maken. We beginnen met learning analytics als de analytische motor, gevoed door de brandstof van big data. De daaropvolgende paragrafen gaan in op adaptief digitaal leermateriaal en persoonlijke leeromgevingen, als de voertuigen die deze motor gebruiken bij het ondersteunen van meer gedifferentieerd onderwijs.

Daarna onderzoeken we hoe een onderwijsvisie ondersteund kan worden met een collectie samenhangende componenten, en welke risico's en onderlinge afhankelijkheden dat oplevert. De afsluitende paragraaf gaat in op de technologietrends in privacy en welke handvatten die bieden om de negatieve effecten van digitalisatie te adresseren. Daarnaast kijken we naar (ontwikkelingen in) regelgeving en hoe daarmee om te gaan.





## 2.1 Big data en learning analytics, de weg naar datagedreven onderwijs

Hoewel de term ‘datagedreven onderwijs’ onpersoonlijk klinkt en daardoor weerstand oproept, vindt het al op grote schaal plaats. Scores op toetsen zijn bepalend voor de overgang tussen leerjaren, dicteren keuzes voor vervolgonderwijs en vormen het belangrijkste criterium om al of niet in te grijpen in het leerproces van leerlingen. Deze ‘handmatig’ verzamelde data zijn echter beperkt in frequentie, soms vertroebeld door piekbelasting van leerlingen en vaak beperkt tot eenvoudig kwantificeerbare aspecten van leren.

Het gedigitaliseerde organisatie- en ondersteuningsproces van onderwijs biedt in potentie een rijkdom aan hoogfrequente data. Het gebruik van digitaal leermateriaal, met digitale oefeningen en toetsen, aangeboden in een digitale leer- en werkomgeving, kent veel observatiemogelijkheden. Informatie is eenvoudiger te verzamelen, ordenen, analyseren en delen. Dit zal bijdragen aan een completer beeld van de voortgang van een leerling en de achtergrond van eventuele problemen. Deze ontwikkeling wordt ook wel learning analytics genoemd, of toepassing van big data: het benutten van grote, gevarieerde en snelgroeiende hoeveelheden data, de sporen die het digitale leerproces achterlaat.

## Metten is weten met learning analytics?

Het doel van learning analytics is niet alleen te meten en te beschrijven wat er is gebeurd, maar vooral ook te interpreteren en te begrijpen waarom iets gebeurt. Op basis van dat inzicht kan uiteindelijk proactief worden gehandeld, bijvoorbeeld om te voorkomen dat een leerling een jaar moet overdoen of uitvalt. De voortgang van een leerling wordt completer, en in context, in beeld gebracht. Deze informatie geeft inzicht en overzicht en het ondersteunt de dialoog tussen school en thuis.

Het doel van de technologie is zeker niet om de rol van de leraar als onderwijsprofessional te marginaliseren. Maar de impact op de rol van de leraar in het leerproces zal groot zijn. De technologie ondersteunt de organisatie en observatie van het onderwijsproces door onder andere de planning, logistiek, communicatie en informatiehuishouding efficiënt te regelen. De leraar kan zich daardoor meer richten op de essentie van goed onderwijs: boeiende lessen voorbereiden, verbanden leggen, doorvragen en leerlingen stimuleren in hun individuele leerprocessen.

Technologie ondersteunt de leraar bij zijn taken, helpt organiseren en reikt voortgangsinformatie aan uit diverse bronnen, zoals de huisarts je te woord staat met inzicht in je medische historie, medicijngebruik en recente klachten. Het helpt de ambitie die elke leraar heeft waar te maken: recht doen aan verschillen tussen leerlingen met een gevarieerde en gedifferentieerde onderwijsaanpak. Het benutten van data en daarop gebaseerde analyses en adviezen is daarbij een nieuw, onontgonnen gebied. Onderzoek door de 'datateams' van de Universiteit Twente laat al opbrengsten zien, maar toont ook aan dat er veel meer uit te halen valt als leraren nog beter kunnen omgaan met de technologie.

## Big data, de brandstof voor kwaliteitsverbetering

Digitaal werken en leren laat sporen van data achter. Nu zijn data in informatiesystemen geen nieuw fenomeen, we hebben er databases vol van. Wat is er dan anders aan big data? Het gaat om een zeer groot volume (veel details over veel activiteiten), met hoge omloopsnelheid (hoge actualiteit), grote variëteit (minder vooraf bedachte structuur) en veel ruis en vragen rond betrouwbaarheid. We hebben data over elke klik in elk digitaal leermiddel, elke actie van elke leerling in de digitale leeromgeving, met daarbij tijdstip, duur, resultaat, locatie, gebruikt device, et cetera.

Big data biedt daarmee een heel andere uitdaging dan de standaardrapportages uit ontwikkelde informatiesystemen. Daar is de context en betekenis van gegevens vaak per definitie duidelijk en direct nuttig inzetbaar. Bij big data is onze eerste uitdaging om uit de ruwe gegevens betekenisvolle informatie te destilleren. We moeten rekening houden met de context waarin ze werden verzameld en de ruis eruit filteren. Welke data zijn betekenisvol bij het in beeld brengen van het leerproces?

Het vergroten van de waarde van data vindt plaats in een aantal stappen:

### 1. Beschrijvend: *wat is er gebeurd?*

Hier ligt de nadruk op het verzamelen en borgen van de kwaliteit van data die beschrijven wat er is gebeurd in ons huidige proces – relatief traditionele informatiemanagementtaken dus.

### 2. Diagnostisch: *waarom is het gebeurd?*

Om data te interpreteren en in de juiste scope en context te plaatsen is inzicht in (kennis van) het onderwijsproces nodig. Zo helpt data beoordelen of we gestelde doelen bereiken. Bijvoorbeeld door verklaringen te zoeken voor de uitval van een groep leerlingen. Is er een (proces)aanpassing gewenst? En zo ja, welke?

**3. Voorspellend:** *wat zal er gebeuren?*

Niemand weet welke indicatoren voorspellend zijn voor bijvoorbeeld studievertraging of uitval. In deze fase zijn nieuwe vaardigheden nodig die kennis van het onderwijsproces combineren het hanteren van grote datacollecties. Met die nieuwe mogelijkheden kunnen we voorspellen welke effecten verschillende maatregelen zullen hebben, en op basis daarvan beslissen wat we gaan doen.

**4. Voorschrijvend:** *wat moet ik doen?*

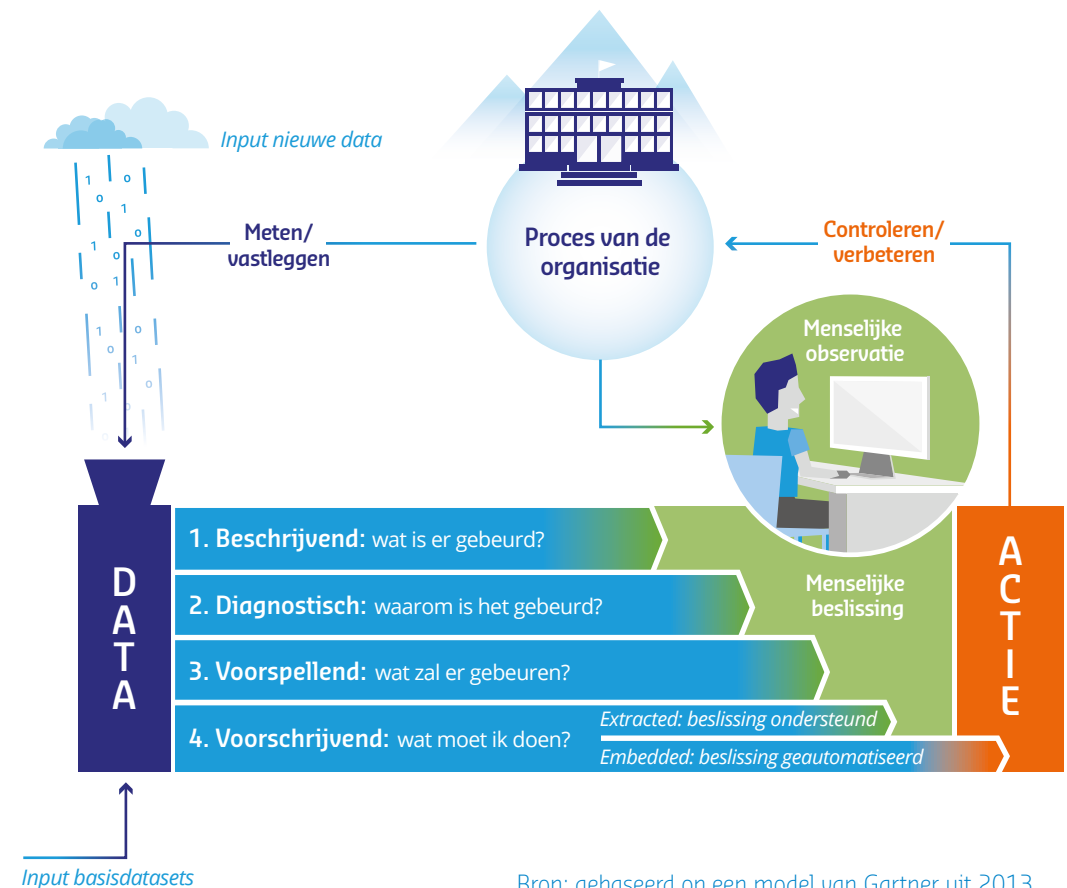
In deze stap concluderen we wat de beste beslissing is, onderbouwd met relevante data. Dit kan een advies zijn dat een beslissing ondersteunt of een automatisch proces dat de 'berekende' beslissing direct doorvoert. Dit onderscheid zullen we straks nader duiden met de begrippen 'embedded' en 'extracted' analytics.

De cyclus sluit zich door in stap 1 bewust informatie te verzamelen die ons informeert over de effectiviteit van de maatregel uit stap 4.

In elke volgende stap in dit proces wordt meer 'machinewerk' verricht en is er minder menselijke inmenging in de analyse en besluitvorming. Van het verzamelen van gegevens over de huidige situatie via diagnose en voorspelling tot het ondersteunen of zelfs automatisch nemen van beslissingen op basis van vooraf vastgestelde regels. We zullen dit laatste concreet illustreren aan de hand van adaptief digitaal leer materiaal waarin dit volop wordt toegepast.

**Slim volgen in de toepassing van technologie**

In sectoren als het bedrijfsleven en de zorg zijn al ontwikkelingen zichtbaar waarvan het onderwijs als 'slimme volger' gebruik kan maken. Zo wordt daar de zorg voor dataverzameling en kwaliteitsborging centraal en efficiënt georganiseerd, wat in het onderwijs op bestuursniveau zou kunnen. Tegelijkertijd komt er meer ruimte om decentraal – op schoolniveau – zelf analyses te maken van specifieke vraagstukken, zoals aansluiting op lokale voor- of vervolgopleidingen. Marktleiders als IBM Watson Analytics en Tableau bieden



cloudplatforms die geen technische expertise vergen om te kunnen vullen en bedienen. Deze selfserviceplatforms verlagen de drempel om met data aan de slag te gaan en zijn gratis uit te proberen. Vanzelfsprekend is nog steeds onderwijsproceskennis noodzakelijk en expertise in statistische analyse, evenals aandacht voor privacy en veiligheidsaspecten. Maar de geavanceerde tools maken experimenteren eenvoudig zonder technische investeringen vooraf, en zonder lastige (product)keuzes waarvoor de inzichten nog ontbreken. Kortom, de drempel om met data aan de slag te gaan is voor de slimme volger intussen flink verlaagd.

## Betekenis geven aan data in de PDCA-cyclus

Het geven van betekenis aan de ruwe data begint met het stellen van goede vragen. Welke informatie is voor de leerling, leraar, schoolleider en bestuurder van belang om de kwaliteit van het individuele leerproces en het collectieve onderwijsproces te kunnen verhogen? Waarmee kun je beoordelen of het 'plan' werkt? Zowel op microniveau (leerling/ouders), mesoniveau (leraar/schoolleider) als macroniveau (bestuurder/OCW)?

Juist omdat big data geen vooraf ontworpen structuren kent, is een goed geformuleerde doelstelling vereist om te kunnen bepalen welke (combinaties van) data relevant zijn. Als uit de data een (eerste) antwoord is gedistilleerd, kunnen we proberen met dat nieuwe inzicht een interventie te bedenken die het proces verbetert. Vervolgens begint de cyclus opnieuw door met de verzamelde data uit het aangepaste proces te bekijken of de aanpassing het gewenste effect heeft. Zo'n proces kan bijvoorbeeld de begeleiding van de leerweg en profielkeuze betreffen voor de bovenbouw in het voortgezet onderwijs. Welke prestaties in de onderbouw zijn goede voorspellers voor succes in een bepaald profiel? Welke relaties tussen vakken onderling springen eruit en hoe kunnen leerlingen daarmee nog betere keuzes maken binnen hun leerweg of profiel?

Werken aan kwaliteitsverbetering is een proces dat vaak wordt vormgegeven als de zogenaamde Plan-Do-Check-Act (PDCA)-cyclus die ook volop in het onderwijs wordt gebruikt. Big data kan dit proces voeden met informatie en steeds weer een nieuwe cyclus faciliteren van plannen, uitvoeren, reflecteren, interveniëren, et cetera.



Een meer onderwijs specifieke uitwerking van de PDCA-cyclus luidt:

- **Plan**

De leraar stelt (samen met de leerling/ouders) een leerroute (het plan) op met gespecificeerde leerdoelen (de normen). De vraag in de context van data en analytics is dan bijvoorbeeld: is dit (nog steeds) de beste leerroute voor deze leerling?

- **Do**

De leerling gaat aan de slag en volgt zijn leerroute. We observeren en meten tijdens het leerproces. Digitaal leermateriaal, oefeningen, toetsen en de leeromgeving genereren data die we actief verzamelen en combineren met eigen observaties. Dit resulteert in een beeld van het leerproces van de leerling.

- **Check**

De leraar maakt de balans op van de voortgang van de leerling (mede) op basis van interpretatie en analyse van de beschikbare data uit het leerproces waaronder toetsresultaten. Hij kan de leerling tussentijdse onderbouwde feedback geven.

- **Act**

De leraar (en leerling) plegen interventies op basis van de conclusies uit de analyse. Dit is bijvoorbeeld een aangepaste, beter aansluitende individuele leerroute en/of een nieuwe selectie uit beschikbare leermaterialen. Dit laatste kan 'het systeem' ook automatisch doen, zoals we verderop nog bespreken.

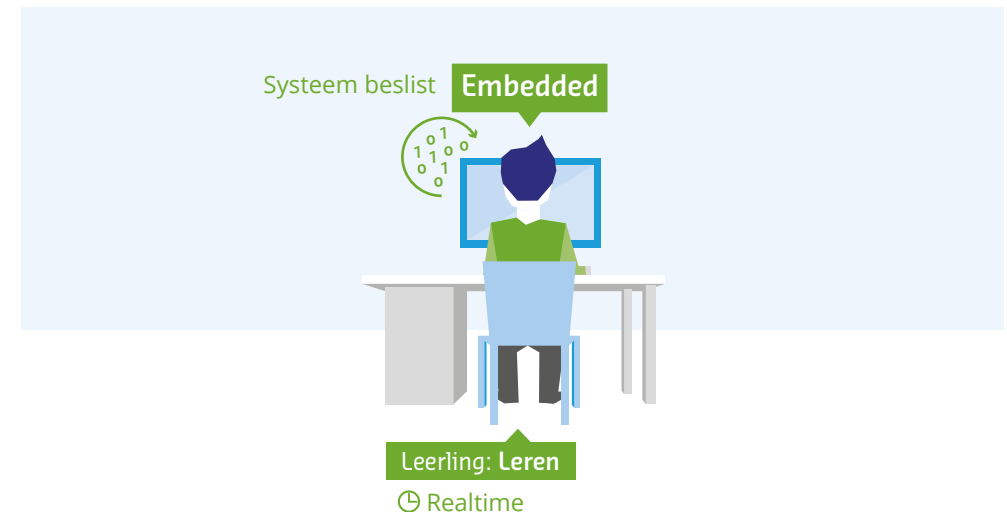
## Data-ondersteund onderwijs met learning analytics

Learning analytics is het meten, verzamelen, analyseren en rapporteren van (big) data over het leerproces waarin leerlingen en leraren dagelijks allerlei activiteiten ondernemen. Doel: verbetering van het leerproces van de leerling en verhoging van de onderwijskwaliteit van de instelling, gebaseerd op 'datagedreven' inzichten.

We onderscheiden twee vormen van learning analytics die op verschillende niveaus en op verschillende manieren (differentiatie in) het leerproces ondersteunen:

### 1. Embedded analytics

Deze vorm van analytics wordt toegepast in real time, op het moment van het leren zelf. Hiermee wordt informatie uit een leeractiviteit direct benut om een leerling een bij zijn actuele beheersingsniveau passende oefening aan te bieden. De technologie stuurt het adaptieve leermateriaal aan zonder tussenkomst van de leraar. Bijvoorbeeld: als een opgave in een adaptief leermiddel altijd goed gaat en steeds minder tijd kost, krijgt de leerling moeilijker opgaven aangeboden. Bij herhaalde fouten wordt op het specifieke probleemgebied remediërend opgetreden met extra uitleg, makkelijkere opgaven of het advies de leraar om hulp te vragen. Deze vorm van zelfstandig leren door oefenen werkt bewezen even goed of beter dan klassikaal werken en schept ruimte voor andere, aanvullende groepsactiviteiten.

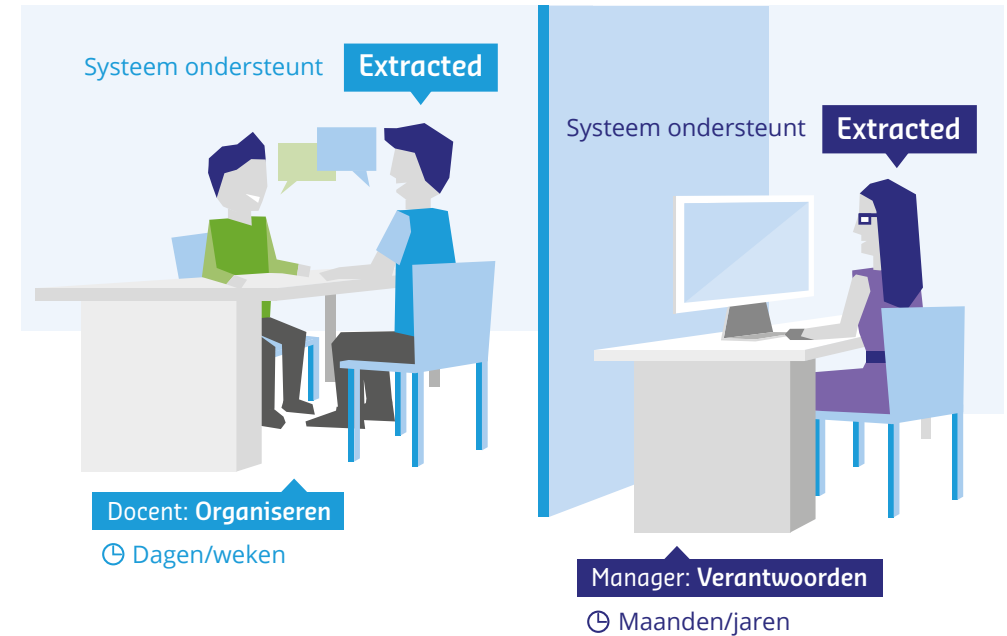


## 2. Extracted analytics

Dit speelt na afloop van de leeractiviteit en is daarmee meer reflectief. Deze vorm van analytics helpt de leraar te overzien hoe het gaat met de leerling, met de klas, met dit onderwerp in de methode. Extracted analytics beoogt niet het leerproces direct te beïnvloeden. Er is tijd voor reflectie en aanvullende observatie en overwegingen, waarna de leraar kiest voor de interventie. Op een hoger abstractieniveau biedt deze aanpak schoolleiders, onderwijsmanagers en het bestuur inzicht in (de ontwikkeling van) prestaties van de onderwijsinstelling als geheel. Deze vorm van analytics is met name ondersteunend aan (proces)evaluatie en advies ter verbetering.

In realtimebijsturing bij elke individuele leerling kan een leraar niet concurreren met embedded analytics en kunnen eventuele foute beslissingen van het leermiddel snel waargenomen en bijgestuurd worden. Bij extracted analytics, die zich richten op periodieke (wekelijkse of maandelijkse) beslissingen, kan de leraar de individuele aandacht vaak wel geven. De impact van periodieke aanpassingen in het leerproces is groter en daarmee ook het belang van beslissingen en het daarbij betrekken van aanvullende, menselijke observatie.

Learning analytics heeft de belofte in zich om differentiatie in het onderwijs beter mogelijk te maken. Door het leerproces continu te monitoren in plaats van met tussenpozen voortgang te toetsen, zoals nu gebruikelijk is, wordt het tijdig signaleren van problemen eenvoudiger. Net als het voorspellen van de mate van studiesucces of dreigende uitval. Doordat de ontwikkelaar van leer-materialen inzicht heeft in het gebruik en de effectiviteit van zijn materiaal, verbetert bovendien de kwaliteit daarvan. Daarmee kan learning analytics op meerdere fronten een belangrijke bijdrage leveren aan het verhogen van het rendement in het onderwijs, terwijl het tegelijkertijd de administratieve last terug kan dringen.



### Informatie als ruilmiddel

Het verzamelen en analyseren van onze digitale sporen is niet nieuw. Zoeken op internet, activiteiten op sociale media, gebruik van gratis clouddiensten voor mail, agenda, et cetera, het vermelden van locatie, verplaatsing en dagbesteding via onze smartphone: het zijn maar enkele voorbeelden van de digitale voetstappen die we achterlaten. Deze ruwe data krijgen waarde door uit ons gedrag aanbevelingen te destilleren. 'U kocht A en vond B leuk, bent u daarom wellicht geïnteresseerd in C?' Bol.com, wehkamp.nl en vele anderen passen dit al dagelijks toe, ons profiel is voor hen waardevolle marketinginformatie. Hoe meer gegevens dergelijke organisaties over ons gedrag verzameld en geanalyseerd hebben, hoe relevanter de aanbevelingen die ze ons kunnen doen. Ook Google en Facebook gebruiken ons profiel om hun aanbod te personaliseren. Zo 'voorspelt' Google waar je naar zou willen zoeken terwijl je typt, simpelweg op basis van je eerdere interesses. We ruilen informatie over



onzelf voor het gebruik van gratis platforms, informatie over ons gedrag is een betaalmiddel geworden. De interessante discussie over de benauwende aspecten van deze situatie parkeren we voor nu, ze komen uitgebreid aan bod in de afsluitende privacyparagraaf van dit hoofdstuk. De vraag luidt nu: wat kan deze trend ons leren over kansen in het digitaliserende onderwijs?

Het streven naar een passend aanbod op basis van een goed profiel hangt nauw samen met de ambitie elke leerling op maat te bedienen. Daarvoor moeten we hem of haar wel beter leren kennen. Hoe nauwkeuriger het profiel, hoe relevanter we het (leer)aanbod kunnen maken en hoe beter het aansluit op de individuele behoeften. Dat een balans hierbij essentieel is, behoeft geen betoog. Leerlingen moeten de ruimte houden om eigen verantwoordelijkheid te nemen. Te veel personalisatie gaat ook ten koste van serendipiteit; we leren immers het meest van wat we niet verwachten en wellicht niet bewust gekozen hadden.

## SWOT-analyse big data en learning analytics



### Toelichting SWOT-analyse

- + Big data in het onderwijs faciliteert vastlegging en verbetering van het leerproces op individueel niveau. Learning analytics biedt rijke stuurinformatie en adviezen die interventies mogelijk maken op verschillende abstractieniveaus (les, vak, opleiding) binnen de school.
- Niet alle betekenisvolle aspecten van de kwaliteit en voortgang in het leerproces zijn (eenvoudig) meetbaar of te vangen in (kwantitatieve) analyses. (Nog) niet alle digitale leermiddelen houden rekening met de behoefte aan (voortgangs)gegevens. Bovendien is data gefragmenteerd over verschillende locaties, is het ongelijksoortig en wordt informatie (nog) niet goed samengebracht tot een completer beeld van het leerproces.
- + Big data als bijproduct van digitalisatie biedt leerlingen, leraren, schoolleiders en bestuurders inzicht in (leer)processen op ongekend detailniveau. De gelijktijdige (administratieve) lastenverlichting biedt leraren tijd om de stuurinformatie te benutten voor (individuele) begeleiding, differentiatie en vroegtijdig signaleren van problemen of uitval. Schoolleiding en bestuur kunnen structureel en proactief werken aan kwaliteitsverbetering binnen de eigen organisatie en daarbuiten.
- ! Zorgen over privacyschending door ongepaste toegang tot gegevens manen tot behoedzaamheid, ook ontbreekt bij leraren nog de opleiding en ervaring om op deze nieuwe schaal informatie te interpreteren en toe te passen in het dagelijkse leerproces. Een nog onvolwassen markt maakt keuzes uit de technisch complexe producten lastig voor bestuur en schoolleiding. Er is veel 'hype' rond deze technologie. De markt is zich zeer bewust van de waarde van data uit het onderwijsproces, het onderwijs dient daarom behoedzaam met marktpartijen om te gaan.

## Adviezen aan het bestuur bij de inzet van big data en learning analytics

### 1. Bepaal welke data helpen bij het sturen op beleid en strategie in het onderwijs.

Om gericht de juiste data te kunnen registreren, bewaren (wat is relevant?) en verzamelen dient helder te zijn over welke aspecten van het leerproces en het functioneren van de schoolorganisatie informatie nodig is. Welke indicatoren geven inzicht en ondersteunen daarmee de implementatie van het beleid en het realiseren van de gekozen strategie? Behaalde resultaten in andere vakken? De aard van het voorbereidende onderwijs? Is het relevant hoelang een leerling doet over oefeningen? Welke data kunnen we benutten ter verbetering van het leerproces van de leerling, de prestatie van de leraar en het rendement van de onderwijsinstelling? De markt kan daar slechts naar raden, het onderwijs moet hierin aan het roer staan.

### 2. Zorg voor integraal inzicht in relevante data op elk niveau binnen het bestuur.

Doel is het integrale beeld dat uit alle verschillende informatiebronnen kan worden opgebouwd. Een dashboard voor de leerling, leraar, schoolleider, bestuurder en minister, dat helder aangeeft hoe het ervoor staat, zodat iedereen goed onderbouwde beslissingen kan nemen over de volgende stappen. Of het nu de volgende wiskundeparagraaf is of nieuw onderwijsbeleid.

De uitdaging is om van verschillende vakken (en uitgevers/leveranciers) en verschillende aspecten van het onderwijs een integraal beeld samen te stellen. Dit stelt eisen aan interoperabiliteit tussen systemen en vereist gestandaardiseerde koppelingen, geleid door een duidelijke behoefte vanuit het onderwijs. Dit inzicht moet leidend zijn bij de invulling van de rol van het onderwijs als vragende partij in de markt en bij de selectie en implementatie van nieuwe of vervangende digitale middelen en platforms.

### 3. Stel vast welke data (aanvullend) verzameld dienen te worden.

Big data en learning analytics vragen om bewuste keuzes in het al of niet vastleggen of inlezen van data die vaak al (in potentie) beschikbaar zijn als bijproduct van digitaal werken. Welke informatie is idealiter voorhanden om onderwijs te kunnen blijven verbeteren? Inventariseer daartoe welke data beschikbaar zijn in al ingerichte systemen en wat aanvullend beschikbaar is in digitale leermiddelen en -systemen bij (cloud)leveranciers. Stel vervolgens vast welke data actief verzameld en opgeslagen dienen te worden om de indicatoren te kunnen bepalen waarmee school en bestuur kunnen sturen op gestelde doelen. De paradigmaverandering door het digitaliserende onderwijs wordt hiermee ook concreet zichtbaar. Door de eigen databehoeftes helder te hebben, is het onderwijs een kritische, goedgeïnformeerde gesprekspartner voor de markt van digitale leermiddelen, leerplatforms en informatiesystemen.

### 4. Kies informatiesystemen die elkaar goed aanvullen en eenvoudig koppelbaar zijn.

Om daadwerkelijk tot administratieve lastenverlichting te komen met behulp van ict en het fundament te leggen voor overkoepelend inzicht in leerprocessen, moet expliciet duidelijk zijn wat in welk informatiesysteem en met welke reden (zie 1) moet worden vastgelegd. Deze informatiesystemen dienen disjunct (elk gegeven wordt éénmaal vastgelegd) en onderling gekoppeld (elk gegeven wordt éénmaal opgeslagen) te zijn, zodat gegevens beschikbaar zijn in de context en voor de personen die ze nodig hebben (gegevens meervoudig gebruiken). Denk hierbij aan gegevens over groepsindeling, profielkeuzes of andere gegevens die op meerdere momenten en in meerdere contexten nodig zijn. Meervoudige registratie geeft extra werk en vergroot de kans op fouten. Relevante gegevens uit systemen van leveranciers (bijvoorbeeld resultaten uit digitale leermaterialen) moeten gestandaardiseerd zijn en automatisch in schoolsystemen kunnen worden ingelezen. Goed gescheiden

functionaliteit (voor elke taak maximaal één systeem) en interoperabiliteit van systemen binnen en rond besturen is een voorwaarde voor daadwerkelijke administratieve lastenverlichting.

#### **5. Borg toegang tot en zeggenschap en beschikking over (online) onderwijsdata.**

Data over leerervaringen van leerlingen, hun gedrag binnen leerplatforms, maar ook de administratie: alles wordt online opgeslagen binnen de cloudplatforms van de leveranciers. Zij zijn zich zeer bewust van de grote (commerciële) waarde die deze gegevens vertegenwoordigen. Het onderwijs dient daarom eisen te stellen aan de beschikbaarheid van (kunnen uitwisselen) en de beschikking over (kunnen meenemen) deze data. Dat is een randvoorwaarde om differentiatie in het onderwijs adequaat te kunnen ondersteunen met ervaringsgegevens uit het leerproces en analyses daarvan. Ook draagt het bij aan prestatie- en daarmee rendementsverbetering.

Kortom, regie op data uit de systemen die in het onderwijsproces gebruikt worden en eisen aan ondersteuning daarvan met learning analytics, zijn belangrijke gesprekspunten met leveranciers in de komende jaren. Om afspraken goed te kunnen vastleggen is in 2015 een privacyconvenant gesloten tussen sectorraden en brancheorganisaties van leveranciers, inclusief een modelbewerkerovereenkomst. Meer hierover in de paragraaf over privacy (2.5).

## 2.2 Adaptief digitaal leermateriaal

De eerste generatie digitale leermiddelen betrof vaak ‘boeken achter glas’ of het boek geprojecteerd op het digibord. Door met interactiviteit aan te sluiten op de belevingswereld willen leermiddelen het leerproces aantrekkelijker maken. Maar de transformerende kwaliteiten van digitale leermiddelen – flexibiliteit in vorm, inhoud en methodiek – komen pas tot hun recht in een recentere ontwikkeling: adaptief digitaal leermateriaal.

Dit biedt de leerling een dynamische leerervaring door inzichten uit het leerproces, verkregen uit analyse van procesdata, direct – realtime – (embedded analytics) toe te passen tijdens het leren. Dit maakt het leerproces efficiënter (tijdsbesparing) en effectiever (betere resultaten).

Goed adaptief leermateriaal zorgt dat leerlingen gemotiveerd blijven en op hun eigen niveau leren. Het bespaart leraren nakijkwerk en biedt detailanalyses per leerling. De data zijn bovendien hoogfrequent over grote datasets, ofwel heel interessant voor onderzoekers. Dit laatste was ooit de aanleiding voor de start van Reken tuin, een bekend voorbeeld van een adaptief oefenprogramma. Andere voorbeelden van adaptief materiaal zijn Taalzee, Snappet, Bettermarks, JUMP en Got it?!

Adaptief digitaal leermateriaal is samengesteld uit drie componenten:

### 1. Digitale leerinhoud

Dit modulaire materiaal is opgeknipt in kleine stukjes die een enkele leeractiviteit beslaan en in detail beschreven zijn. Deze beschrijvingen maken de koppeling met een gedetailleerd leerdoelennetwerk mogelijk, zodat binnen een leerlijn kan worden gevarieerd in aansluiting op niveau, tempo, interesses en andere leerlingkenmerken. Zo kunnen individuele leerlingen zelfstandig leren en werken, rekening houdend met hun specifieke behoeften.

### 2. Data over het leerproces

Deze gedetailleerde set van gegevens – verzameld tijdens het werken met de digitale leerinhoud – geeft een compleet beeld van het verloop van het leerproces per individuele leerling. De voortgang van het leerproces, resultaten van oefeningen bij toepassing van de stof (formatief toetsen) en toetsing van het beheersingsniveau van de leerling (summatief toetsen) worden geregistreerd. Mede met behulp van inzichten uit data over andere leerlingen kunnen de effectiefste vervolgstappen per individu worden bepaald.

### 3. Processen en algoritmes

Dit betreft de aanpak, gehanteerde regels en werkwijze bij de analyse van de data over het leren. Met inzicht in de nadere behoeften van individuele leerlingen wordt het leerproces dynamisch bijgesteld: er wordt adaptiviteit tot stand gebracht. Het systeem zelf kan ook leren over de effectiviteit en correctheid van gehanteerde regels en aanpassingen adviseren of zelfstandig doorvoeren.

Adaptief digitaal leermateriaal vraagt om integratie van deze componenten. Lesinhoud, leerdoelen, dataverzameling, analyse en goed ontworpen software moet worden gecombineerd tot complete onderwijsdienstverlening. Hoe doen onderwijs en aanbieders dat?

Voorbeelden van diverse soorten digitale leermiddelen zijn te vinden – overzichtelijk geordend – in de GEU-publicatie ‘Onderwijs vernieuwen, Samen aan de slag’. Daarnaast bieden een aantal interessante partijen (adaptieve) digitale leeroplossingen, zoals Oefenweb, Snappet, Dedact en Muiswerk.

## 2.2.1 PDCA-cyclus toegepast op digitaal leermateriaal

Het proces toegepast in adaptief digitaal leermateriaal volgt de stappen van de Plan-Do-Check-Act-cyclus, welbekend in het onderwijs:

- **Plan: bepalen leeraanpak**

Op basis van op dat moment bekende kenmerken van de leerling kan direct worden gestart. Omdat de leeromgeving zich snel aanpast aan het feitelijk leergedrag, is er geen gedetailleerde profilering vooraf nodig. Het 'plan' wordt voortdurend bijgesteld op basis van de bevindingen uit het leerproces.

- **Do: leren door oefenen**

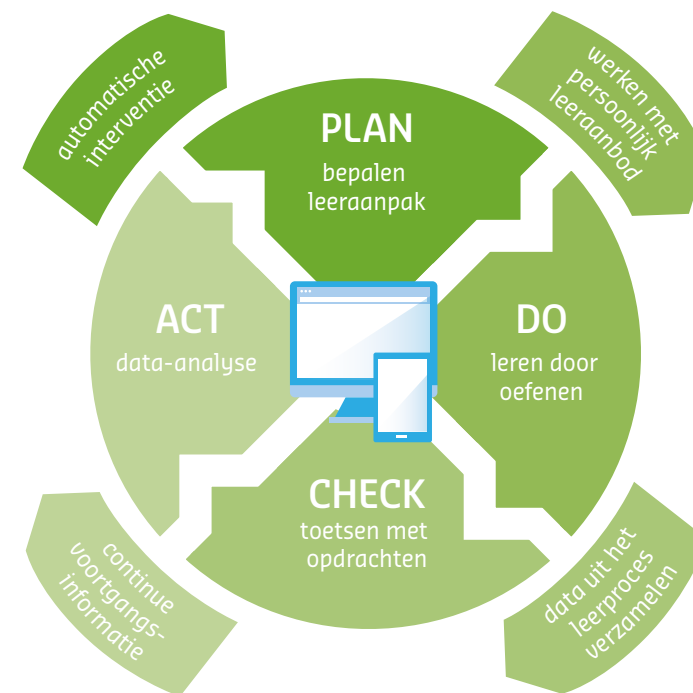
Oefeningen van leerlingen in adaptief leermateriaal leveren de data 'brandstof' op voor de 'embedded' learning analytics-motor. Bijvoorbeeld: hoelang deed een leerling over de opgave? Welke oplossingsstrategie gebruikte hij/zij? Is het antwoord goed of fout? Was het niveau van de opgave makkelijk of moeilijk? Dat laatste kan het systeem objectief bepalen op basis van resultaten van andere leerlingen met dezelfde opgave en het inzicht in hun niveau. Alle data uit het leerproces worden verzameld en opgeslagen, nu meestal in de omgeving van de aanbieder.

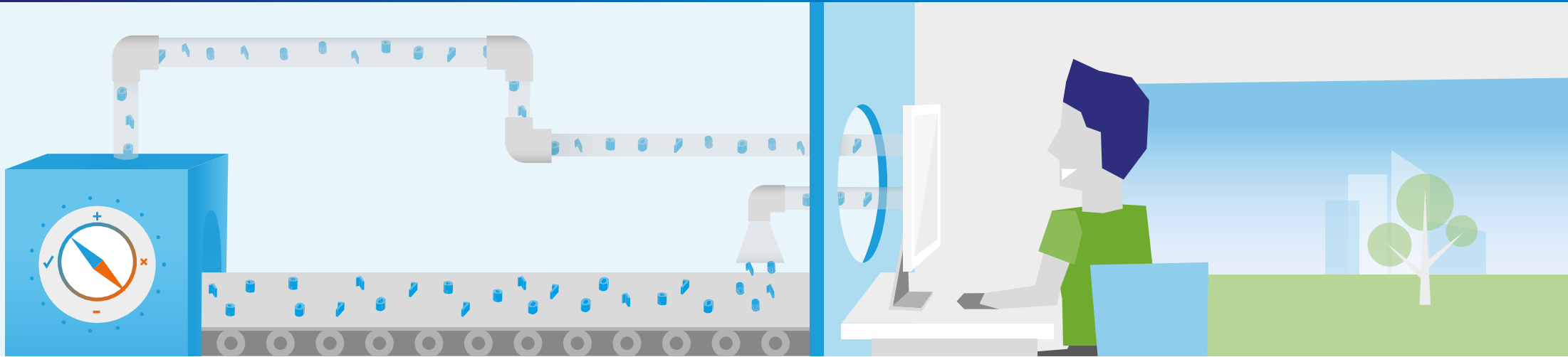
- **Check: toetsen met opdrachten**

In regulier onderwijsmateriaal is toetsing meestal een apart proces dat achteraf plaatsvindt. In adaptief materiaal wordt voortdurend geoefend en daarmee getoetst wat het beheersingsniveau is van de leerling. Elke oefening, gesorteerd naar onderwerp en moeilijkheidsgraad, wordt meegenomen in het bepalen van het huidige niveau van de leerling. Dat is daarmee ook op elk moment inzichtelijk voor leerling en leraar.

- **Act: data-analyse**

Het systeem kan na elke actie van de leerling op basis van de dan beschikbare data een analyse doen en een interventie bepalen. In adaptief leermateriaal vindt die analyse meteen – realtime – plaats, de interventie wordt direct automatisch doorgevoerd. Dan gaat de moeilijkheidsgraad omhoog of juist omlaag, de leerling krijgt een ander soort opdracht aangeboden of een remediërende instructie, wellicht met het advies samen te werken met iemand die de stof beter beheerst. Als de leerling verder werkt, begint de cyclus opnieuw.





### 2.2.2 Wie programmeert de 'machine'?

De regels die het systeem hanteert tijdens analyses worden (door)ontwikkeld door onderzoekers van bijvoorbeeld psychologische methodeleer en de ontwikkelaars van digitale systemen. Zij analyseren de grote hoeveelheid data in het systeem over de leerervaringen van eerdere leerlingen op een hoger abstractieniveau dan de individuele leerling, om inzicht te krijgen in de effectiefste leerstrategieën. Een volgende stap daarin, die zich nu nog in de onderzoeksfase bevindt, is 'machine learning', waarbij het systeem zelf de regels bijstelt op basis van analyse van de data. Het Amerikaanse adaptieve leerplatform Knewton past dit al toe. Het is belangrijk ons te blijven realiseren dat ook zelflerende machines werken op basis van door mensen bedachte kaders en regels. Het is onze verantwoordelijkheid om te borgen dat ook 'automatische' beslissingen 'eerlijk' genomen worden op basis van gegevens die niet discrimineren. De machine behoort kortom een moreel kompas toe te passen bij het nemen van beslissingen over leerlingen en hun toekomst. Hoe abstract en 'ver van ons bed' dit wellicht ook voelt, juist in het onderwijs is het stellen van dergelijke kaders van groot belang. Deze zogenaamde 'digitale ethiek' is een heel nieuw vraagstuk dat verderop in dit rapport in

de context van ontwikkelingen rond robotica nader wordt besproken. Gedeeltelijk heeft de kritische beschouwing van de juistheid en effectiviteit van gehanteerde regels en uitgangspunten ook bij 'traditioneel' leermateriaal al impact. Met behulp van big data en learning analytics kan de effectiviteit van een methode worden bepaald voor verschillende groepen leerlingen. Vervolgens is het mogelijk om voor verschillende doelgroepen – nu nog 'handmatig' – specifieke aanpassingen in structuur, inhoud en criteria voor niveau-indeling aan te brengen. Dit alles op basis van data uit leersituaties uit de praktijk.

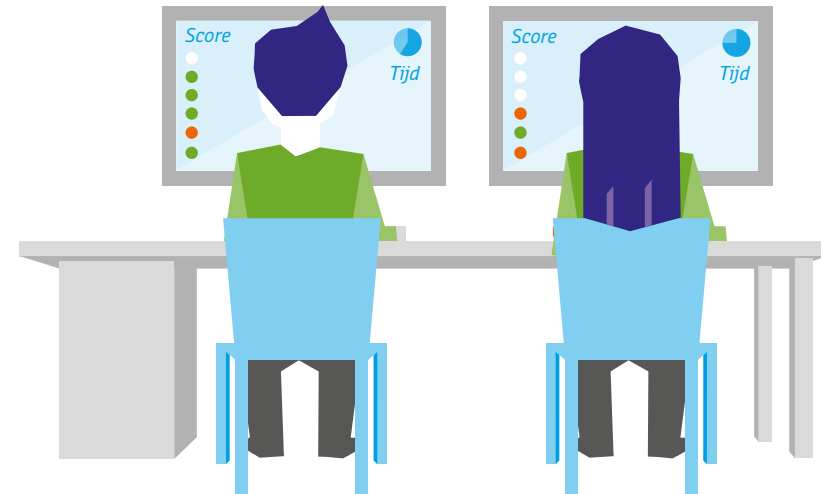
Het doel van adaptiviteit is overigens zeker niet om het individu uitsluitend te bieden wat hij of zij het liefst wil doen of wat hem/haar het best past. Onderwijsvernieuwer Gert Biesta formuleerde het als volgt: 'De vraag is wat dit (specifieke) individu nodig heeft om zich op de gewenste manier te ontwikkelen ten behoeve van goed werk en goed (samen)leven.' Dergelijke wijsheid zullen we de machine wellicht nooit kunnen bijbrengen, hier ligt een belangrijke rol en verantwoordelijkheid voor de 'opvoeders' (ontwikkelaars) en gebruikers (leerlingen én leraren) van 'de machine'.

### 2.2.3 Is toetsen nog wel nodig?

Als adaptief digitaal leermateriaal voortdurend inzicht geeft in de prestaties en het beheersingsniveau van leerlingen, waartoe dient toetsen dan nog? Om deze vraag goed te kunnen beantwoorden, is het zinvol twee soorten toetsdoelen te onderscheiden:

1. **Formatieve** toetsen zijn specifiek ontworpen ter ondersteuning van het leerproces. Ze vormen de feedback die leerling en leraar zicht geven op ontbrekende kennis of inzichten.
2. **Summatieve** toetsen worden gebruikt om leerlingen een (eind)beoordeling te geven. Denk hierbij aan vakafsluitende toetsen, tentamens en examens die het (beheersings)niveau als (on)voldoende bepalen of beslissen of iemand zakt of slaagt.

Met dit onderscheid valt direct op dat adaptief digitaal leermateriaal voortdurend formatief toetst vanuit de aard van het leermiddel. Zonder formatieve toetsing is adaptiviteit niet mogelijk. De grenzen tussen leren en toetsen beginnen hiermee te vervagen. De summatieve toets is daarmee niet zonder meer vervangen, mede in verband met (inter)nationale normering. Wel moeten we ons blijven afvragen wat een summatieve toets toevoegt aan het beeld van de ontwikkeling van een leerling, een ontwikkeling die straks over meerdere jaren zichtbaar is in het persoonlijke dashboard van de leerling in het adaptieve leermiddel. Dit is een belangrijk aspect van de (didactische) discussie over de consequenties van digitalisatie voor toetsing en (de organisatie van) een effectief onderwijsproces.



#### Digitaal (adaptief) toetsen

Ook buiten (adaptief) digitaal leermateriaal wordt steeds meer digitaal getoetst. Het gaat hier vooral om formatief toetsen binnen bestaande methodes als Ambrasoft, Muiswerk, JUMP of Got it?!. Een belangrijke ontwikkeling is de stap van 'toetsen van het leren' naar 'toetsen voor het leren', waarbij digitale toetssoftware steeds vaker wordt ingezet als activerende werkvorm met behulp van bijvoorbeeld (het nog wel klasgerichte) Kahoot of Socrative. De voordelen van deze vorm van toetsing komen overeen met wat adaptieve leermiddelen bieden: directe, gerichte feedback aan leerlingen die motiveert om te focussen op verbeterpunten met minder nakijkwerk voor de docent.

Digitaal toetsen heeft ook ruimte gegeven aan nog een ontwikkeling die embedded analytics toepast: adaptief toetsen. In een adaptieve toets bepaalt de juistheid van het antwoord op een item welk volgend item wordt aangeboden. Ook hier komen de voordelen overeen: het (toets)tempo is afgestemd op het individu, het niveau is afgestemd op de leerling en toetsscores en rapportages zijn direct beschikbaar.



## SWOT-analyse adaptief digitaal leermateriaal



### Toelichting SWOT-analyse

- + Digitaal leermateriaal biedt mogelijkheden tot differentiatie, zonder compromissen omwille van de geschiktheid voor de meerderheid van de groep. De administratieve last kan afnemen doordat registratie al plaatsvindt in functie van adaptiviteit. Het materiaal zelf 'leert' van leerlingen over de moeilijkheidsgraad en effectiviteit, daarmee ijkt het zichzelf en kan het steeds beter aansluiten op individuele behoeften in het leerproces.
- Het opknippen en beschrijven (metadateren) van (adaptief) digitaal leermateriaal, dat zelf nog volop in ontwikkeling is, is arbeidsintensief en complex. Door het hoge tempo van innovatie hebben standaarden moeite om tijdig kaders te bieden en daarmee materiaal inzetbaar te maken binnen verschillende platforms. Welke gegevens een goed beeld geven van het verloop van het leerproces van een leerling is nog onduidelijk. Daarmee zijn de bouwstenen van adaptiviteit nog volop in ontwikkeling.
- ✚ Adaptief leermateriaal biedt differentiatie in niveau, tempo en interesse, dit bevordert motivatie en een effectief leerproces. Het digitale materiaal stelt leerlingen in staat om zelfstandig te werken, ook buiten school(tijd), terwijl de leraar overzicht behoudt over de voortgang van de groep en de verschillen daarbinnen. Dit schept tijd en ruimte voor tijdige en gerichte interventies bij leerlingen die dat nodig hebben. Diezelfde informatie biedt leerling en ouders/verzorgers inzicht in voortgang en resultaten. Deze snelle, regelmatige feedback bevordert de kwaliteit van (de dialoog over) het leerproces en prestaties.

⚠ De initieel hoge verwachtingen van adaptiviteit zijn hard op weg naar 'het dal der teleurstellingen' in de Hype Cycle en kunnen (nog) niet ingelost worden. De grote kansen dienen behoedzaam verkend te worden. Geïsoleerd werken achter een digitaal leersysteem roept een onpersoonlijk beeld op dat kan afleiden van de toegevoegde waarde en het juiste perspectief waarin deze hulpmiddelen geplaatst moeten worden. De bedreiging van de huidige rol en taakopvatting van de leraar slaat nu vaak de discussie plat, terwijl passende inzet van het digitale instrumentarium en de consequenties daarvan in de klas en de school juist volop besproken moeten worden.

## Adviezen aan het bestuur bij de inzet van adaptief digitaal leermateriaal

### 1. Bepaal met het onderwijsteam de plaats van het materiaal in het dagelijkse leerproces.

De impact van zelfstandig werken met adaptief digitaal leermateriaal op de dagelijkse onderwijspraktijk is groot. De juiste toepassing, rol en het gewicht van (de data uit) het leermateriaal in het leerproces moet met en door het onderwijsteam worden bepaald. Het gericht inzetten van digitale hulpmiddelen maakt tijd vrij voor individuele begeleiding, en geeft ruimte om volop te profiteren van het inzicht dat de uitgebreide registratie van het leerproces biedt. Het doel van dit gesprek is de juiste balans te vinden tussen benutting van data en analyse enerzijds en menselijke observatie en didactisch vakmanschap anderzijds.

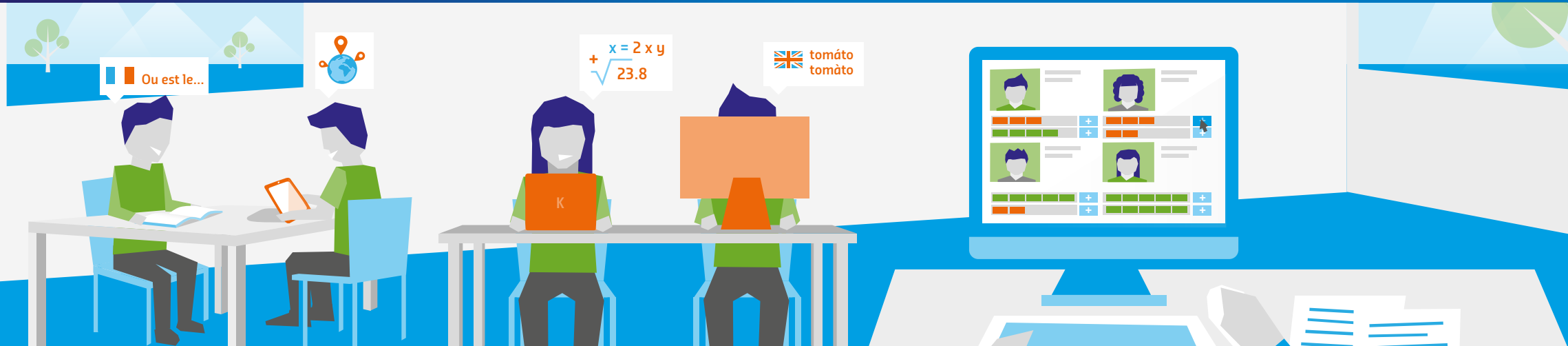
### 2. Experimenteer gericht en op kleinere schaal in een markt die nog volop in ontwikkeling is.

De huidige markt van digitale leerproducten kenmerkt zich door een grote diversiteit aan opvattingen en strategieën om adaptiviteit en de benutting van

data in het leerproces vorm te geven. Het aanbod loopt uiteen van een specifieke oplossing voor één vak, onderwerp of doelgroep tot generieke platforms die voor alle vakken adaptiviteit beogen te bieden. Bewuste experimenten op kleinere schaal zijn de manier om te beginnen op dit terrein, want de markt is nog te veel in ontwikkeling om een brede implementatie verantwoord door te voeren. Daarnaast is de impact op het leerproces nog onvoldoende uitgekristalliseerd om de organisatorische consequenties te kunnen overzien. Met experimenten kunnen leraren de noodzakelijk kennis en ervaring opdoen.

### 3. Stel eisen bij de selectie van (adaptieve) digitale leermiddelen.

Geregistreerde gegevens over het leerproces moeten eenvoudig, op het juiste abstractieniveau (niet te veel detail, maar wel voldoende inzicht) en zonder extra (hand)werk ter beschikking staan van de school en haar leerlingen. Alleen zo kan men profiteren van de kansen van (adaptief) digitaal leermateriaal. Koppelingen met bestaande administraties dienen mogelijk te zijn om bijvoorbeeld behaalde resultaten te registreren en de nieuwe leermiddelen moeten gegevens benutten die al elders beschikbaar zijn. Denk daarbij aan groepsindelingen en vak- en profielkeuzes. Bij de selectie van nieuwe digitale leermiddelen zijn dergelijke selecterende criteria essentieel om administratieve lastenverlichting en maatwerk in de praktijk te kunnen waarmaken.



## 2.3 De persoonlijke leeromgeving

Leren begint en stopt niet bij het hek van het schoolplein. Door de digitalisatie van leermiddelen en de leeromgeving wordt het steeds onafhankelijker van tijd en plaats. Hierdoor ontstaat de behoefte om het leren fysiek en digitaal tot een samenhangend geheel te smeden (blended learning). Binnen de context van het digitale leerproces stellen we de vraag: welke digitale (leer)omgeving past bij deze ontwikkeling?

Het onderwijs geeft zelf duidelijk richting aan het benutten van de flexibiliteit die digitalisatie biedt, met de ambitie om leerlingen meer op maat te bedienen. Hierbij past ook dat de leerling, natuurlijk afhankelijk van leeftijd en zelfstandigheid, meer verantwoordelijkheid neemt voor het eigen leerproces en (begeleid) zelfsturend wordt. Dit betekent diversificatie in benodigde middelen, maar ook keuzerimte voor leerlingen. Zeker gezien de laagdrempelig beschikbare digitale middelen voor communicatie, samenwerking en het rijke, maar ongestructureerde online informatieaanbod.

Het NMC Horizon Project introduceerde in 2012 het begrip 'persoonlijke leer-

omgeving' (plo), dat beoogt te beschrijven hoe leren virtueel samenkomt in een omgeving die persoonlijk is voor elke leerling. De plo is geen kant-en-klaar-product dat compleet kan worden aangeschaft, maar een door de leerling (of leraar) zelfgekozen mix van digitale middelen die hem of haar in staat stelt optimaal te leren en werken. Deze mix is samengesteld uit formele (door school georganiseerde) en informele (door individuen geselecteerde) componenten. Deze ontwikkeling is in de huidige schoolpraktijk al zichtbaar. Welke eigenschappen heeft dit plo-concept en welke componenten kunnen we erbinnen onderscheiden?

### Van schooltas naar persoonlijke leeromgeving

Je zou de persoonlijke leeromgeving deels kunnen beschouwen als het digitale equivalent van de aloude schooltas, maar nu onafhankelijk van plaats of tijd. In de 'oude' schooltas zitten door school verstrekte leermiddelen, maar ook zelf aangeschafte agenda's, schriften en schrijfmateriaal. De nieuwe schooltas (de plo), die ook toegankelijk is voor de leraar, bevat de digitale versies daarvan en gaat vervolgens stappen verder door leerlingen en leraren te verbinden in dagelijkse activiteiten. De precieze inhoud zal variëren, afhankelijk van het onderwijsconcept van de school.

#### 2.3 De persoonlijke leeromgeving

### Mix van formele en informele componenten

De leerling moet over de middelen kunnen beschikken om optimaal te kunnen leren en presteren. Het gaat dan om een mix van door school ingebrachte en zelfgekozen (digitale) middelen.

Bestaande digitale systemen die het leerproces ondersteunen, proberen vaak het alles-in-éénsysteem te zijn, een combinatie van administratie, gekoppelde leermiddelen, portfolio et cetera. Maar gezien de door maatwerk te verwachten divergentie in leerroutes van individuele leerlingen, lijkt zo'n totaaloplossing nodeloos beperkend. Er is vrijere keus uit het diverse aanbod nodig om recht te kunnen doen aan elke leerling, meer dan een gesloten totaaloplossing kan bieden. Vernieuwende scholen, bijvoorbeeld binnen Pleion (Platform Eigentijds Onderwijs), willen een flexibele verzameling digitale hulpmiddelen kunnen inzetten, die onderling goed samenwerken en informatie uitwisselen. In die verzameling bevinden zich zeker nog formele systemen waarmee de school haar processen borgt en de vereiste administratie voert. In aanvulling daarop zullen leraren en leerlingen een steeds vernieuwde selectie informele (niet volledig door school gecontroleerde) apps en webplatforms toepassen in hun leerproces.

Naast de efficiëntievraag die het cloudmodel (zie het hoofdstuk ict-fundament) ons voorhoudt (hoe richten we de ict in?), is hier vooral de vraag welke functionele componenten van de plo de school moet borgen (wat richten we in?). Voor welke onderdelen is, gelet op doel, functie en belang, die borging en daarmee inperking van keuzevrijheid noodzakelijk? En waar kunnen leerlingen en leraren ruimte krijgen om eigen keuzes te maken?

In de bewust samengestelde combinatie van formele en informele tools en platforms kan een school ruimte geven en daarmee flexibiliteit vergroten. Behalve besparingen bevordert die ruimte ook creativiteit, initiatief en innovatie binnen de instellingen. Nieuw geïntroduceerde functionaliteit in bestaande formele omgevingen (integratie van alle functies) en innovatie in de informele

ruimte (introductie van nieuwe functies) maken dat instellingen bewuste afwegingen moeten maken over de aanpassingen in de mix van ondersteunende systemen.

### Ruimte geven binnen kaders

Totale controle is een illusie in het plo-concept. Leerlingen en leraren zullen volop aan 'app snacking' doen om in hun functionele behoefte te voorzien. Ruimte geven wil echter niet zeggen dat we geen enkel kader meer hanteren. Hoe kan een school haar verantwoordelijkheden borgen? De volgende randvoorwaarden dragen bij aan het tot stand brengen van een effectieve plo:

- Maak toegang tot (voorkeur)cloudplatforms laagdrempelig met het vertrouwde loginaccount van de instelling. Samenwerking en communicatie zijn effectiever binnen een gezamenlijk gebruikt platform (het netwerkeffect).
- Borg dat 'informeel' opgeslagen gegevens en producten (bijvoorbeeld zelfgemaakt leermateriaal) daar ook weer weggehaald worden bij een wisseling van leverancier. Help leraren daarbij.
- Maak afspraken over het vastleggen van bewijs van resultaten en producten in de diverse platforms. Blogberichten, onlinevideo's en andere resultaten vormen straks een gedistribueerd portfolio voor leerlingen, maar de resultaten en beoordelingen dienen ook formeel vastgelegd te worden in de administratie. Maak expliciete afspraken met het onderwijsteam over het inzetten van kanalen voor formele communicatie, en weeg daarin mee waar de attentiewaarde van leerlingen ligt.



### 2.3.1 De digitale leer- en werkomgeving (dlwo)

Het eerste belangrijke bouwblok van de plo is de dlwo. Cloud office, voorbeeld van een public cloudplatform, vormt daarvan de basis. Office 365 en Google Apps zijn rijke omgevingen waarin agenda's en documenten gedeeld kunnen worden, maar die ook mogelijkheden bieden voor communicatie via audio- of videoconferencing.

Leerlingen en leraren zullen hun dlwo aanvullen met (informele):

- communicatiemiddelen zoals messaging (WhatsApp, Snapchat of Skype) en sociale media (Twitter, Facebook) of platforms gericht op het faciliteren van groepsprocessen (Socrative of Classdojo)
- productiviteitstools als digitale schriften (Onenote of Evernote) of to-dolijstjes en reminders (Remember the Milk, Google Keep, Clear of Any.Do)
- samenwerkingstools die de organisatie van een team ondersteunen (Trello of Slack) en waarmee docenten op informele wijze de voortgang binnen hun teams kunnen observeren.

Door hun cloudbasis zijn deze functionele bouwblokjes zowel plaats- als tijdsafhankelijk beschikbaar op elk device, terwijl alle informatie snel en eenvoudig deelbaar is met medeleerlingen of leraren.

Overigens zijn leerlingen op het moment van verschijnen van dit rapport waarschijnlijk al aan het omschakelen naar nieuwere platforms en apps. Het is deze dynamiek die het informele deel van de dlwo vooral kenmerkt, ook in de overige componenten van de plo.

Daarnaast maken ook formele, door de instelling ingerichte applicaties als ParnasSys (po) of Magister (vo of mbo) – als belangrijke onderdelen van het administratieve fundament van de school – deel uit van de plo. Goede integratie met de informele componenten in de plo bevordert effectieve communicatie (met inzet van messaging en sociale media), soepele organisatie (gebruik van informatie over groepen en profielkeuzes) en wederzijdse benutting van beschikbare (voortgangs)informatie.

#### Gebruik van data in de digitale leer- en werkomgeving

De term 'persoonlijk' slaat niet alleen op de mogelijkheid eigen keuzes te maken. De plo stelt de leerling centraal en probeert die zo goed mogelijk te bedienen, bijvoorbeeld met relevante procesinformatie of actuele leermiddelen of informatiebronnen.

De verzamelde data uit (veelal informele) plo-platformonderdelen voor communicatie en samenwerking kunnen tevens een interessant beeld geven van groepsdynamiek, het functioneren van teams en de (team)productiviteit. Dit maakt interventies mogelijk om teams te verbeteren. De plo-platforms gebruiken deze data om leerlingen tips te geven, maar ook leraren kunnen deze inzichten gebruiken om te beoordelen of leerlingen vooruitgang boeken in communicatie, samenwerking en vaardigheden voor de 21e eeuw. De tegenstelling is ook duidelijk: hoe verzamel je die informatie uit informele platforms als de school die niet beheer(s)t? De oplossing is in elk geval niet om als instelling een alternatief (formeel) platform te bieden en te verwachten dat leerlingen dat zullen gebruiken om zich beter te laten observeren.

### 2.3.2 Plan-/dashboard en portfolio

Om de voortgang op (individuele) leerroutes te kunnen bewaken, dienen die vastgelegd te worden in een leerplansysteem. In het klassikale onderwijsmodel was het aantal verschillende routes overzichtelijk. Om leerlingen individueel passende routes aan te kunnen bieden, is een systeem nodig waarin leraren of coaches de (met leerlingen) gekozen leerroutes kunnen vastleggen. Het nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling (SLO) werkt hard aan de noodzakelijke detailuitwerking van leerdoelen en daaruit samengestelde (doorlopende) leerlijnen. Daarmee kunnen op basis van landelijk vastgestelde standaardleerdoelen leerroutes worden samengesteld, onafhankelijk van specifieke methodes of leermaterialen.

Vervolgens is een administratie- en portfoliofunctie nodig voor het registreren van bereikte resultaten. Met die twee componenten heeft zowel leerling als leraar overzicht (Waar sta ik? Wat doe ik hierna?) en inzicht in de voortgang (Lig ik op het afgesproken schema? Zijn interventies nodig? Zijn aanpassingen in mijn route wenselijk?).

De behoefte aan zoiets als een dashboard is ontstaan met het inzicht dat maatwerk per leerling onvermijdelijk resulteert in grote diversiteit in tempo en volgorde. Ook neemt de diversiteit in gebruikte leermiddelen toe door de inzet van apps of open leermateriaal naast (delen van) de methode. Informatie over de voortgang is daardoor gefragmenteerd aanwezig. Hoe haal je als begeleider van het leerproces dan alle relevante informatie bij elkaar om in te spelen op behoeften of tijdig te kunnen ingrijpen? Het dashboard is bedoeld om overzicht te houden op een divergerende groep leerlingen die z'n eigen leerroutes volgt met een steeds diversere collectie leermiddelen.

De administratie van resultaten zal een formeel karakter kennen, omdat



betrouwbaarheid en fraudebestendigheid hier (uiteraard) prioriteit hebben. Idealiter faciliteert een portfoliofunctie in deze nieuwe context feedback van leerlingen op elkaars resultaten, een zeer waardevol en effectief onderdeel van het leerproces. Platforms als Peerscholar bieden leraren hulp bij het toewijzen van opdrachten en het organiseren van peer- en self-assessment onder leerlingen.

#### Inzicht in het portfolio met (open) microcredentials

Producten op blogs, YouTube-videokanalen en andere online publicatieplatforms, beschikbaar in de cloud, zullen een groeiend onderdeel vormen van het leerlingportfolio. Hoe kunnen leraren hun waardering van die prestaties aangeven en overzicht behouden over het ingeleverde werk?

Open online leeromgevingen als de Khan Academy gebruiken daarvoor

'microcredentials': digitale certificaten of 'badges'. Hiermee kunnen leraren een gedistribueerd portfolio beoordelen. De badge-infrastructuur houdt zelf bij voor welke leerling welk resultaat is erkend en waar het betreffende product zich bevindt.

In Nederland ontwikkelt het SLO rubrics, een analytische beoordelingsschaal voor (deel)vaardigheden op het gebied van communiceren, informatie verwerven en verwerken, presenteren, samenwerken, plannen en organiseren. Met Rubrics beoordelen leraren het niveau van vaardigheden van leerlingen. Dit vormt tevens een basis om gerichtere feedback te kunnen geven. De Mozilla Open Badge Infrastructure biedt een onafhankelijk inzetbare omgeving, geadopteerd door gevestigde en innovatieve onderwijspartijen. Deze nog recente ontwikkelingen vormen een prachtige brug tussen informele leeromgevingen en formele registratie van bereikte resultaten.

### **Dashboard, het notificatiecentrum voor leraar en leerling?**

Onze smartphone bevat een bonte verzameling apps met informatie over aspecten van ons werkzame of privéleven. Het notificatiecentrum op de telefoon verzamelt en toont alle relevante (zelf te selecteren) en actuele informatie uit verschillende apps. Het biedt een 'alarmfunctie' wanneer direct actie vereist is en geeft overzicht in onder meer afspraken en verkeerswaarschuwingen zonder elke app apart te hoeven openen. Elke notificatie biedt een drill-down in de specifieke app voor meer (detail)informatie.

Op een soortgelijke manier kan een dashboard overzicht geven over (signalen uit) een gefragmenteerd landschap van digitale middelen die het leerproces ondersteunen. Het kan leerlingen of leraren opmerkzaam maken op ontwikkelingen die direct actie vragen.



### **Gebruik van data in het plan-/dashboard en portfolio**

De plan- en dashboardcomponenten van het plo verzamelen steeds meer ervaringsgegevens over succesvolle keuzes en verantwoorde variaties daarop. Deze inzichten in eerdere schooljaren en cohorten bieden ondersteuning bij het maken van de juiste keuzes voor nieuwe leerlingen. Tevens ontstaat er een rijk fundament van objectieve (cijfer)informatie over het rendement van keuzes op zowel individueel als instellingsniveau. Daarbij vraagt de continuïteit in de verzamelde gegevens specifieke aandacht, zeker in een wijzigende mix van plo-componenten. Straks zullen we zien dat nieuwe standaarden daar goede oplossingsrichtingen voor bieden.

Het dashboard zal zelf met behulp van data ook een dynamisch karakter krijgen, het kan leren welke informatie relevant is, welke signalen aandacht krijgen en welke acties erop worden ondernomen. Het dashboard wordt zo niet alleen een slimmere adviseur, maar kan desgewenst ook automatisch gaan handelen op specifieke signalen en evalueren welke interventie het effectiefst bleek, gebruikmakend van machine learning (de software leert van data).





### 2.3.3 Digitale (online) leermaterialen en bronnen

Om kennis en vaardigheden te verwerven op de uitgestippelde leerroute maakt een leerling gebruik van leermaterialen en informatiebronnen. Het plancomponent van de plo zal op basis van de afgesproken leerroute (en landelijk vastgestelde standaard leerdoelen daarbinnen) suggesties doen voor geschikte materialen die op basis van eerdere ervaringen effectief bleken voor leerlingen met gelijke kenmerken. Naast door de school geselecteerde (formele) methodes beschikken leerlingen over extra (informeel) materiaal dat ze vinden bij Wikipedia, allerhande blogs en online videoplatforms zoals YouTube. Deze Open Educational Resources (OER) komen van hun eigen leraar of leraren buiten de school. Soms wordt het materiaal gestructureerd aangeboden in Massive Online Open Courses (MOOCs) zoals de Khan Academy, vaker zijn het losse bronnen die aanvullend op het formele leermateriaal worden gebruikt.

#### Gebruik van data bij de keuze van leermaterialen en bronnen

Eerder in dit hoofdstuk zijn (adaptief) digitaal leermateriaal en digitaal toetsen uitgebreid behandeld. In de context van de plo kunnen we daarom beknopt zijn over de rol van data bij leermaterialen. Naast adaptiviteit en gedetailleerde voortgangsinformatie bieden de plo-plan- en dashboardcomponenten inzicht in het (daadwerkelijke) gebruik van diverse materialen. Mits de diverse plo-componenten goed samenwerken weten we welke materialen hoeveel gebruikt worden, hoe effectief ze zijn in het algemeen en wie (met welk profiel) het meest effectief leert met welk materiaal. De plo-componenten kunnen daardoor op basis van een leerlingprofiel, voorgenomen leerroute en reeds

behaalde resultaten een steeds betere match aanbevelen van leermiddelen en/of werkvormen voor een individuele leerling. Een variant op het eerder aangehaalde: 'U kocht A, andere klanten die A waardeerden kochten en waardeerden ook vaak B'. De plo gaat zich gedragen als een soort app store met waarderingen voor leermaterialen van een diverse populatie leerlingen. Als een adaptieve leeromgeving dus, maar dan een abstractieniveau hoger. De crux zit 'm hier natuurlijk in de uitwisselbaarheid van de gegevens tussen plo-componenten die deze inzichten mogelijk maken. Is dat praktisch haalbaar in een divers samengestelde plo, en zo ja: hoe dan?

#### Uitwisseling van leerervaringen tussen plo-componenten

Vanwege deze achilleshiel van de plo is wordt nog vaak gekozen voor gesloten, volledig geïntegreerde platforms die echter de gewenste flexibiliteit (vrije keuze uit leermiddelen) missen. Is er perspectief op zelf samengestelde, gemixte oplossingen die goed integreren? De Experience API (xAPI) is een voorbeeld van een e-learning softwarestandaard die leermaterialen en leerplatforms de mogelijkheid biedt om informatie over leerervaringen uit te wisselen. Informatie wordt opgeslagen in zogenaamde Learning Record Stores (LRS), gestandaardiseerde maar zeer flexibele registraties van leerervaringen die meer inzicht geven dan de resultaten sec. Deze records kunnen opgeslagen worden in traditionele Leerplatforms maar ook in zelfstandige registraties onder regie van bijvoorbeeld schoolbesturen, waarbij de platforms die een bestuur gebruikt toegang kunnen krijgen. Deze lokalisatie van de opslag van leerlinggegevens biedt ook een concreet handvat om privacyrichtlijnen concreet te implementeren en te controleren. Een recent initiatief met vergelijkbare ambities is Caliper Analytics van het IMS Global Learning Consortium. In Nederland is onlangs de UWLR-standaard (uitwisseling leerlinggegevens en resultaten) vastgesteld, implementatie ervan is toegezegd door de grote marktpartijen. Het perspectief is er dus, maar de ontwikkelingen zijn pril en er zijn nog vele obstakels te overwinnen.



## PDCA-cyclus toegepast op de persoonlijke leeromgeving

Het (automatisch) aanpassen van de (individuele leerroute) van leerlingen volgt de stappen van de Plan-Do-Check-Act-cyclus, vergelijkbaar met het proces dat we eerder geschetst hebben voor adaptief digitaal leermateriaal:

- **Plan: bepalen persoonlijke leerroute**

Voor elke leerling bepaalt de leraar of coach (in samenspraak met de leerling) een persoonlijke leerroute. Met dit vastgelegde plan kan de leerling zelfstandig aan het werk. Door registratie van verrichte activiteiten en behaalde (toets)resultaten binnen de digitale omgeving hebben leraar en leerling op elk moment overzicht en inzicht als input voor tussentijdse afstemming.

- **Do: leren met (adaptief) leermateriaal**

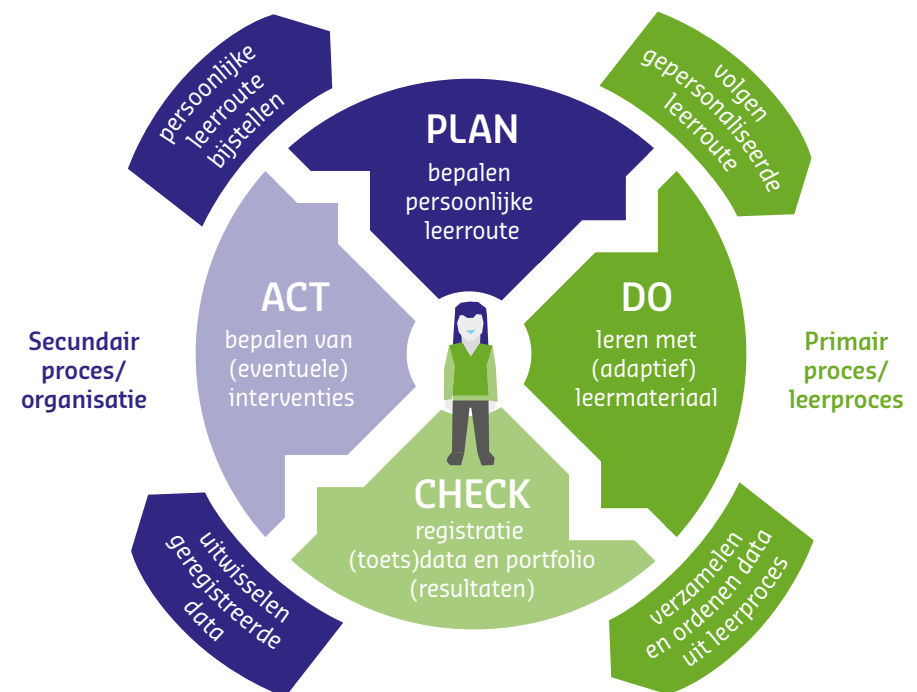
De plo reikt de leerlingen geschikt leermateriaal aan, passend bij hun leerroute, vorderingen en profiel. Hun vorderingen geven de leeromgeving input: is er alternatief of aanvullend materiaal nodig? Heeft de leerling behoefte aan hulp van of afstemming met een leraar (vakinhoudelijk) of coach (studiebrede planning)?

- **Check: registratie (toets)data en portfolio(resultaten)**

Met behulp van taxonomieën, rubrics en microcredentials worden door leerlingen behaalde resultaten geclassificeerd en vastgelegd. Producten zijn opgenomen in het (gedistribueerde) portfolio. Binnen de plo is rijke vastlegging van leerervaringen mogelijk waardoor resultaten van individuele leerlingen beter in context kunnen worden beoordeeld.

- **Act: bepalen van (eventuele) interventies**

De leraar volgt met behulp van het dashboard de vorderingen van leerlingen die hij/zij begeleidt. De plo informeert op basis van door de leraar of leerling gekozen criteria of drempelwaarden. Leerling en leraar kunnen op basis van objectieve, gecontextualiseerde informatie overleggen over aanpassingen in de leerroute, het beoogde werktempo of de aanpak. De frequentie van deze evaluatie kan maandelijks of hoger zijn, omdat de benodigde informatie snel beschikbaar is en gemaakte afspraken eenvoudig verwerkt kunnen worden. Daardoor wordt maatwerk per leerling organiseerbaar en uitvoerbaar.



### 2.3 De persoonlijke leeromgeving

## SWOT-analyse persoonlijke leeromgeving



## Toelichting SWOT-analyse

- + De combinatie van formele en informele componenten in de plo bieden diversiteit en flexibiliteit aan leerling en leraar en sluiten daardoor makkelijker aan op behoeften van leerlingen, onder andere door onafhankelijkheid van tijd en plaats bij leeractiviteiten. Er is volop gelegenheid om bronnen te delen en samenwerking aan te gaan.
- Doordat de instelling minder grip heeft op informele componenten in de plo, zijn storingen en privacy-incidenten niet uit te sluiten. De (gesloten) markt voor formele onderwijsondersteunende systemen vreest concurrentie van (veelal gratis) informele systemen. Koppelingen tussen systemen komen moeizaam tot stand.
- ✕ Met name de informelere delen van de plo verlagen de drempel voor interactie en feedback tussen leerlingen: een waardevolle verrijking van het leerproces. De flexibiliteit en dynamiek van een plo bieden kansen om snel te profiteren van innovatie en in te spelen op veranderende behoeften. Ze bieden een kader dat de organisatie van persoonlijker onderwijs ondersteunt.
- ⚠ De (regel)druk in het onderwijs om te presteren staat op gespannen voet met de open, kwetsbare benadering die de plo vraagt. Tevens is de plo een concept/benadering van ict-inrichting en geen concreet product dat eenvoudigweg aangeschaft kan worden. Gevestigde leveranciers van formele systemen zijn niet gebaat bij ondersteuning van een meer open systeem met inwisselbare componenten. Voor de onderwijsinstelling komt haar rol en toegevoegde waarde onder druk te staan naarmate leerlingen onafhankelijker worden dankzij een groeiend informeel, extern 'gevulde' plo.

## Adviezen aan het bestuur bij de inrichting van de persoonlijke leeromgeving

### 1. Expliciteer in meerjarig ict-beleid keuzes voor centrale/decentrale inrichting en formele/informele systemen.

Het opstellen van een meerjarig ict-beleid is een lastige klus. Voor besturen en instellingen in het onderwijs is het met name van belang om heldere keuzes te maken in hetgeen centraal (op bestuursniveau) en decentraal (op instellingsniveau) wordt ingericht. Leidend hierbij is de behoefte in het (onderwijs)proces:

- Administratieve systemen die met name dienen voor sturing en verantwoording op bestuurlijk niveau naar financiers of inspectie vragen centrale, gestandaardiseerde inrichting. Daar ligt het primaire belang en daar moet dan ook de regie liggen.
- Toepassingen die het primaire onderwijsproces direct ondersteunen vragen de flexibiliteit om te kunnen aansluiten op specifieke soorten opleidingen, lokale omstandigheden of de werkwijze van een onderwijsteam. Het primaire belang vraagt hier ruimte op decentraal niveau.

De mix van dergelijke systemen is in de praktijk prima werkbaar als het ict-beleid helderheid schept over de noodzakelijke uitwisseling van gegevens in beide richtingen.

De persoonlijke leeromgeving voegt een dimensie toe: welke systemen dient de instelling in te richten en welke kunnen leraren en leerlingen zelf kiezen? Ook hier dient het ict-beleid van haar bestuur de instellingen kaders te bieden voor consistente keuzes om ict-dienstverlening zelf te organiseren waar nodig en waar mogelijk en wenselijk ruimte te geven aan leraren en leerlingen. Deze focus op het criterium van de toegevoegde waarde van de ict-dienstverlening van de onderwijsinstelling, ten behoeve van de borging van het leerproces, leidt tot bewuste functionele keuzes en uiteindelijk tot beheersing van het ict-budget.

### 2. Eis samenhang en samenwerking tussen ict-componenten in de school.

Er wordt (terecht) heel kritisch gekeken naar de daadwerkelijke effectiviteit van ict-toepassingen, een veelgehoorde klacht is dat ict helemaal geen verlichting van de administratieve last of besparing van tijd oplevert. Meestal wordt dit veroorzaakt doordat ict-systemen niet goed samenwerken. Als gebruikers vervolgens de tekortkomingen moeten oplossen, bijvoorbeeld door informatie dubbel in te voeren, leidt dat tot frustratie. Er is aandacht nodig voor samenwerking tussen formele componenten onderling, en binnen de plo ook voor samenhang met de meest gebruikte informele componenten van Google, Apple en Microsoft en diverse sociale mediaplatforms.

Bij de selectie, implementatie en oplevering van nieuwe ict-bouwblokken is optimale aansluiting op omringende systemen een eis. Functionele overlap tussen systemen (meerdere systemen doen hetzelfde) en handmatige reparaties van gebrekkige koppelingen (systemen wisselen hun gegevens niet uit) worden daarmee uitgebannen. Omdat dit niet altijd in het belang van leveranciers is, vraagt dit aspect nadrukkelijk aandacht. Deze cruciale voorwaarde vormt de basis voor ict die daadwerkelijk bijdraagt aan beter onderwijs door lastenverlichting, tijdwinst en (ondersteuning van) een leerproces dat uitnodigt tot samenwerking en onderlinge feedback.

### **3. Besteed aandacht aan de (noodzakelijke) cultuuromslag in ict-ondersteuning.**

De ontwikkeling van centrale regie naar vrijheid van eindgebruikers bij de keuze, inrichting en het gebruik van ict stuit op weerstand bij ondersteunend ict-personeel. Zij vrezen problemen en vragen die niet zijn op te vangen met de beschikbare menskracht en middelen. Goede afspraken en helder beleid kunnen die zorg deels wegnemen, maar ict-medewerkers moeten ook bereid zijn tot een cultuuromslag. Zij waren gewend om regie en totale controle te hebben over alle gebruikte diensten en beschikbare apparatuur. In de nieuwe situatie hebben ze veel minder regie, maar is vakkundig advies en begeleiding van gebruikers nog steeds van grote toegevoegde waarde. Immers, optimale benutting van de grotere invullingsruimte voor leraren en leerlingen – bij de keuze voor en het gebruik van ict – leidt tot betere aansluiting op lokale processen en individuele behoeften, in lijn met maatwerk in het leerproces. Ondersteuning en advies zijn ook nog hard nodig. Deze omslag vraagt veel van de ict-deskundigheid van leraren, terwijl ook de ict-vaardigheden van leerlingen niet overschat moeten worden.

### **4. Beoordeel kritisch het leermiddelenaanbod en de inpassing van informele bronnen.**

Naast afwegingen tussen formele en informele ict-toepassingen, centraal of decentraal ingericht, gelden soortgelijke afwegingen voor het digitale leermiddelenbeleid van de school. Ook hier is de vraag: welke leermiddelen wil de instelling zelf aanbieden/verplichten, welke beveelt ze aan en hoe gaat ze om met middelen die leerlingen zelf meebrengen? Kwaliteitsborging is belangrijk, maar praktisch nut evenzeer. Zo worden woordenboeken vaak nog verplicht aangeschaft, terwijl leerlingen ze niet meer gebruiken omdat ze Google handiger vinden. Welke conclusie moeten we daaruit trekken?

## 2.4 Samenhang en draagvlak: een visie op het digitaal leerproces

Steunend op een solide ict-fundament is het mogelijk om, met beperkte technische risico's, te experimenteren met nieuwe technologie die onderwijsdoelen helpt realiseren. Maar daarvoor is organisatiedraagvlak onmisbaar. De Hype Cycle helpt om gericht te kiezen welke technologie een experiment waard is. De Strategic Technology Map (STM) – ook wel Benefit Map – is het hulpmiddel om die beslissingen in samenhang (aansluitend op al toegepaste, wellicht randvoorwaardelijke technologie) en met draagvlak te nemen.

Het hoofdstuk over het ict-fundament geeft een uitgebreidere toelichting op de STM, hier herhalen we kort de inzichten waarop die gebaseerd is:

- Maak onderlinge verbanden en afhankelijkheden van technologie inzichtelijk.
- Vind balans – liefst synergie – tussen organisatieopbrengsten (we) en het (gebruiks)gemak van mensen (ik).
- Organiseer transparante, gezamenlijk gedragen besluitvorming voor noodzakelijke combinaties van investeringen door visualisatie en storytelling.

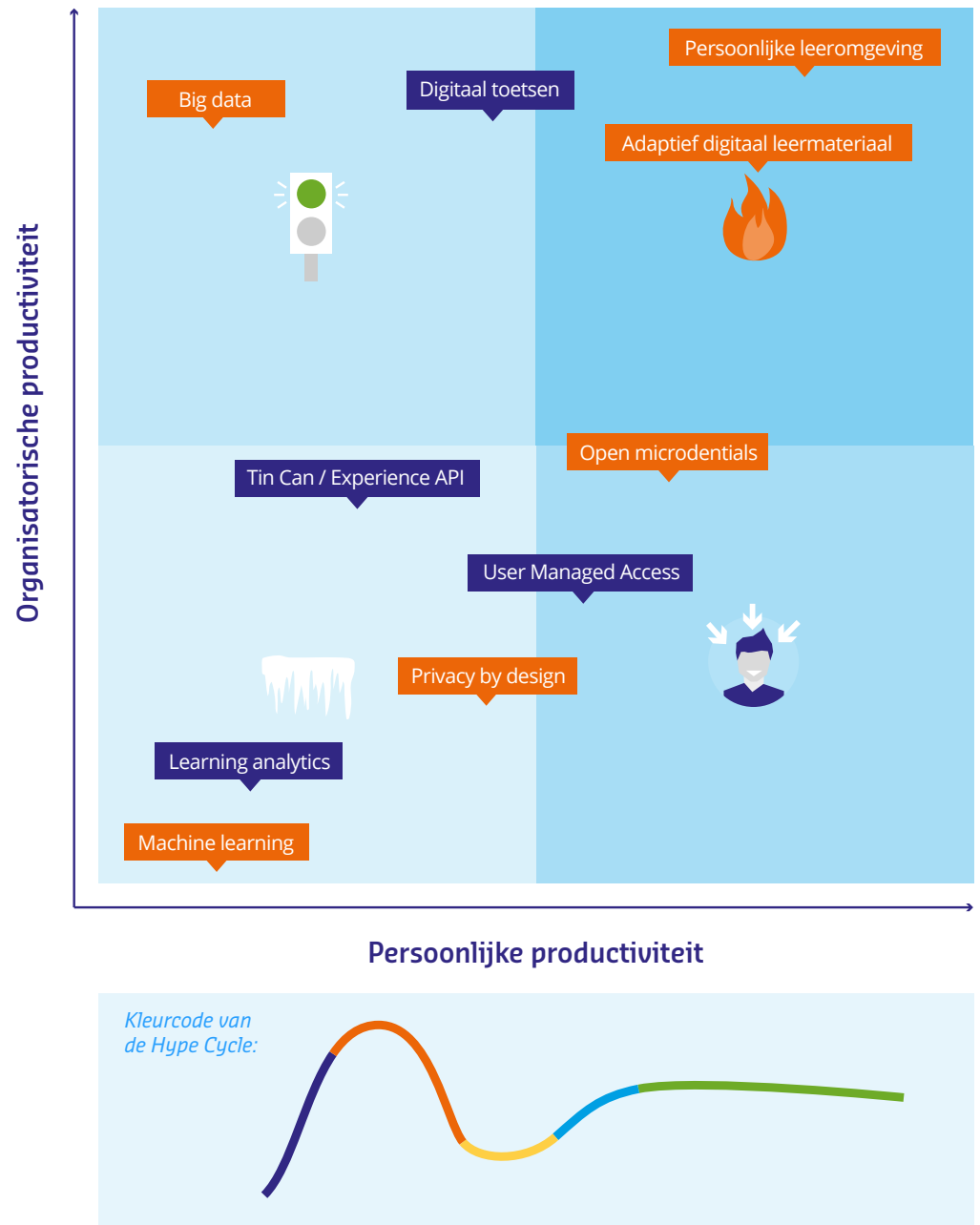
De STM is een simpele matrix met op de verticale as organisatorische productiviteit (instellingseffectiviteit) en horizontaal persoonlijke productiviteit (van leerlingen, leraren, staf). De vier resulterende kwadranten staan ook eerder toegelicht: linksonder de 'cold case' of 'enabler' (ondersteunend), linksboven de 'corporate green light' (organisatie effectief), rechtsonder de 'people's choice' (persoonlijke productiviteit) en rechtsboven de 'hot spot' (synergie).

### Het verhaal van de persoonlijke leeromgeving

Dit verhaal onderzoekt de onderlinge afhankelijkheden van technologie die het leerproces digitaal kan helpen organiseren en ondersteunen, en dan met name een leerproces met meer differentiatie en maatwerk. In de digitale leer- en werkruimte die het ict-fundament biedt, moeten leraren en leerlingen afspraken over leerroutes kunnen vastleggen, toegang krijgen tot passend, flexibel leermateriaal, voortgang en resultaten kunnen volgen en plannen bij kunnen stellen. De combinatie van technologie die hiervoor nodig is, staat in bijgaande STM.

- Het verhaal begint met de basis van de persoonlijke leeromgeving: [adaptief digitaal leermateriaal](#). Doordat leerlingen dagelijks werken met materiaal dat hun de leerervaring biedt die op dat moment passend is, wordt relevante, hoogfrequente data verzameld over de voortgang van de leerling.
- Integraal onderdeel daarvan (formatief), maar ook aanvullend toegepast (summatief) voegen we [digitaal toetsen](#) toe aan het pad door de STM. Naast flinke besparingen in tijd en grotere flexibiliteit in toetsmoment en locatie verzamelen we nog meer informatie over de prestaties en de voortgang van de leerling.
- Door de toevoeging van [open microcredentials](#) kunnen we ook beoordelingen van vaardigheden en ingeleverd werk uit diverse platforms binnen en buiten school inzichtelijk maken voor de leerling. Terwijl ook de leraar en de school(administratie) overzicht behouden over het geheel aan beoordeeld werk en de vorderingen van leerlingen.
- Om informatie over leerervaringen zo te kunnen opslaan dat uitwisseling mogelijk is met (alleen) specifiek gekozen partijen en personen, voegen we de [Experience API](#)-standaard toe. Daarmee zijn we in staat in zogenaamde Learning Record Stores (LRS) informatie op te slaan, onafhankelijk van bronsystemen van leveranciers en onder regie van het onderwijs.

- Met **big data** voegen we technologie toe om alle verzamelde data te kunnen ordenen en zo in te zetten dat we onderbouwde beslissingen kunnen nemen over aanpassingen in de leerroutes.
- Om die onafhankelijk beschikbare, uitwisselbare data te analyseren, te duiden en in te kunnen zetten om beslissingen te ondersteunen, voegen we **learning analytics** toe. Deze typische 'cold case'-technologie zit ook onder de motorkap van adaptief leer materiaal en adaptieve toetsen en 'berekent' de automatische beslissingen die daar genomen moeten worden.
- Nauw daaraan verbonden voegen we **machine learning** toe, dat nog verder weggestopt zit onder abstract technisch jargon. Toch doen we er verstandig aan ons wat te verdiepen in de kaders die we lerende software willen meegeven, al was het maar om sturing te houden op didactische aspecten van beslissingen.
- Hoog tijd om **privacy by design** toe te voegen aan onze STM. Door in het keuzeproces van (onderwijs)systemen nadrukkelijk de omgang met (persoons)gegevens mee te nemen, wordt een solide basis gelegd om goed te kunnen voldoen aan steeds strengere (Europese) privacywetgeving. Meer hierover in de paragraaf over privacy.
- Met de toevoeging van **User Managed Access (UMA)** verzekeren we ons ook van technologie die de regie (inzagerecht, wijzigingen, recht van verwijdering) van de betrokkene (leerling en leraar) praktisch haalbaar maakt. In de persoonlijke leeromgeving bepalen leerlingen en leraren zelf wat ze van zichzelf willen laten zien, om op basis van die informatie meer op maat benaderd te kunnen worden.
- Hiermee hebben we de bouwstenen van de **persoonlijke leeromgeving** beschikbaar, die de organisatie en begeleiding van de maatwerkambities in het onderwijs met informatietechnologie ondersteunen.



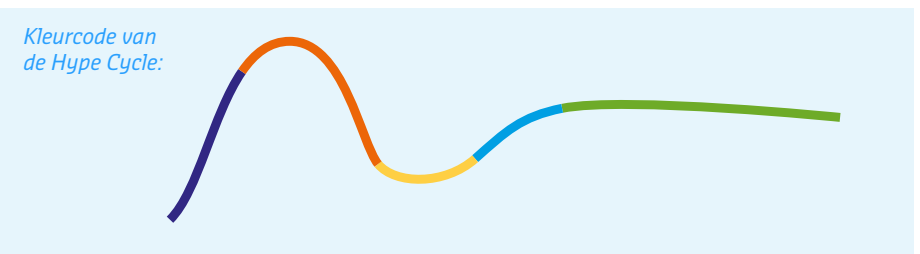
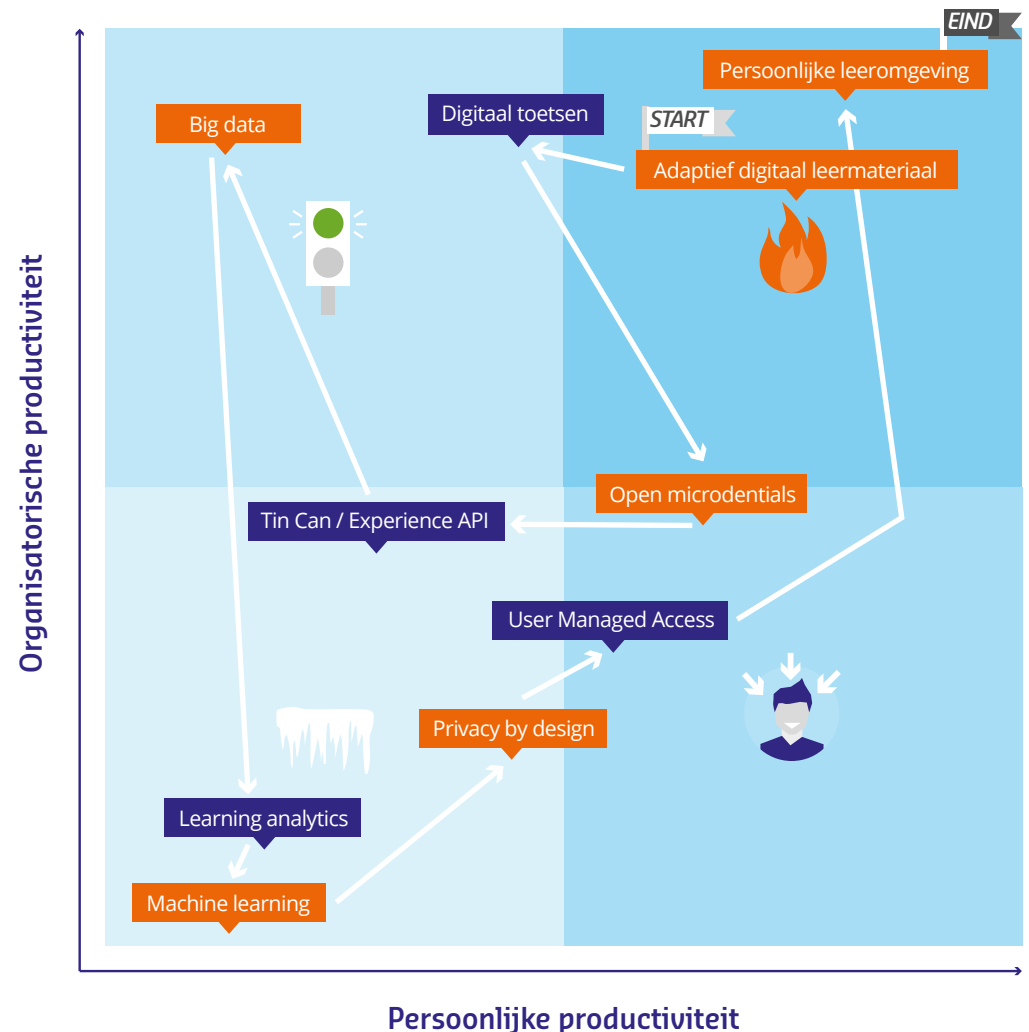
2.4 Samenhang en draagvlak

Kijkend naar de Hype Cycle-positie van de trends in dit hoofdstuk en de corresponderende kleur van trends in de STM valt op dat het uitsluitend gaat om technologie die zich in een vroeg stadium van ontwikkeling bevindt. Dit pleit voor selectieve experimenten. Voor brede uitrol lijken de risico's vooralsnog te groot.

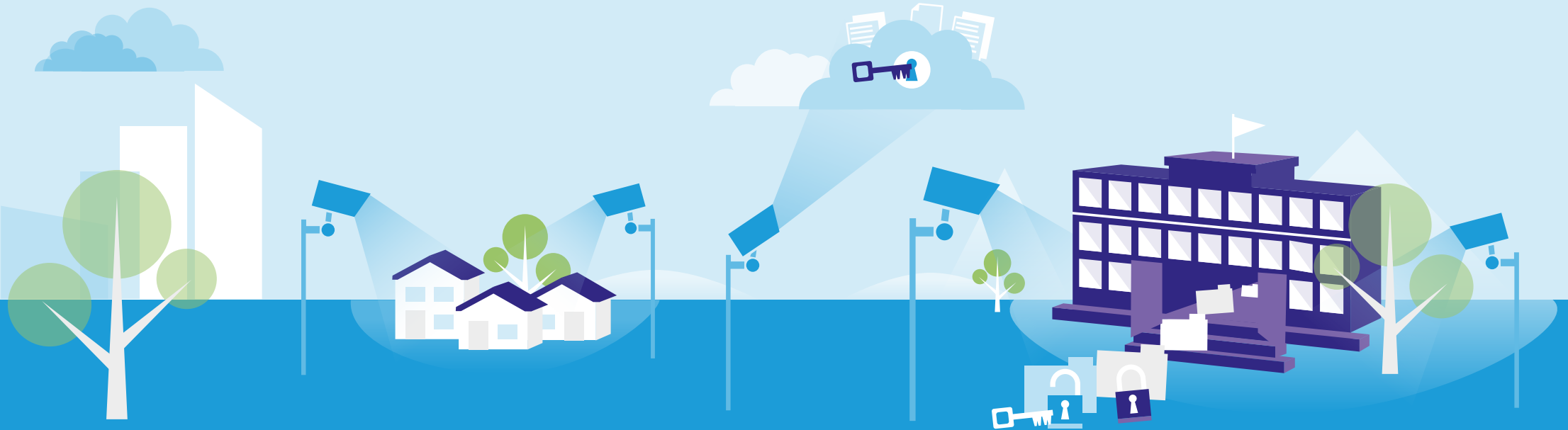
Ook dit verhaal over de persoonlijke leeromgeving is slechts een aanzet voor een veel rijkere, specifiekere discussie over de visie van een bestuur en haar onderwijsmissie. Andere keuzes en risico's en dus andere (combinaties van) ict-bouwblokken passen wellicht beter bij het profiel van bestuur en scholen. De STM is een hulpmiddel dat laat zien welke componenten functioneel nodig zijn, wat hun onderlinge afhankelijkheden zijn en wat daarmee het kritieke pad is van investeringen in ict.

Zonder cold cases [learning analytics](#) en de [Experience API](#) is data uit het onderwijsproces niet inzetbaar. En zonder corporate green light [big data](#) in combinatie met people's choices [User Managed Access \(UMA\)](#) zijn de data niet beschikbaar voor de [persoonlijke leeromgeving](#) c.q. is er geen toestemming van leerlingen en hun ouders om de data te gebruiken.

Door de toevoeging van nieuwe technologie, veranderende doelen en nieuwe inzichten en prioriteiten zijn er vele alternatieve STM's. Deze vormen de basis voor een doorlopende dialoog tussen belanghebbenden op basis waarvan plannen en budgetten kunnen worden bijgesteld met commitment en inzicht van het gehele bestuur en haar scholen.



2.4 Samenhang en draagvlak



## 2.5 Privacy, het offer voor maatwerk?

Privacy is een lastig definieerbaar begrip met vele definities en interpretaties. Het heeft te maken met de persoonlijke vrijheid om keuzes te kunnen maken. Tussen afzondering (ongehinderd, alleen en zonder storende invloeden van de buitenwereld) of gezelschap (partner of eigen kring), bijvoorbeeld. Maar ook met de wens om onbespied en onbewaakt te leven.

In de digitale context wordt ook het recht op vertrouwelijk communiceren genoemd, zelf kunnen bepalen wie welke informatie over ons krijgt. We hebben eerder vastgesteld dat dit op gespannen voet staat met de digitale samenleving zoals die zich ontploeft.

### Opvattingen en mythes over privacy

Mark Zuckerberg, oprichter van Facebook, stelt dat de sociale normen rond het delen van informatie veranderd zijn; we zouden steeds minder belang hechten aan privacy. De wens lijkt hier de vader van de gedachte. Dave Eggers zette die

argumentatie op scherp in zijn roman 'The Circle', met uitspraken als: *'Secrets are lies', 'Sharing is caring'* en *'Privacy is theft'*. Het klinkt oncomfortabel logisch: je hebt niets te verbergen als je niets te vrezen hebt. Een ander omstreden persoon, Edward Snowden, heeft een duidelijke opvatting over privacy: *'Arguing that you don't care about the right to privacy because you have nothing to hide is no different than saying you don't care about free speech because you have nothing to say'*. Een interessante vergelijking die in elk geval aan het denken zet. Privacy is meer dan verstoppen waar je je voor schaamt of niet betrappt worden op leugens, het is een grondrecht, nauw verwant aan zelfbeschikking en vrije wil.

Nieuwe generaties die opgroeien met sociale media zouden minder belang hechten aan hun privacy. Maar onderzoek heeft uitgewezen dat dit gedrag vooral te maken heeft met hun jeugdige leeftijd, met minder oog voor de impact van hun gedrag op lange termijn. De meeste tieners maken zich wel degelijk zorgen over hun privacy en willen graag weten hoe ze hun persoonlijke informatie beter kunnen beschermen.





### Privacy moet in context worden beschouwd

Filosofe en hoogleraar Helen Nissenbaum vindt de definitie van privacy als de controle over toegang tot informatie onvoldoende geraffineerd. Ze stelt dat privacy in context moet worden beschouwd (*privacy as contextual integrity*). Ze verklaart daarmee waarom wij een bepaalde context als zeer bedreigend ervaren voor onze privacy en een andere juist helemaal niet. Zo vinden we controles van onze persoonlijke bagage en het fouilleren van ons lichaam eigenlijk uitsluitend acceptabel op het vliegveld.

De (sociale) context waarin wij onze persoonlijke informatie delen is bepalend voor onze ervaring van privacy, en die van de anderen in onze omgeving.

Nissenbaum stelt dat het (algemeen geaccepteerde) doel van het gebruiken van informatie sociaal bepaald is, zodra mensen of partijen die normen niet respecteren ervaren we dat als privacyschending. Tijdens een bezoek aan onze huisarts delen we intieme informatie, terwijl we ervan uitgaan dat hij of zij vertrouwelijk met die informatie omgaat. Indien nodig wordt de informatie gedeeld met een specialist, maar gebruik voor marketingdoeleinden zullen we ervaren als grove privacyschending. Deze sociaal gedefinieerde doelen en normen voor 'gepaste informatiestromen' gelden voor allerlei contexten, ook voor de werkomgeving en het onderwijs. Op basis daarvan beoordelen we of informatiestromen acceptabel zijn. Het is goed om ons hiervan bewust te zijn in de onderwijssituatie.

Met de steeds verdere integratie van ict in onze dagelijkse bezigheden ontstaat spanning op onze ervaring van contextuele integriteit. In de digitale wereld streven we immers juist naar onafhankelijkheid van tijd en plaats en dus ook van context. Opmerkingen, foto's en tekstberichten uit de privécontext kunnen volledig verkeerd uitpakken in de onderwijscontext, daarmee zijn leraren al op gênante wijze (sextingschandalen) geconfronteerd. De fluïde context in de digitale wereld compliceert het digitale privacyvraagstuk, zowel voor leraren als voor leerlingen.

### Maatwerk in onderwijs vraagt maatwerk in omgang met data

Scholen verleggen hun focus: van het op orde brengen van technische randvoorwaarden naar het voeren van regie op 'abbonementen' op platforms en leermaterialen. Ook het verantwoord omgaan met data binnen die platforms (zoals Office 365 of Magister) krijgt steeds meer aandacht.

De onderwijsinhoudelijke ambitie om leerlingen maatwerk te bieden kan goed ondersteund worden met ict, maar om individuele behoeften inzichtelijk te maken moeten scholen wel meer informatie vastleggen over leerlingen en hun leerproces. De administratie van leerlingen en resultaten van oefeningen en

toetsen bevinden zich bovendien niet langer op school, maar in de cloud. Tot slot eist de omgeving van de school – overheid, maatschappij en ouders – steeds gedetailleerder inzicht in prestaties en het rendement van onderwijs. Deze combinatie van krachten – data op afstand, meer data, meer belangstelling voor die data – maken nadrukkelijke sturing op de omgang met data tot noodzaak. Tevens moet het onderwijs in staat zijn leerlingen (en hun ouders) en leraren te overtuigen van nut en noodzaak van de registratie en toepassing van data over hun dagelijkse activiteiten.

### Privacy by design: de principes

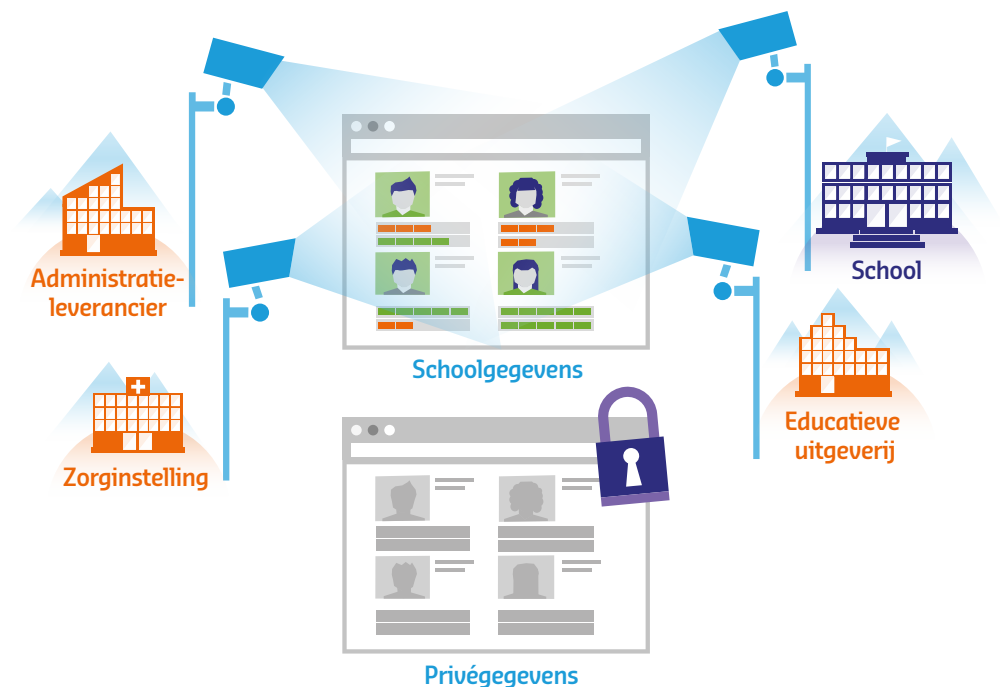
In de STM van de persoonlijke leeromgeving kwam privacy by design al aan de orde als essentiële bouwsteen. Deze proactieve en preventieve benadering van privacy heeft als principe dat voorkomen beter is dan genezen. Privacy is in deze benadering geen los aandachtspunt, maar geïntegreerd in het selectie-, ontwerp- en implementatieproces van ict-systemen. Respect voor de privacy van betrokkenen is de standaard, ook als een leerling of leraar hiertoe zelf geen actie onderneemt, is hun privacy gewaarborgd. Tegelijkertijd streven we naar ondersteuning van alle legitieme doelstellingen van het onderwijs. Het digitale leerproces vereist geen compromissen in privacy, wel transparantie in de toepassing van technologie en inzicht in werkwijzen. Vertrouwen is de basis, maar nooit zonder de mogelijkheid tot controle. Prachtige uitgangspunten, maar kan het wat concreter?

### De transactiemetafoor

Het verstrekken en laten verspreiden van persoonlijke informatie is in feite een transactie. Ik verstrek informatie in ruil voor een dienst of product: een transactie waarmee beide partijen tevreden zijn. Zo moet ik mij kunnen legitimeren bij de aanschaf van alcohol, ook als meerderjarige. Die transactie dient een sociaal gedefinieerd doel: voorkomen dat minderjarigen schade oplopen door het drinken van alcohol. Soms heb ik meerdere keuzes bij een transactie.

Als ik een papieren boek bestel bij bol.com, kan ik adresgegevens verstrekken, opdat mijn bestelling aan huis wordt afgeleverd. Wil ik mijn adresgegevens niet geven, dan kan ik een afhaalpunt kiezen. Bij deze transactie moet ik meer moeite doen om het boek te bemachtigen, maar hoef ik minder informatie vrij te geven.

Als we dit principe inzetten voor differentiatie en maatwerk in het onderwijs, dan is de beoogde opbrengst een relevanter, effectiever, op de leerling toegespitst leerproces waartoe de leerling (en ouders/verzorgers) bereid moet(en) zijn gegevens te verstrekken. Worden de data breder gebruikt dan noodzakelijk voor het afgesproken doel, dan zullen leerling en ouders de transactie niet langer als redelijk ervaren. Met een discussie over privacy tot gevolg. Hoe geven we leerlingen en ouders inzicht in wie er toegang heeft tot welke informatie, waarom en voor welke termijn?



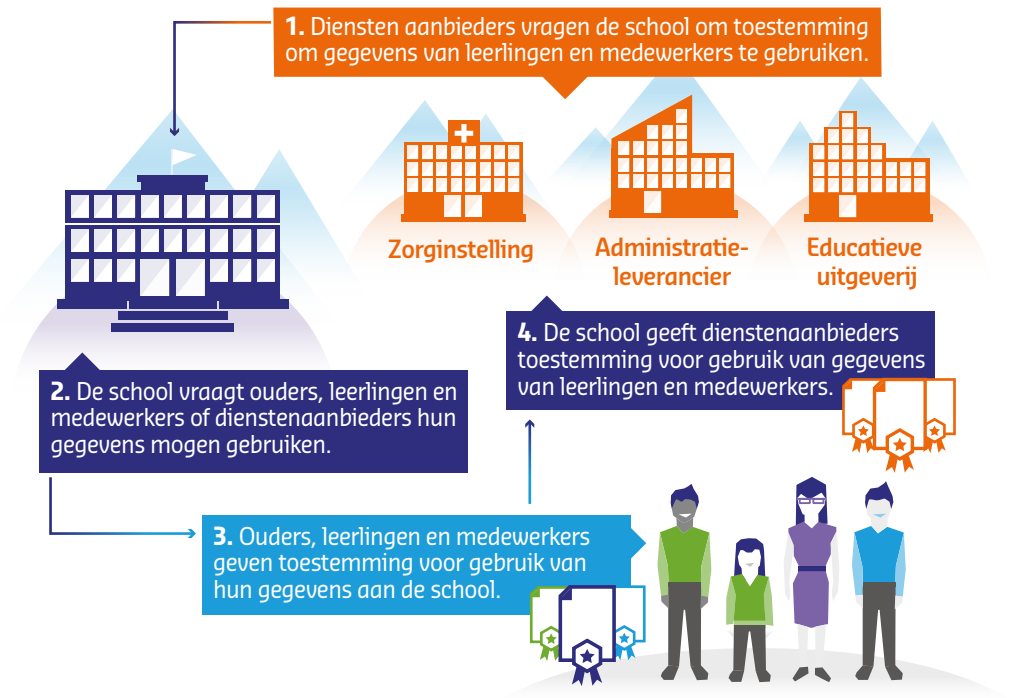
## Twee opties voor het organiseren van toestemming voor gebruik van persoonsgegevens

Het organiseren van toestemming voor het gebruik van persoonsgegevens moet efficiënt worden ingericht. Er zijn immers steeds meer data die we in steeds meer verschillende situaties willen inzetten. Toestemming is overigens alleen nodig voor gegevens die niet strikt noodzakelijk zijn voor het geven van onderwijs of het begeleiden van leerlingen. Gegevens waarbij dat wel het geval is, mogen scholen altijd gebruiken en zo nodig delen. Zo is voor extern verzorgde (huiswerk)begeleiding of vakinhoud toestemming nodig, maar voor de geplande inzet van digitale leermiddelen niet. Eerder stelden we echter al vast dat het bieden van maatwerk aan individuele leerlingen leidt tot divergentie in vraag én aanbod van onderwijs, leermaterialen en ondersteuning. Scholen kunnen steeds meer doen buiten het 'strikt noodzakelijke onderwijs', zelf of door het inschakelen van derden. Daarom zal het in de nabije toekomst steeds vaker nodig zijn om gedurende het schooljaar (aanvullend) toestemming voor het gebruik van gegevens te vragen.

We onderscheiden twee benaderingen voor de organisatie van toestemming:

### 1. Organisatiegericht

In de organisatiegerichte benadering wordt een hiërarchisch model ingericht waarbij namens veel personen vaak voor langere tijd beslissingen moeten worden genomen over toegang tot (persoons)gegevens voor verschillende doeleinden. School vraagt vooraf toestemming aan alle betrokkenen in een groep of klas (leerlingen, ouders, medewerkers) voor het gebruik van hun gegevens voor meestal minstens een schooljaar; dit wordt vastgelegd in een overeenkomst. Een soort 'blanco cheque' vanuit het perspectief van betrokkenen, omdat op het moment van beslissen niet helder is wanneer en waarvoor gegevens precies zullen worden gebruikt. De school geeft deze toestemming door aan dienstenaanbieders en functioneert in deze benadering als doorgeefluik voor het vragen/verlenen van toestemming.



## 2. Persoonsgericht

In de persoonsgerichte benadering (ook wel 'user centric' genoemd) zit de school er niet meer tussen. De beslissing over toegang tot gegevens ligt bij de betrokken personen (of hun (juridische) vertegenwoordigers), en wel op het moment dat toegang tot bepaalde informatie nodig is met een specifiek doel voor ogen. Meer just in time-toegang tot gegevens, zou je kunnen zeggen. Ook dienstenaanbieders (al dan niet ingeschakeld door school) vragen betrokkenen rechtstreeks en per dienst om toestemming voor het gebruik van hun gegevens voor een specifieke dienst en periode op het moment dat hier aanleiding voor is. Op dat moment is de waarde of tegenprestatie ook concreet.

1. Dienstenaanbieders vragen voor elk afzonderlijke dienst rechtstreeks toestemming aan ouder, leerling of medewerker voor het gebruik van hun gegevens.



2. Ouders, leerlingen of medewerkers bepalen zelf - per verzoek van de dienstenaanbieders - of ze toestemming geven om hun gegevens te gebruiken.



Als we beide benaderingen vergelijken dan valt op dat de organisatiegerichte benadering weliswaar efficiënt is, maar tevens veronderstelt dat vooraf (minstens een jaar) bekend is wie welke informatie wanneer nodig heeft. De persoonsgerichte benadering sluit veel beter aan op de ambitie om leerlingen maatwerk of passend onderwijs te bieden. Deze ambitie leidt per definitie tot een steeds minder gestandaardiseerde onderwijsvraag en daarmee tot een groeiende diversiteit in behoefte aan leermiddelen, vakinhoudelijke begeleiding en andere onderwijscomponenten. Nu wordt de vraag naar materialen, deskundigheid en begeleiding nog vooraf ingeschat, ingekocht en ingepland. Bij maatwerk moet dat anders, en door digitalisatie van leermiddelen kan dat ook. Pas gedurende het schooljaar zal blijken welke leerling welke begeleiding nodig heeft en welke materialen daar het best bij passen. Op dat moment kunnen afspraken worden gemaakt over de toegang tot informatie voor aanbieders en begeleiders.

De persoonsgerichte werkwijze sluit ook goed aan op richtlijnen en wetgeving voor het zorgvuldig omspringen met informatie. Toegang tot informatie wordt gevraagd en gegeven voor een beperkte, vooraf bekende periode, conform de richtlijn: eenmalige opslag (geen kopieën van bestanden), meervoudig gebruik en steeds striktere privacyregels: onder andere doelbinding (waarvoor is het nodig) en dataminimalisatie (niet meer informatie dan nodig, niet langer opslaan dan nodig). Daarnaast biedt de werkwijze een stevige basis om het transparantieprincipe waar te kunnen maken voor leerlingen, ouders en leraren.

### De gebruiker aan het stuur met User Managed Access (UMA)

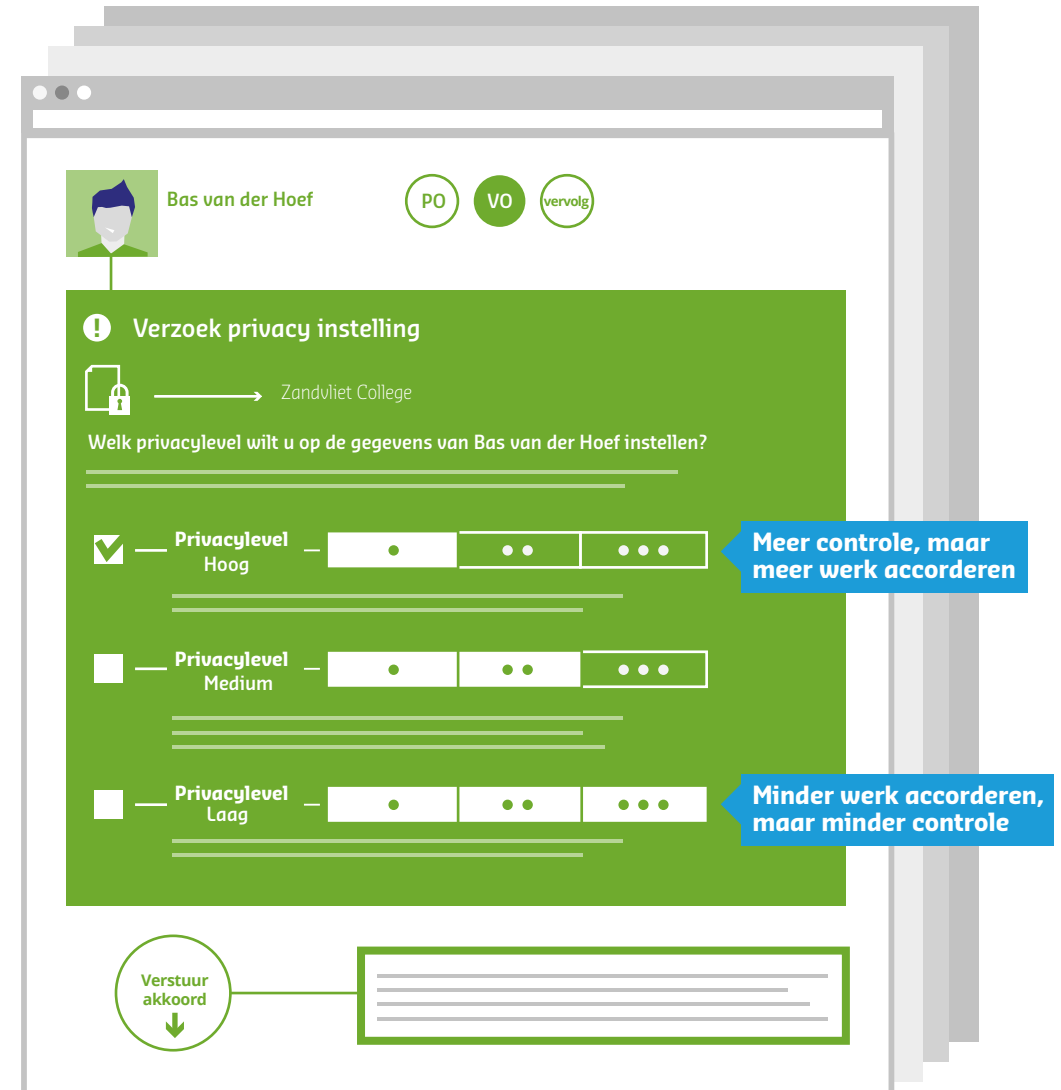
Maar hoe houden we het gebruik van gegevens in de dagelijkse praktijk werkbaar? Zijn leerlingen/ouders en leraren in deze benadering continu bezig met het accorderen van informatieverzoeken? Ook hier impliceert de mogelijkheid tot maatwerk niet dat dit in elke situatie wenselijk is. In de

persoonsgerichte benadering kan vooraf en voor langere tijd toegang tot informatie worden toegestaan wanneer dat nodig en verstandig is. Leveranciers werken al samen aan standaarden als User Managed Access (UMA), waarin is vastgelegd hoe betrokkenen de toegang tot hun (persoons) gegevens kunnen beheeren en derden gemakkelijk toegang kunnen geven tot afgeschermd informatie. Hoewel deze standaard nog sterk in ontwikkeling is, laten experimenten zien dat het met UMA heel goed mogelijk is een praktisch werkbaar systeem te realiseren.

Zo'n systeem biedt onder andere:

- **Transparantie:** betrokkenen kunnen op elk moment inzien wie toegang tot welke gegevens heeft en met welk doel. Ook kunnen ze inzien wanneer de gegevens daadwerkelijk opgevraagd zijn en door wie.
- **Privacy-instellingen:** betrokkenen kunnen instellen voor welke gegevens en toepassingen ze direct (automatisch) toestemming verlenen (laag privacylevel) en welke verzoeken en gegevens hun expliciete toestemming vereisen (hoog privacylevel). Ook automatische toestemming kunnen ze later inzien en eventueel intrekken.
- **Maatwerk in toestemming:** betrokkenen bepalen zelf of en voor welke periode ze toegang tot gegevens verstrekken. Als toestemming geweigerd wordt, heeft dit ook als consequentie dat het product of de dienst niet geleverd kan worden.

Door met UMA toestemming voor het gebruik van gegevens persoonsgericht te organiseren krijgt het onderwijs hulp en steun van leerlingen/ouders bij het nemen van verantwoordelijkheid in het gebruik van gegevens. De transparantie en het overzicht vergroten bovendien de betrokkenheid van ouders. Het is belangrijk hen aan boord te houden in de transitie naar een digitaal leerproces waarin steeds meer informatie wordt geregistreerd en ingezet. Ook voor leveranciers van toepassingen en leermaterialen biedt de aanpak kansen. Nieuwe producten met specifieke eisen aan informatietoegang



kunnen snel aan selectieve doelgroepen worden aangeboden. Toestemming is altijd up-to-date en netjes geregistreerd, naar toezichthouders kan eenvoudig aangetoond worden dat regelgeving wordt nageleefd.

Een uitdaging is er ook: hoe om te gaan met het weigeren van toestemming? Als het gaat om basisinformatie voor het verzorgen van onderwijs, dan heeft de school daar wettelijk geen toestemming voor nodig. Maar wat wordt in het licht van maatwerk en differentiatie in het reguliere onderwijs nog verstaan onder basisinformatie? Steeds vaker zal er sprake zijn van aanvullende dienstverlening die verschilt per leerling en die inspeelt op specifieke behoeften van die leerling die gedurende het schooljaar zichtbaar worden. Weegt de toegevoegde waarde van die dienstverlening niet zichtbaar op tegen het verstrekken van de daarvoor benodigde informatie, dan eindigt de discussie. Ouders moeten die afweging zelf maken. Vaak zal die extra ondersteuning al onderwerp van overleg zijn met leerling en ouders, en is de redelijkheid van het verzoek helder. In andere gevallen zal een aanbieder nader moeten toelichten waarom bepaalde informatie noodzakelijk is voor zijn dienst en of zijn verzoek wel in lijn is met de Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp).

### **Wat kunnen en moeten we (nu) al doen?**

De beschreven concepten, standaarden en technologie bevinden zich nog voor in de Hype Cycle, in een prille fase. Wat onderwijsorganisaties alvast concreet kunnen doen, is privacy by design toepassen in hun processen en omgang met informatie. De nieuwe modellen voor interactie met informatiestromen – die ontstaan door adaptief leermateriaal en dashboards – dienen zoveel mogelijk voorbereid te zijn op de persoonsgerichte benadering. Welke inzage kunnen leerlingen en ouders al krijgen in de informatie in nieuwe leeromgevingen? Welke procesafspraken kunnen met leveranciers worden gemaakt over het organiseren van toestemming voor leerlingen die nieuwe producten (aanvullend) willen gebruiken?

Door de omgang met (persoons)gegevens van leerlingen én leraren flexibel te organiseren, kunnen schoolbesturen snel en adequaat inspelen op innovatie in toepassingen en leermiddelen, maar ook in ontwikkelingen in wet- en regelgeving. Het toezicht op naleving van Nederlandse wetgeving (Wbp) verscherpt elk jaar, zowel voor scholen als voor leveranciers van onderwijsmiddelen.

Omdat het beschermen van de privacy van leerlingen geen vraagstuk meer kan zijn van alleen individuele schoolbesturen en leveranciers, hebben de sectorraden en brancheorganisaties van leveranciers in 2015 een privacyconvenant gesloten. Ze zijn een set minimale randvoorwaarden overeengekomen om de privacy op uniforme wijze te verbeteren. Met modelovereenkomsten kunnen leveranciers per product inzichtelijk maken welke leerlinggegevens ze nodig hebben. Scholen kunnen met die informatie transparanter zijn naar ouders over het gebruik van gegevens. Het privacyconvenant anticipeert op de strenger wordende handhaving en wetgeving.

Over de nieuwe Algemene verordening gegevensbescherming (General Data Protection Regulation (GDPR) is in december 2015 overeenstemming bereikt in het Europees Parlement. Een verordening is Europese wetgeving die 'directe werking' heeft, gelijk aan Nederlandse wetgeving. Deze nieuwe, strengere privacyregelgeving zal in de loop van 2018 ingaan. Privacy by design en een persoonsgerichte (user centric) benadering staan daarin centraal. Aan de slag dus met het uitbouwen van het fundament voor effectief en verantwoord ict-gebruik in onze scholen!



## Deel 3

# Onderwijs in de toekomst

## Introductie

Onderwijs moet aansluiten op de maatschappij. Maar hoe geef je dat vorm? In dit hoofdstuk kijken we vooruit, naar ontwikkelingen die nu nog niet altijd zichtbaar zijn, maar waarvan de impact op onze samenleving vermoedelijk heel groot is. Daarbij is het goed om onderscheid te maken tussen onderwijs over (het wat) en onderwijs met deze geavanceerde technologie (het hoe). In de voorgaande twee hoofdstukken hebben we veel over 'hoe' gesproken.

Veel ontwikkelingen in het fundament en het digitaal leerproces zijn inmiddels ook concreet genoeg om mogelijke toepassingen te bespreken. Verder vooruitkijkend ontbreekt het zicht op concrete toepassing in het onderwijs nog en gaat het meer om verkenningen van de betekenis (het wat) die technologie zal hebben. De nieuwe trends zijn vaak ook een verdieping of intensivering van eerdere ontwikkelingen, met name big data en machine learning.





In dit hoofdstuk bespreken we de ontwikkelingen die de maatschappij en het onderwijs in de toekomst zullen beïnvloeden. We doen dit in twee delen:

- De (door)ontwikkeling van technologie zelf. Denk aan Internet of Things, drones, robotica en zelfrijdende auto's, met sensoren die observeren, analyseren en dankzij machine learning steeds vaker zelfstandig handelen.
- De omgang in onderwijs met die ontwikkelingen en de digitale of informatiesamenleving die daarvan het resultaat is. Denk aan digitale geletterdheid en technisch zelfvertrouwen – de zogenoemde maker movement.

### Veranderende verwachtingen van en eisen aan het onderwijs in de toekomst

De ontwikkelingen in de maatschappij doen de verwachtingen van het onderwijs verschuiven. Leerlingen en ouders lopen met andere verwachtingen de

school in, bedrijven verwachten anders opgeleide aanstaande werknemers. Van huis uit zijn kinderen vaak gewend aan tablets waarmee ze op internet van alles kunnen doen, bijvoorbeeld leren lezen, schrijven of rekenen met educatieve apps. Op school zien we vaak nog hoe het vroeger werkte: informatie opzoeken in boeken, opgaven maken in schriften die leraren met de hand nakijken. Toegegeven, het is niet eenvoudig om de steeds snellere ontwikkelingen in maatschappij, economie en technologie met behoud van kwaliteit in het onderwijs te verweven. Dat het sneller moet dan nu het geval is, lijkt echter ook duidelijk. Het verschil tussen thuis en school, werk en onderwijs mag niet te groot worden.

### Omgang met versnellende adoptie van technologie

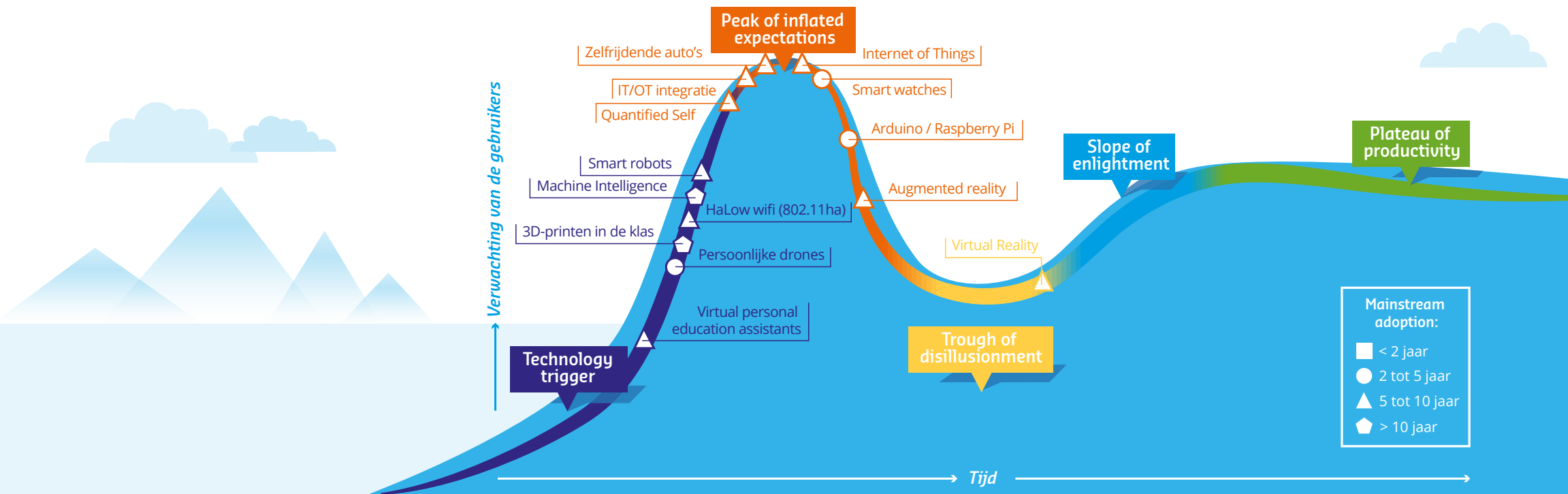
De adoptie van technologie verloopt steeds sneller. Deed de telefoon er honderd jaar over om overal door te dringen, het internet deed dat in twintig jaar, sociale media in zeven jaar en de smartphone in drie jaar.



Hoe kan het onderwijs constructief omgaan met deze dynamiek? Het is immers niet praktisch of verantwoord om het onderwijs elke paar jaar om te gooien en nieuwe technologie in te voeren. Het gaat dan ook niet (alleen) om het steeds zo snel mogelijk uitproberen van nieuwe technische mogelijkheden. Daadwerkelijke innovatie bestaat uit de combinatie van het verkennen van nieuwe mogelijkheden en ideeën, daarvan leren en op het juiste moment breed implementeren van waardevolle vernieuwingen die de school helpen haar onderwijsmissie te realiseren. Verandering is de enige constante in de hedendaagse samenleving, onze enige optie is structureel leren omgaan met vernieuwing. De visie op onderwijs en de missie van de school zijn daarbij ons baken.

### Hype Cycle voor onderwijs in de toekomst

Ook voor dit hoofdstuk staan de belangrijkste technologieën in bijgaande Hype Cycle, ontwikkeld door marktonderzoeksbureau Gartner Research. De Hype Cycle toont hoe een nieuwe technologie de hele cyclus doorloopt van belofte tot geaccepteerd product. Het is een momentopname van de relatieve volwassenheid van technologie en het potentieel ervan in de toekomst. De positie van een trend – het risicoprofiel – wordt bepaald met een analyse van de volwassenheid, marktadoptie en de beschikbare kennis van die technologie. Vrijwel alle bouwstenen van het onderwijs in de toekomst zijn ‘technology triggers’, interessante concepten die nog moeten rijpen tot concrete toepassingen in diverse sectoren. Sommige worden al gehypet – met name het Internet of Things – en een enkele is de grootste hype al voorbij, zoals augmented of



virtual reality. Met een open, onderzoekende blik en kleinschalige experimenten kan het onderwijs haar eigen mening vormen over mogelijkheden en beperkingen. Technologieën als smart robots met Machine Intelligence staan nog in de kinderschoenen, ver verwijderd (in Hype Cycle-termen is dat 5 tot 10 jaar) van het concrete en veilige stadium van volwassenheid. Toch is er voldoende aanleiding om die verkenningen te starten. In de zorgsector en de industrie die zich bezighoudt met fysieke objecten als huizen, huishoudelijke apparaten, auto's, et cetera, zijn al concrete toepassingen zichtbaar van robotica en Machine Intelligence. Alles wijst erop dat de impact hiervan op leven, leren en werken groot zal zijn. William Gibson, schrijver en bedenker van de term 'cyberspace', benoemt het als volgt: 'The future is already here – it's just not very evenly distributed.' Als we weten waar te kijken, kunnen we de eerste indrukken van die toekomst krijgen en daar ons voordeel mee doen bij het maken van langere-termijn(investerings)plannen voor middelen en mensen. De technology trigger-status van veel van de technologie in dit hoofdstuk zorgt ervoor dat de concrete toepassing in onderwijs nog ongewis is. Daarom kijken we om ons heen om te zien waar die toekomst zich al wel manifesteert en wat we daarvan kunnen opsteken.

Ook in dit hoofdstuk verschijnen belangrijke onderwijsthema's niet in een op technologie gericht analyse-instrument als de Hype Cycle. Denk aan digitale geletterdheid en leren programmeren, de maker movement en FabLabs of slimme schoolgebouwen. Ze zijn echter cruciaal om op de toekomst gericht onderwijs te kunnen vormgeven en komen zeker aan de orde in beschrijvingen, analyses en adviezen.



### 3.1 (Door)ontwikkeling van technologie

Hoewel de ontwikkeling van (informatie)technologie razendsnel lijkt te gaan, zijn de basisconcepten opmerkelijk stabiel. Computers zijn nog steeds verwerkers van instructies (een programma) waarmee input wordt verwerkt en output wordt geproduceerd. De Wet van Moore en daardoor miniaturisatie hebben er wel voor gezorgd dat computers steeds kleiner en krachtiger worden, steeds vaker in minder herkenbare gedaanten (gebruiksvoorwerpen, kleding, sieraden en andere accessoires) en onzichtbaar voor ons. Daardoor bevinden ze zich ook vaker onherkenbaar op en in objecten in de publieke omgeving, en in toenemende mate ook op en in onszelf. Communicatienetwerken profiteren op soortgelijke manieren van de voortstormende technologie en bieden meer snelheid met kleinere, goedkopere apparatuur, waardoor verbinding met de rest van onze wereld vrijwel overal vanzelfsprekend is. Ook voor die vele onherkenbare computers in onze omgeving.

#### Interactie met de computer: input van mensen en sensoren

Technologie stelt ons ook in staat computers steeds beter van input te voorzien met ‘natuurlijke’ interfaces als aanraking, spraak en beelden (onder andere gebaren) in plaats van getypte instructies. Allerlei sensoren voorzien computers ook van input zonder onze tussenkomst. Temperatuur, luchtdruk, samenstelling van gassen in de atmosfeer, weer, verkeer, geluids- en lichtniveaus worden moeiteloos gemeten, geregistreerd en uitgewisseld. Bij onszelf zijn (patronen in) beweging, slaap, hartslag, bloeddruk, stressniveau en bloedsuiker steeds nauwkeuriger meetbaar met slimme horloges of trackers. Door de (draadloze) koppeling met onze smartphones zijn opslag, verwerkingskracht en communicatiemogelijkheden direct beschikbaar voor deze sensoren.

#### Interactie met de computer: output op schermen

Op dezelfde manier is output van de computer verbreed van print op papier, via geluid, beeldschermen op horloges, brillen, telefoons, tablets, autoramen

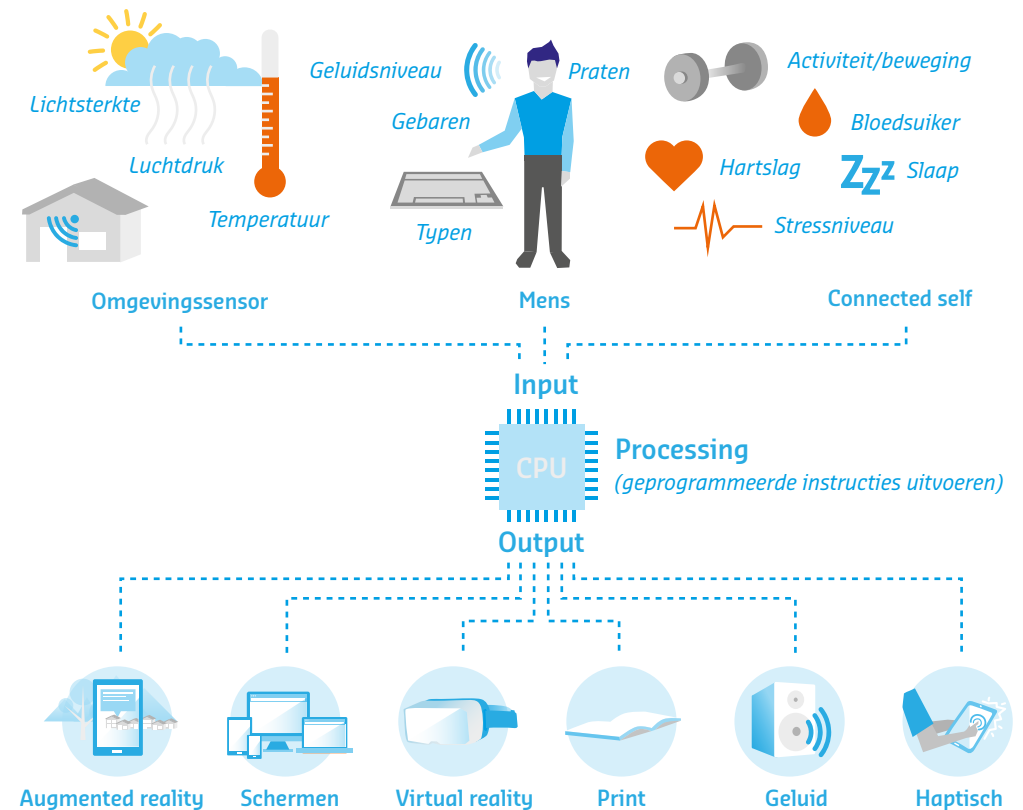
en complete ruimtes naar lichtsignalen of haptische feedback (informatie via tastzin). Output zal daarbij steeds vaker de grens tussen het digitale en het fysieke doen vervagen. Augmented reality biedt aanvullingen op onze omgeving, bijvoorbeeld door (achtergrond)informatie over de omgeving op ons scherm toe te voegen. Virtual reality geeft de gebruiker de illusie dat hij of zij ergens anders is met simulaties en ervaringen in virtuele omgevingen, soms vermengd met delen van de feitelijke omgeving. Zo kunnen we inzicht krijgen in nog niet gerealiseerde gebouwen of ervaringen opdoen in computergegenerateerde omgevingen die onbereikbaar zijn, zoals de oceaan en het heelal. Google biedt met haar Expeditions Pioneer Program een specifiek op het onderwijs gerichte omgeving aan om met Google Cardboard betaalbaar (met je apps op je eigen smartphone) en relatief laagdrempelig kennis te maken met de toepassing van virtual reality.

### Instructies voor de machine: programmeren

Software zorgt er met iedere nieuwe generatie ontwikkel- en programmeeromgevingen voor dat we meer kunnen abstraheren van de techniek onder de motorkap. Programmeertalen bieden steeds meer begeleiding bij het gestructureerd en foutloos ontwikkelen van code. De talen zelf benaderen de natuurlijke taal, waarbij de computer interpreteert wat we willen bereiken met het programma. Stel maar eens een vraag op kennisplatform WolframAlpha! De steeds krachtigere hardware maakt extra abstractie en interpretatielagen mogelijk. Programmeren wordt bereikbaar voor een breder publiek, zoals dagelijks zichtbaar is in de app stores van Apple, Google en Microsoft.

### Tussen hoop en vrees?

Nieuwe combinaties en toepassingen van hardware en software zorgen voor innovatie met verstrekkende gevolgen. Sociale robots in de zorg, zelfrijdende auto's op straat en pakjes bezorgende drones zijn de eerste voorbeelden van machines die input van sensoren verwerken met slimme, zelflerende software



die hen in staat stelt zelfstandig te handelen, steeds vaker ook in onvoorziene situaties. De mogelijkheden en consequenties voor onze toekomst als mensheid lopen uiteen van hoopvolle verwachting tot bezorgdheid en angst. Zal de lerende, intelligente machine de mens verdringen? In werk? In vrije wil? Billy Joy schreef in 2000 in Wired Magazine al zijn artikel: 'Why the future doesn't need us'. We kiezen er in dit rapport met opzet voor om zo onbevangen mogelijk naar de kansen te kijken, zonder de risico's uit het oog te verliezen. Deze technologie bevindt zich immers aan de uiterste linkerkant van de Hype Cycle, de (massale) toepassing van deze trends is op korte termijn nog niet aan de orde en er zijn meer vragen dan antwoorden.

### 3.1.1 Internet of Things, de vierde industriële revolutie?

De verzameling van diverse (intelligente) apparaten, computers die vaak niet meer als zodanig herkenbaar zijn, verbonden via internet en met elkaar, wordt wel het Internet of Things (IoT) genoemd. Deze 'things' delen hun (sensor-) waarnemingen en analyses, en voeren acties uit op basis van onze instructies of inzichten uit de data (zelflerend). We raken al gewend aan 'horloges' die ons aansporen te gaan staan als we ongezond lang stilzitten, die ons waarschuwen bij te hoge bloeddruk, te lage bloedsuikerspiegel, te veel stress of te weinig slaap. Wanneer volgt de stap naar het automatisch waarschuwen van een arts als kritische grenswaarden worden overschreden, of een medicatie-advies in aanvulling op gedrags- en voedingsadviezen?

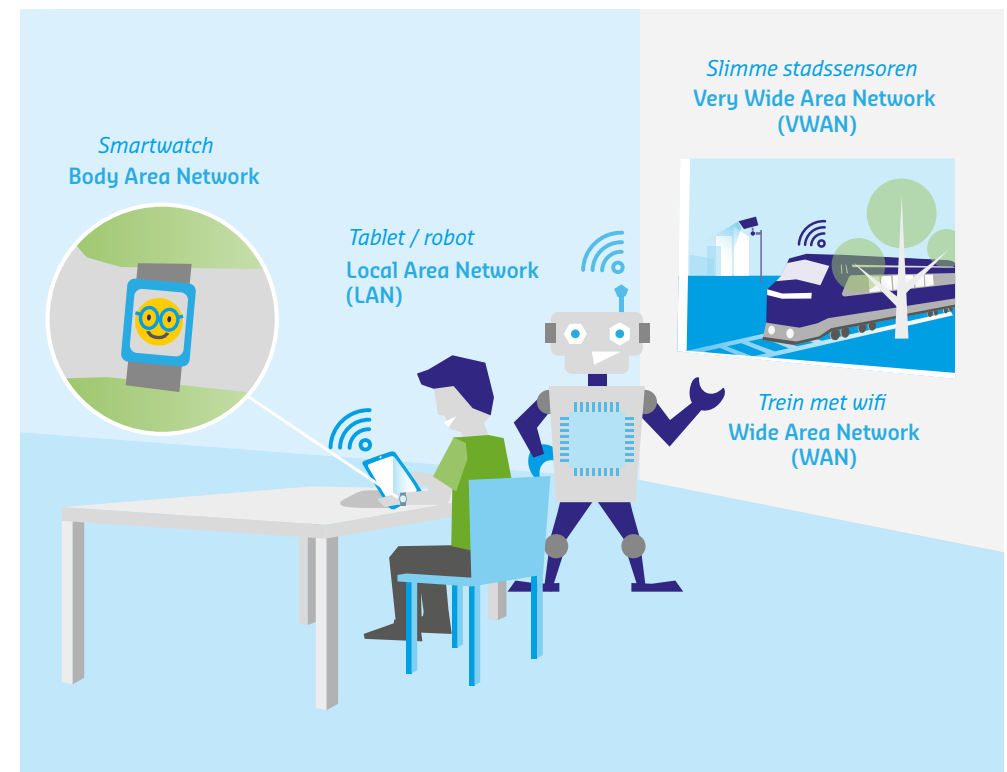
En wat te denken van een leef- en leeromgeving die wijst op slechte leercondities, zoals te warme ruimtes, slechte luchtkwaliteit of inadequate verlichting? Wanneer zal die omgeving zelf direct aanpassingen doorvoeren en die natuurlijk ook weer registreren om de effectiviteit ervan te analyseren?

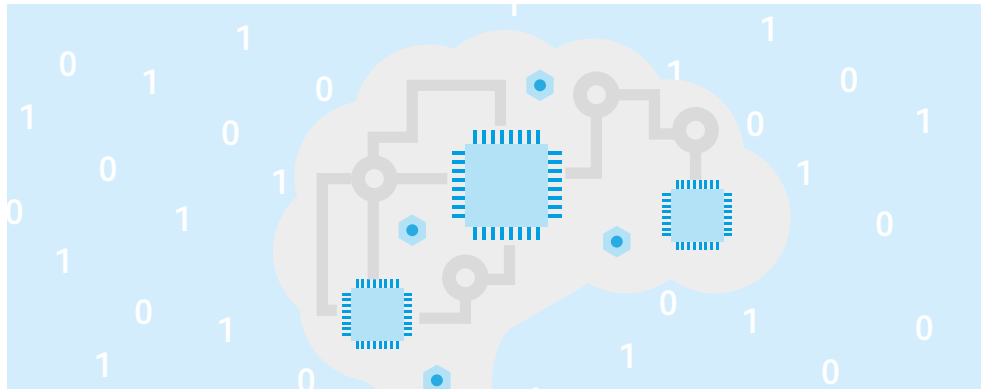
Internet of Things wordt ook wel geduid als de vierde industriële revolutie. Na mechanische productie, massaproductie met de lopende band en digitale automatisering staan we aan de wieg van cyberfysieke, intelligente netwerksystemen die verregaande integratie van de fysieke en virtuele wereld toepassen in alle aspecten van onze samenleving. De gevolgen voor onderwijs zullen groot zijn, al zijn die nu nog moeilijk concreter te maken. In onze analyse van deze nog prille, maar snel opkomende technologiegolf onderzoeken we verschillende perspectieven.

#### Perspectieven op het Internet of Things

Quantified Self refereert aan de ontwikkeling waarbij we met sensoren gegevens verzamelen over ons gedrag en onze lichaamsfuncties, om ons op basis van kwantitatieve inzichten te laten adviseren over onze gezondheid. Mobiele

(zorg)robots en zelfrijdende auto's beogen ons in de dagelijkse omgeving te ondersteunen. Ook in gebouwen en de publieke ruimte verzamelen sensoren informatie teneinde problemen (dreigingen) vroegtijdig te signaleren, van falende liften tot verkeersopstoppingen of extreme weersomstandigheden. Doorontwikkeling hiervan zal leiden tot slimme gebouwen en steden die de voordelen van een digitaal verbonden wereld gebruiken om bestaande eigenschappen van gebouwen en steden te versterken en uit te breiden. Om die verschillende verschijningsvormen van 'things' concreter te kunnen onderzoeken, richten we ons allereerst op een gemeenschappelijke component in deze machines, hun 'brein'.





### 3.1.2 De computer als 'brein' van lerende machines

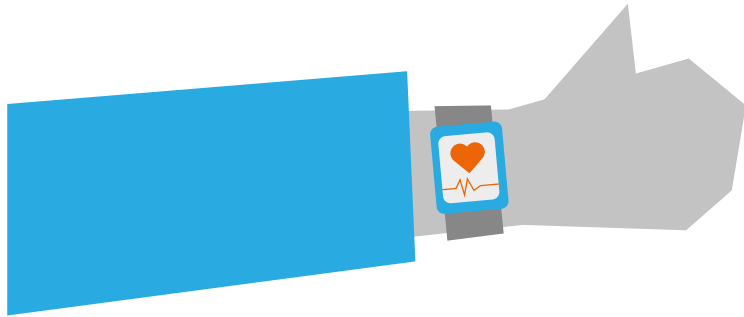
Zestig jaar geleden startte John McCarthy de eerste verkenningen van Artificial Intelligence (AI), kunstmatig intelligente software die (aspecten van) menselijke vaardigheden als analyseren, besluiten nemen en problemen oplossen kan benaderen. Enkele jaren daarvoor had Alan Turing zijn beroemde test ontworpen om na te gaan of het vermogen van een machine om intelligent gedrag te vertonen nog te onderscheiden is van dat van een mens. AI decennia belooft het AI-veld grote doorbraken, maar sinds enkele jaren waarschuwen gezaghebbende wetenschappers, techneuten en succesvolle ondernemers (onder wie Bill Gates, Elon Musk, Steve Wozniak en Stephen Hawking) dat AI nu echt op het punt van doorbreken staat. Zij vrezen dominantie van technologie doordat we als mensheid de consequenties van wat we zelf creëren niet meer kunnen overzien. De aanleiding voor die aanstaande doorbraak is tweevoudig, een combinatie van twee effecten die eerder in dit rapport aan de orde kwamen:

1. In het ict-fundament hoofdstuk constateerden we al een exponentiële verbetering van hardware. Ooit kamervullende computers passen nu in pizzadozen en binnenkort in smartphones.
2. Het hoofdstuk over het digitale leerproces ging over de exponentieel groeiende hoeveelheid data die als 'voedsel' dient voor zelflerende systemen.

De ontwikkeling van hardware en de groei van data, beide exponentieel, zetten zich onverdroten voort. We kunnen dit vergelijken met de legende over het schaakbord en de rijstkorrels, waarbij in ieder volgend vakje de hoeveelheid rijstkorrels verdubbelde. Bij elkaar opgeteld overtroffen alle met rijst gevulde velden van het schaakbord de wereldproductie vele malen, en met de transistor (de kleinste digitale bouwsteen) komen we intussen op de tweede helft van het schaakbord waar de exponentiële curve alsmaar stijler wordt. Dit stelt ons in staat om steeds snellere, goedkopere 'computers' te laten leren van ongekende hoeveelheden data, waarbij AI hen intussen heeft leren omgaan met waarschijnlijkheden in plaats van ja of nee. Kortom: we leren computers om te leren, onder meer om met onvoorziene omstandigheden te kunnen omgaan. Binnen het ict-fundament zagen we al dat virtuele computerfaciliteiten (servers, opslag, rekenkracht) beschikbaar zijn voor iedereen met internet. Google, Facebook, Microsoft, Apple en Amazon voegden daar zeer recent de lerende machines aan toe. Enerzijds is het zeer interessant om te zien tot welke creatieve toepassingen dit zal leiden. Het zelflerende 'computerbrein' wordt cognitief steeds geavanceerder, maar wie neemt verantwoordelijkheid voor 'het gedrag' van deze machines met intelligentie? Wie houdt toezicht op de vele toepassingsmogelijkheden?

#### Open AI-kennis als extensie van de mens

Eerdergenoemde techneuten en ondernemers zetten hun bezorgdheid om in actie, zo investeren onder anderen Elon Musk en Sam Altman (CEO van de succesvolle start-up incubator Y-combinator) in OpenAI. Dit onafhankelijke onderzoeksinstituut krijgt ruim een miljard dollar om te onderzoeken hoe AI tot ontwikkeling kan komen in een gezonde verhouding tot de mens. De kennis komt open beschikbaar en er is geen commercieel belang. AI moet een extensie zijn van en voor elk mens, in plaats van een zelfstandige, centrale en daardoor bedreigende intelligentie, is de gedachte. Hoog tijd om concreter te worden: welke toepassingen zien we nu al?



### 3.1.3 Verbeteren van onze Quantified Self

Het afgelopen jaar zijn activiteitstrackers gemeengoed geworden. Accessoires als armbanden en horloges en straks ook kledingstukken monitoren en registreren ons dagelijks gedrag, onze prestaties en lichaamsfuncties, zonder dat we ons er nog van bewust zijn. Een interessante ontwikkeling, omdat het meten en inzichtelijk maken van prestaties op allerlei gebied heel motiverend kan werken. Of het nu gaat om een rondje fietsen geregistreerd op Strava, een virtuele sportersgemeenschap van wielrenners en hardlopers, of om een highscore in een spel. Het meten kost geen (extra) moeite en het resultaat wordt onmiddellijk teruggekoppeld.

Directe terugkoppeling van inzichten stelt ons in staat de relatie te leggen tussen ons gedrag en de consequenties daarvan, en versterkt daarmee ons vermogen een voornemen daadwerkelijk uit te voeren. Visualisatie van gegevens in apps of dashboards op onze smartphone of tablet verschaft ons inzicht in gedrag patronen, beweging en slaap over langere termijn en helpt ons realistische doelen te stellen. Adaptieve leerplatforms zijn dan ook gebaseerd op het onderwijskundige inzicht dat snelle feedback een grote bijdrage levert aan het leren en de motivatie.

#### Eet, beweeg en slaap je slim

Activiteitstrackers voegen ook een dimensie toe aan het optimaliseren van de leeromgeving, door bewust om te gaan met actuele fysiologische omstandigheden van de leerling (en leraar) en in te spelen op het wisselende concentratievermogen gedurende de dag. Zoals tijdig aanzetten tot bewegen, rust, juiste voeding of afgepaste doses medicatie.

In de GOALS-studie aan de Open Universiteit wordt grootschalig onderzoek gedaan naar de activiteiten (bewegen en slapen) van leerlingen in relatie tot hun resultaten. De eerste bevindingen laten zien dat lichaamsbeweging voorafgaand aan school tot significant hogere scores leidt, met name bij meisjes. Andere studies onderzoeken het verband tussen voeding en leerprestaties. Het verbeteren van leerrendement lijkt vele onverwachte vormen te kennen en mogelijkheden te bieden. Toekomstmuziek? Oklahoma's Oral Roberts University stelde in 2015 de aanschaf en het dragen van een Fitbit (met hartslagregistratie) verplicht voor het vak Health Fitness en eist minimaal 10.000 stappen per dag van de student. De prestatie bepaalt 20 procent van het cijfer voor dat vak.

#### Samen verbeteren

Hoewel we met Quantified Self-technologie persoonlijke gegevens genereren, kunnen de apps op smartphones de geregistreerde metingen heel eenvoudig online delen met anderen in een (besloten) community of op sociale media. Zo bieden activiteitstrackers als de Fitbit, Jawbone's UP en diverse smartwatches groepsfuncties waarin vrienden met elkaar in competitie kunnen gaan omtrent afvallen, meer bewegen of beter slapen. Oklahoma's Oral Roberts University gebruikt deze functie om de prestaties van studenten te kunnen volgen. Studenten kunnen zelf instellen welke gegevens in de groep gedeeld worden – beweging en hartslag is verplicht, gps-data (waar was ik op welk moment van de dag) is optioneel, maar wordt wel aangemoedigd. Dit soort voorbeelden roepen allerlei ethische vragen op waar we later nog op ingaan.



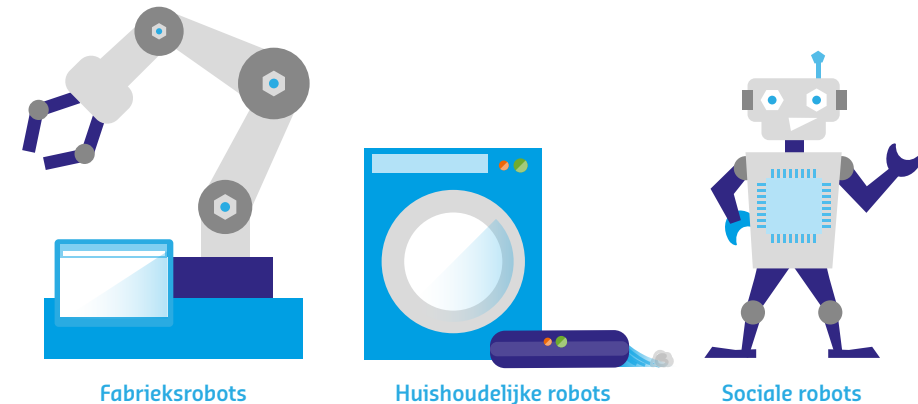
### 3.1.4 Van fabrieksmachines naar mobiele, sociale robots

We stappen van onze Quantified Self naar objecten in onze directe omgeving: robots. We zijn gewend aan het beeld van fabriekshallen met robotarmen die geduldig aan de lopende band producten assembleren. Maar de robot wordt steeds mobieler, 'handiger' en socialer, de mens steeds technischer; de verschillen worden kleiner. Waar zullen we elkaar ontmoeten? Eerder zagen we al dat de angst groeit om als mensen verdrongen te worden door machines en techniek. Films als 'Wall-E' (robots bedienen de in ledigheid vervallen mensheid, 2008) en 'Her' (mens wordt emotioneel afhankelijk van personal digital assistant, 2013) verkennen dit thema. Professor Peter-Paul Verbeek, hoogleraar Filosofie van Mens en Techniek nuanceert het negatieve beeld. Hij ziet techniek als een medium voor onze manier van leven, een verlengstuk van onszelf. Het is opnieuw een verschuiving van de aard van mensenwerk. Zo zetten de Amerikaanse en Japanse zorgsector al robots in om patiënten voorzichtig in en uit bed te tillen, wasgoed op te halen en medicijnen en eten rond te brengen. Daarin zijn ze bovendien nauwkeuriger dan mensen. Het karakter van zorg verandert daarmee; er komt meer tijd beschikbaar voor intermenselijk contact, stelt Professor Verbeek.

Het uitbesteden van saai, smerig en gevaarlijk werk aan machines schept ruimte voor dienstverlening en creatiever werk, terwijl ook de machines ontworpen, geproduceerd en onderhouden moeten worden. Totdat ze dat ook grotendeels zelf kunnen...

#### Impact van robots op werk en beroep

De opmars van sociale robots met machine intelligentie is in gang gezet, onomkeerbaar. Het onderzoeksrapport 'Werken aan de robotsamenleving' van het Rathenau Instituut concludeert: 'Informatietechnologie zoals robotica draagt bij aan de groei van arbeidsproductiviteit, waarbij door automatisering verdere baanpolarisatie zal optreden.' Ook arbeidssocioloog Fabian Dekker verwacht



uitholling van banen op mbo-niveau door voortschrijdende technologie. Het belang van onderscheidende menselijke vaardigheden als creativiteit, empathie, sociale vaardigheden en observatievermogen gekoppeld aan manuele vaardigheid neemt daardoor snel toe.

Meer praktisch is de vraag welke beroepen concreet onder druk komen te staan met deze nieuwste industriële revolutie. In een studie van de Oxford University, 'The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?', heeft men op basis van de verschillende karakteristieken van beroepen de kans berekend dat werkgelegenheid er onder druk komt te staan. Sectoren met een hoog risico waren onder andere administratie, verkoop, productie, transport en service. In het mbo wordt bijvoorbeeld al gekeken welke consequenties dit zou moeten hebben voor de opleidingen tot dit type beroepen en de impact op het opleidingsaanbod van de instelling. De beste manier om als samenleving met deze ontwikkelingen om te gaan, volgens de onderzoekers, is het stimuleren van het publieke debat over de effecten van technologie op de arbeidsmarkt en het investeren in scholing.



Een begrijpelijke reactie – een vorm van zelfbescherming – is dat het allemaal toch zo'n vaart niet zal lopen. Maar hoewel robots nog veel moeten 'leren', neemt het aantal concrete voorbeelden snel toe:

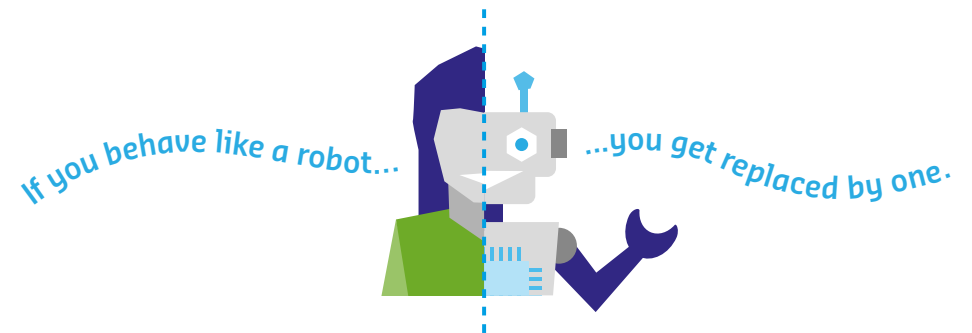
- De zorgrobot Zora wordt succesvol ingezet in de Nederlandse ouderenzorg bij het bestrijden van eenzaamheid en verveling. Zora geeft ook rekenles aan vmbo-brugklassers in een experiment van onderzoekers van de Vrije Universiteit in Amsterdam.
- Een Japans themaparkhotel werkt bijna uitsluitend met robotpersoneel. Robots werken als portier, schoonmaker en receptionist, ze dragen koffers en begeleiden gasten naar hun kamers.
- Aan de Universiteit Twente werkt professor Vanessa Evers, hoogleraar Sociale Robotica, aan robots die mensen de weg kunnen wijzen op een vliegveld of rondleiden in een museum. Daarvoor moeten ze menselijke signalen kunnen interpreteren, zoals irritatie, waardering, aandacht en of iemand staat te wachten.

### De robot de baas?

In het openingshoofdstuk van haar boek 'Smart technologies and the end(s) of law' schetst Mireille Hildebrandt een dag in het 'Onlife' leven van Diana. Ze geeft daarin een geloofwaardige schets van een mogelijke toekomst met lerende, intelligente Virtual Personal Assistants (VPA's) die digitaal (software) en fysiek (robots) alom aanwezig zijn bij ondersteuning in de privé-werkorganisatie, verzorging van kinderen, ouders en ouderen, et cetera. De – ongetwijfeld voorlopig peperdure – robots worden daarin betaald door de werkgever of de zorginstelling met elk zo hun eigen belangen. Chatrobots – zonder de fysieke verschijningsvorm – hebben hun plek op Facebook en als contact voor steeds meer bedrijven op WhatsApp al gevonden.

Het is gissen welke vlucht dit zal nemen in het onderwijs. Op basis van eerdergenoemde Oxfordstudie heeft het Amerikaanse mediabedrijf NPR een Will-Your-Job-Be-Done-By-A-Machine-calculator online gezet, waarmee je van

een aantal beroepen kunt 'berekenen' wat het risico is op vervanging door robots. Spoiler: voor leraren concludeert de calculator dat het risico laag is, maar of dit dan hetzelfde takenpakket betreft? Volgens Silicon Valley-veteraan Mårten Mickos heeft het vooral te maken met hoe je jezelf opstelt in de uitoefening van je beroep: 'If you behave like a robot at work, it is only a matter of time before you get replaced by one.'



Het rapport 'De robot de baas, de toekomst van werk in het tweede machine-tijdperk' van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) kijkt onder andere naar de impact op onderwijs. Het waarschuwt voor een te grote nadruk op technische vaardigheden, omdat het zal gaan om de combinatie van technische kennis en de vaardigheden en gevoeligheden die men leert in de geesteswetenschappen. Waar het de dreigende overheersing door robots betreft, nuanceert het WRR-rapport het beeld door te stellen dat het vooral gaat om wat mensen door mensen willen laten doen, ook als robots dat zouden kunnen. Daarmee onderstreept de WRR de mogelijkheid van bewuste keuzes richting een toekomst waarin robots ons – waar we dat willen – in werk en leven kunnen ondersteunen.

### De zelfrijdende auto als mobiele, intelligente machine

Misschien is de zelfrijdende auto wel de beste illustratie van de geleidelijke overgang van een door mensen bediende machine om van A naar B te komen naar een intelligente 'robot' die mobiliteitsdiensten aanbiedt. Het begint met de duurdere automerken en modellen die met ondersteuning en begeleiding bezig zijn aan een duidelijke opmars om zelfstandig te handelen. Eerst waren er automatische verlichting en ruitenwissers, daarna (adaptieve) cruisecontrol (in de file), keep-your-lane, automatisch remmen bij obstakels en inparkeren. Binnenkort rijdt de Tesla zelf naar het dichtstbijzijnde oplaadpunt om zijn berijder weer op te halen wanneer dat hem schikt.

In de auto-industrie is een 'battle for the dashboard' bezig tussen Apple (carplay), Google (android car) en Tesla, terwijl de gevestigde autofabrikanten bijna tien jaar na de introductie van de smartphone nauwelijks vooruitgang hebben geboekt met de interface en functionaliteit van hun systemen.



#### 3.1 (Door)ontwikkeling van technologie

Ook hier slaat 'The Innovator's Dilemma' (geschreven door Clayton Christensen) hard toe: bestaande dominante marktpartijen komen niet tot marktversturende innovatie. Straks is het systeem – vooral software met sensors en schermen – de spil van de auto, de auto-hardware is inwisselbaar en misschien ook niet ons eigendom. Het zijn de eerste voorbeelden van onvoorspelbare en lastig voorstelbare veranderingen door robotisering. Ook hier zal regulering snel moeten aansluiten met eisen aan zelfrijdende voertuigen. Binnen welke kaders kunnen die veilig de weg op? En wie is verantwoordelijk bij ongelukken? Meer hierover in de paragraaf over digitale ethiek.

### Drones, vliegende (intelligente?) machines

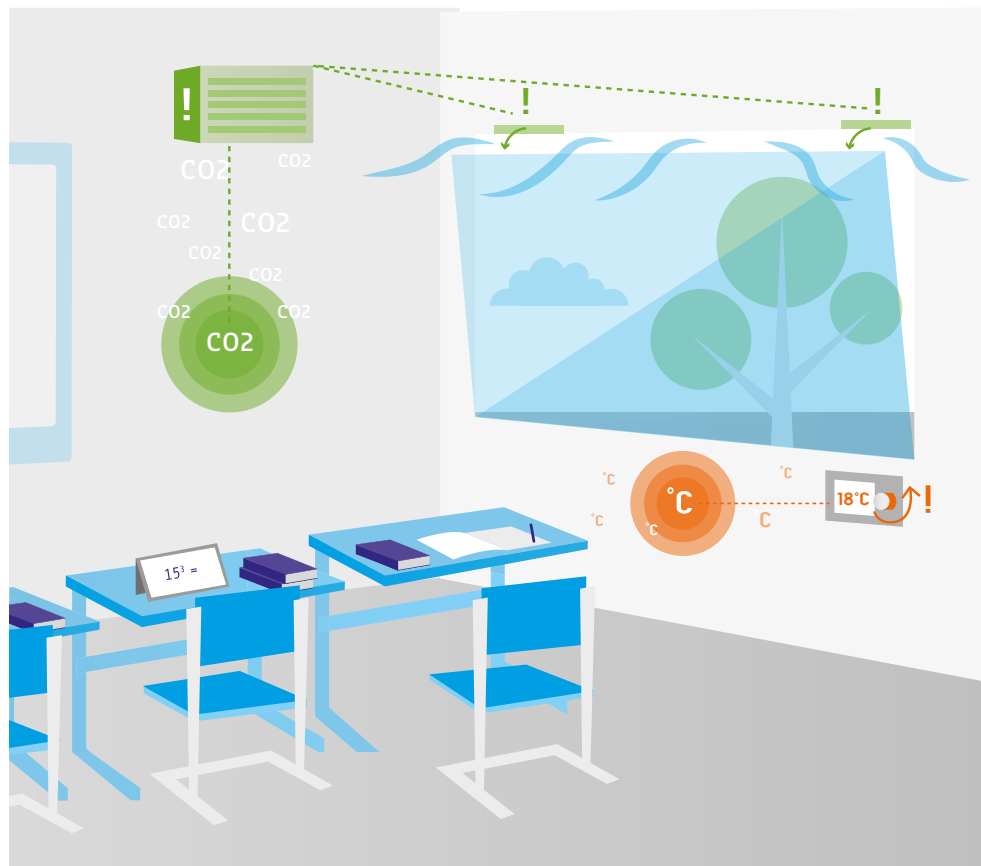
Speelgoed lijkt het nog, hoewel drones – onbemande luchtvaartuigen – al een lange, militaire geschiedenis hebben. Van vliegende oefendoelen hebben de militaire toepassingen zich ontwikkeld tot op afstand bestuurbare observatie- of aanvalsmachines, met alle strategische en ethische vraagstukken die daaruit voortvloeien.

In onze context – het onderwijs – zijn vooralsnog de observatiemogelijkheden met vastlegging door steeds betere, lichte camera's een mooie toevoeging aan het instrumentarium. Er zijn al enkele voorbeelden van onderwijsprojecten waarbij een drone werd gebruikt om een stuk landschap in kaart te brengen als toegepaste geografie/geologie met daarin verweven het ontwerpen van het experiment zelf, het verrichten van de metingen en het analyseren, interpreteren en verklaren van de resultaten.

De toepassingsmogelijkheden van drones zijn eindeloos: van wegenbouw, landbouwtoezicht, bouwtoezicht, gebouwinspectie, journalistiek, cinematografie, hulpdiensten en klimaatonderzoek tot archeologie. De technologie zal daar ook impact hebben op de beroepsuitoefening en daarmee weer op onderwijs. Ook bij de drone is er noodzaak tot regulering, niet alleen in het belang van veiligheid, maar ook voor het borgen van privacy bij observatie met behulp van drones met HD-camera's en microfoons.

### 3.1.5 Het intelligente schoolgebouw

Huisvesting als onderdeel van de leeromgeving vormt een flink aandeel in de vaste kosten van een onderwijsinstelling. Internet of Things-toepassingen in (de omgeving van) de school kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het effectiever benutten van capaciteit en beheersing van onderhouds- en gebruikskosten. Daarnaast kunnen we actief streven naar optimale leercondities, denk daarbij aan luchtkwaliteit, geluidsniveau en verlichting.



Ook in de fysieke leeromgeving (naast de virtuele) kunnen omstandigheden en gebruik van de omgeving worden gemeten, vastgelegd en geanalyseerd om vervolgens aanbevelingen tot verbeteringen te doen, soms al geautomatiseerd op basis van vooraf vastgestelde criteria (voor temperatuur, zuurstof, licht). Dit is vergelijkbaar met de 'smart home' (domotica) waar verwarmingsketels, energiebeheer en verlichting slim worden ingericht ter verbetering van de kwaliteit van wonen. Daarnaast wordt preventief onderhoud veel exacter mogelijk, vliegtuigmotoren hebben al jarenlang elektronica aan boord om na elke vlucht de fabriek te informeren over slijtage en afwijkingen. Apparatuur en systemen in huis en school kunnen zo aan betrouwbaarheid winnen, daarnaast is er opnieuw de invloed op diverse beroepen en opleidingen.

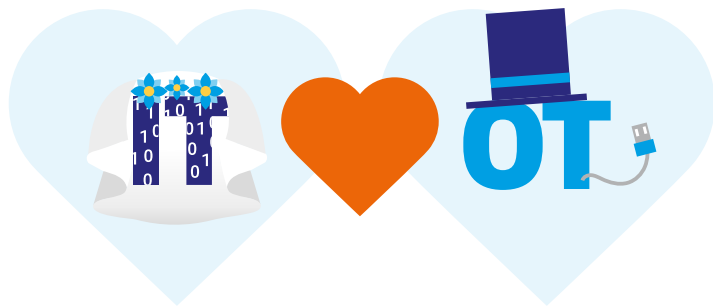
Het intelligente schoolgebouw kan onder andere bijdragen aan een optimale leeromgeving door bijvoorbeeld:

- gedetailleerd inzicht te geven in het energieverbruik van een gebouw en proactief verlichting en verwarming te beheren op basis van (gepland en daadwerkelijk) ruimtegebruik en (weers)omstandigheden
- luchtkwaliteit te monitoren en autonoom actie te ondernemen als deze onvoldoende wordt
- structureel inzicht te geven in daadwerkelijk gebruik van ruimtes versus inroostering, en aanbevelingen te doen voor verbeterde capaciteitsbenutting. Denk aan data over de bezettingsgraad, aantal aanwezigen, soort activiteit en benodigde/beschikbare faciliteiten.

#### Samenwerking en kennisuitwisseling verbeteren met Social Physics

Een mooie combinatie van Quantified Self (observeren van menselijk gedrag) en de benutting van ruimte is het inzetten van sensoren om interactie op de werkvloer te observeren/meten. Op basis van de data kunnen samenwerkingsrelaties en kennisuitwisseling beter worden ondersteund door de indeling van

werkplekken in de ruimte aan te passen. Professor Alex Pentland (data scientist bij het Massachusetts Institute of Technology (MIT)) beschrijft in zijn boek 'Social Physics: How Good Ideas Spread – The Lessons from a New Science' hoe hij met zijn team wetmatigheden – gebruikmakend van observatie met sensoren – heeft ontdekt bij het vormgeven van omgevingen en (organisatie-)structuren voor effectieve samenwerking en creativiteit. Opmerkelijk daarbij is dat voortdurend en snel contact een negatief effect kan hebben op creativiteit en de kwaliteit van kennisontwikkeling. 'Vertraging' in communicatie kan heel goed werken. Deze principes passen hij en zijn team toe bij het ontwerp van samenwerkingsstructuren en interne communicatieplatforms binnen organisaties. Het is heel goed voorstelbaar dat dit onderzoek ook bij het ontwerpen van leercontexten en leergemeenschappen goed toepasbaar is.



### 3.1.6 Internet of Things: het huwelijk tussen operatie en informatie?

In het hoofdstuk over het ict-fundament refereerden we al aan de componenten van de ict-infrastructuur als onderdelen van een ecosysteem. De verschillende bouwblokken als netwerk, cloudsoftware en opslag en devices vormen een geheel van samenwerkende onderdelen die elkaar nodig hebben om goed te kunnen functioneren. Internet of Things-toepassingen zorgen voor een uitbreiding van dit ecosysteem: meer devices, meer (sensor)data (in de cloud),

meer netwerkconnecties, et cetera.

Daarbij is ook duidelijk dat onze afhankelijkheid van dat ecosysteem toeneemt. Het gaat om persoonlijke data, met (potentieel) grote consequenties van mogelijk autonoom, intelligent gedrag van machines. Het voordeel van dit ecosysteem is dat alle achtergrondkennis over ons gedrag, onze voorkeuren en plannen kan worden meegenomen naar andere contexten. Zo weet de auto straks aan welke apps, interfaces en software ik gewend ben, waar mijn informatie beschikbaar is in de cloud, welke locaties ik meestal bezoek en wie ik daar hoop aan te treffen.

Mobiele communicatienetwerken bieden met 4G en 5G betrouwbaardere, snellere verbindingen onderweg, nieuwe wifistandaarden zoals HaLow (802.11ah) ondersteunen lage energie- (en lage snelheid-)verbindingen voor de diverse Internet of Things-toepassingen in en om huis. Ofwel: deze ontwikkeling gaat snel en de impact op de ict-infrastructuur zoals we die nu kennen zal groot zijn.

#### IT/OT-integratie

Misschien is de belangrijkste consequentie van het Internet of Things wel de verbinding tussen Informatie Technologie (IT) en Operationele Technologie (OT), samengebracht in het uitgebreidere ecosysteem. Allerlei apparaten en producten bevatten straks sensoren die ons in staat stellen ze gemakkelijker en beter te benutten. Daarin is nog wel een kloof te overbruggen: ingenieurs kijken vanuit de technologie naar controle en beheersing daarvan, informatici kijken meer naar de markt en proceskant en worden functioneel aangestuurd. In veel functies zal een begrip van beide perspectieven en het vermogen tot samenwerking cruciaal zijn. In het bedrijfsleven wordt wel van een 'digitale transformatieagenda' gesproken, de integratie van operatie en informatie zou daarin wel eens de belangrijkste uitdaging kunnen zijn. Een interessant nieuw vakgebied dat vraagt om nieuwe (combinaties van) opleidingen en die ruimte biedt voor nieuwe, nog niet bestaande beroepen.

### 3.1.7 Digitale ethiek: mores en kaders voor onze machines

Met zicht op enkele toepassingsmogelijkheden van intelligente machines is het tijd om te kijken naar mogelijke consequenties. Nu computers leren om gewone mensentaal te begrijpen en terug te spreken, komt een compleet nieuw terrein van ict-toepassingen binnen bereik. Maar welke consequenties hebben zelfrijdende auto's of zorgrobots voor onze veiligheid, privacy, sociale interactie, vrije wil en vrijheid? De digitale ethiek richt zich er met name op om de onbedoelde consequenties van de inzet van informatietechnologie – waaronder intelligente machines – te beperken.

Sciencefictionauteur Isaac Asimov formuleerde in 1942 al de 'Three Laws of Robotics' als onderdeel van zijn 'Handbook of Robotics, 56th Edition, 2058 A.D.:

1. Een robot mag een mens geen letsel toebrengen of door niet te handelen toestaan dat een mens letsel oploopt.
2. Een robot moet de bevelen uitvoeren die hem door mensen gegeven worden, behalve als die in strijd zijn met de eerste wet.
3. Een robot moet zijn eigen bestaan beschermen, voor zover die bescherming niet in strijd is met de eerste of tweede wet.

Nadat Asimov zijn wetten toepaste in diverse boeken en allerlei 'unintended consequences' verkende in zijn verhalen, kwam hij in discussie met tijdgenoten tot een inzicht dat vooraf gaat aan de eerdere wetten in de vorm van een nulde wet:

0. Een robot mag geen schade toebrengen aan de mensheid, of toelaten dat de mensheid schade toegebracht wordt door zijn nalatigheid.

Ruim zeventig jaar later maken de concretere dilemma's door daadwerkelijke toepassingen duidelijk dat digitale ethiek veel complexer en genuanceerder vraagstukken omvat. Want wat voor de mensheid goed is, hoeft dat niet voor



het individu te zijn, maar wie maakt die afweging? Wat is ethisch, minimaal menselijk leed of maximaal maatschappelijk nut? In tegenstelling tot mensen beschikken computers vaak over alle beschikbare informatie om een beslissing te nemen en kunnen ze snel genoeg rekenen om alle afwegingen te maken. Maar dat helpt niet zonder duidelijke beslissingskaders. Een voorbeeld.

#### Wie bepaalt en is verantwoordelijk voor het gedrag van een machine?

Stel dat een zelfrijdende auto met enkele inzittenden onderweg geconfronteerd wordt met een plotseling overstekende voetganger, tegenliggers op de andere weghelft en voetgangers op het trottoir? De sensoren van de auto hebben alle factoren (letterlijk) in beeld, de uitwijkmogelijkheden en remweg kunnen berekend worden, de waarschijnlijke schade geëvalueerd en vergeleken. Wat is het keuzecriterium? Minimale verwonding voor de inzittenden en 'eigenaren' van de machine? Het minste aantal menselijke slachtoffers (ongeacht leeftijd?) eventueel ten koste van inzittenden? Of wegen we het ondoordachte gedrag van de overstekende voetganger mee en remmen we zonder uit te wijken, hoewel we hebben berekend dat we niet op tijd zullen stilstaan? Gerenommeerde artsen geven aan dat ze maar beperkt gebruik kunnen

maken van alle data die slimme horloges en trackers verzamelen; hun verzekering voor medische fouten staat hun niet toe de verantwoordelijkheid te accepteren. Want als je 24/7 de beschikking hebt over hartslag, bloeddruk en andere levensfuncties, waarom kon je die hartaanval dan niet zien aankomen en voorkomen?



### How to not mess up with technology

De studie van (digitale) ethiek en moraliteit komt voor nieuwe interessante vraagstukken te staan rond de verantwoordelijkheden voor het 'gedrag' van intelligente machines. Frank Buytendijk, Gartner VP & Fellow, is pionier in het verkennen van digitale ethiek. Zelf heeft hij het over: 'How to not mess up with technology'. Hij stelt vast dat vele beroepen ethische codes kennen, maar dat die in het veld van informatietechnologie nog veel minder gebruikelijk zijn. Terwijl de behoefte aan kaders snel groeit, zo blijkt uit onze verkenning van de toepassing van data en analytics in het digitale leerproces en de potentie van Machine Intelligence. De spanning tussen leraar en systeem loopt op. Welke vangrails hebben we nodig om cloudcomputing, sociale media, big data en intelligente machines veilig te kunnen toepassen in onze maatschappij?

In het onderwijs kunnen we ook voor interessante vragen komen te staan. Hoe leggen we een onderwijsrobot uit wat spieken is en dat het beantwoorden van een vraag van een leerling feitelijk hulp bij fraude is? Eerste versies van de slimme digitale assistenten van Apple en Google waren heel bereidwillig bij het voorbereiden of uitvoeren van een vergrijp.

### Smart buildings in smart cities

In slimme gebouwen en steden ontstaat een extra digitale laag, een nieuwe structuur. Daarmee kunnen we nog beter gebruikmaken van het gebouw en meer profiteren van de eigenschappen van een stad. Maar ook bij deze digitale toepassingen valt te vrezen voor een 'digital divide', een tweedeling in de maatschappij, omdat alleen de rijkere, beter opgeleide burgers ervan profiteren. Gemeenschappelijke kaders kunnen er in deze nieuwe context voor zorgen dat gegevens open beschikbaar zijn terwijl privacy geborgd is, en dat iedereen eenvoudig toegang heeft tot de slimme stad en de mogelijkheden kan benutten met laagdrempelige tools. Een gebouw of stad is niet per se slim, maar technologie biedt een fundament om slimme toepassingen mogelijk te maken, dit stimuleert ondernemerschap. De digitale laag zorgt voor nieuwe mogelijkheden, maar het gebruik ervan en de gebruiker van die mogelijkheden moeten bepalend zijn.

De technologie ontwikkelt zich sneller dan de maatschappij en economie kunnen bijhouden. Wetgeving of procedures zijn er veelal (nog) niet, we zijn aangewezen op ons eigen morele kompas. In het digitale leerproces zagen we al een concrete behoefte aan kaders bij de toepassing van data in de personalisatie van onderwijs. Deze vraagstukken zijn slechts een voorbode van een bredere discussie die we met elkaar te voeren hebben. Welke rol onderwijs daarin kan spelen, verkennen we in de volgende paragraaf over onderwijs in de digitale informatiesamenleving.

## SWOT-analyse (door)ontwikkeling van technologie



## Toelichting SWOT-analyse

- + Sensoren verzamelen moeiteloos en met hoge frequentie gegevens over onszelf en onze omgeving, intelligente machines leren daarvan en kunnen met hun ondersteuning mensen ontlasten in hun taken en verantwoordelijkheden. De digitale laag biedt nieuwe kansen om fysieke mogelijkheden van mensen en middelen beter en anders te benutten.
  
- Interpretatie van data in dienst van het proces is (nog) lastig. Het borgen van de gewenste ruimte voor de mens ten opzichte van de machine is nog onontgonnen terrein. Mede daarom dienen we waakzaam te zijn voor onbedoelde gevolgen, in het onderwijs wellicht voor een te mechanische of onpersoonlijke ontwikkeling in lesgeven en begeleiden.
  
- + De technologie wordt in razend tempo laagdrempeliger en toegankelijker voor niet-specialisten, dit maakt kennismaking ermee eenvoudiger in de traditie van knutselen en experimenteren op school. De onderscheidende vermogens van mensen (creativiteit, empathie en sociale vaardigheden) liggen dicht bij de kern van het onderwijs: leraren hebben dus alle kansen en plichten om die aan leerlingen bij te brengen. Met de inzet van technologie kan daarvoor de benodigde tijd en ruimte worden vrijgemaakt.
  
- ! De angst voor overheersing van/door technologie kan verlamrend werken bij het onderzoeken ervan. Machine Intelligence gevoed door data mag niet leidend worden in de benadering van onderwijs, maar kan tegelijkertijd helpen om werkdruk te verlagen. De doorontwikkeling van technologie vraagt tijd en ruimte voor aanpassingen in hoe we onderwijs verzorgen dat past in de (economie van de) 21e eeuw.



## Adviezen aan het bestuur bij de (door)ontwikkeling van technologie

### 1. Verken directe opbrengsten van Internet of Things met gerichte experimenten.

De technologie en toepassing van Internet of Things is nog pril en volop in ontwikkeling. Toepassingen bevinden zich nog in de experimenteerfase en het is nog veel te vroeg voor bewijs van resultaten of rendement. Daarom is het grootschalig inzetten van IoT-technologie nog niet aan de orde. Anderzijds zijn de potentiële toepassingen en opbrengsten veelzijdig en betekenisvol. In het onderwijs wordt al gekeken naar de invloed van fysiologie en mentale gesteldheid op de effectiviteit van het leren. Met name in het kader van passend en speciaal onderwijs liggen er kansen om op subtiele manieren gedrag en gesteldheid te volgen omwille van betere begeleiding. Mogelijk kunnen daardoor meer leerlingen goed in het reguliere onderwijsproces blijven functioneren, of kunnen ze met minder begeleiding toe. Om inzicht in de mogelijkheden te vergroten en kennis op te bouwen, zijn gerichte, kleinschalige experimenten relevant. Bedenk bijvoorbeeld een combinatie tussen lichamelijke opvoeding en registratie van de hoeveelheid beweging die leerlingen krijgen op een schooldag. Is er een relatie zichtbaar tussen leerprestaties en lichamelijke activiteit? Besteed daarbij veel aandacht aan de omgang met gegevens en communiceer zorgvuldig met ouders over het doel van de toepassing van de technologie.

### 2. Investeer in een slim schoolgebouw om het onderwijsproces maximaal te ondersteunen.

Bij de inrichting van een meer gepersonaliseerd onderwijsleerproces wordt vaak ook met frisse blik gekeken naar bijpassende huisvesting. IoT-technologie kan ingezet worden om binnen bestaande huisvesting te observeren, meten en analyseren of bestaande faciliteiten voldoende aansluiten op de nieuwe

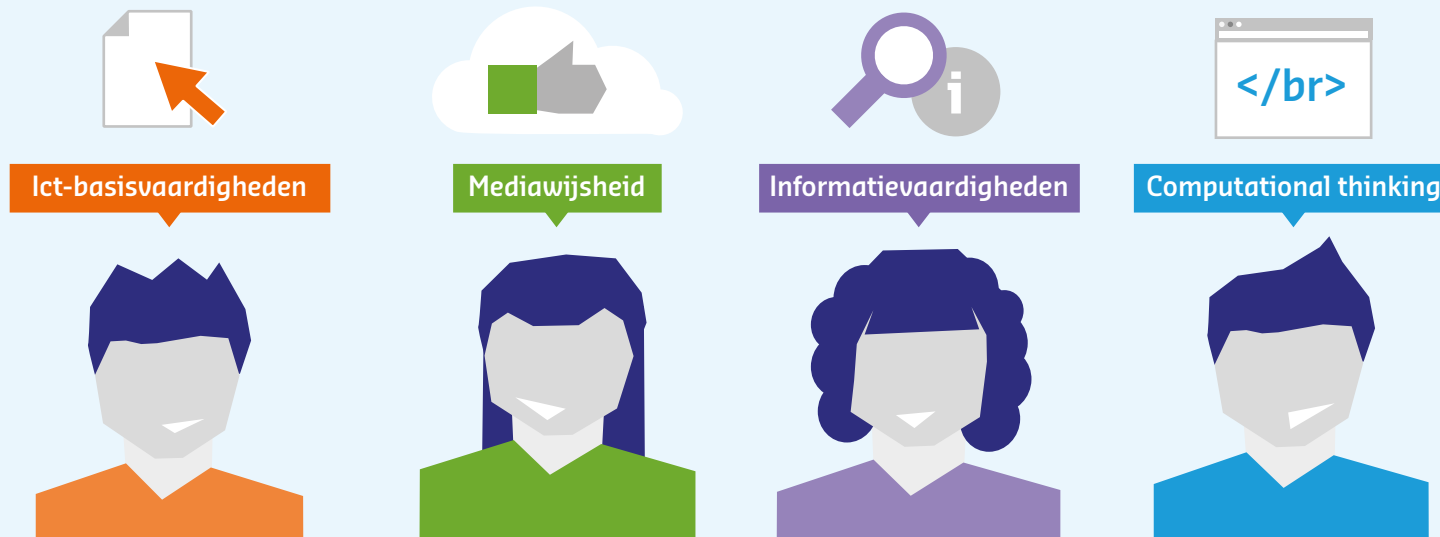
organisatie van het onderwijs. Zo kan met sensoren in lokalen, gemeenschappelijke ruimtes en gangen eenvoudig de intensiteit van gebruik worden gemeten. Hiermee kunnen uitgangspunten voor nieuwe huisvesting of aanpassingen worden getoetst. Tevens kan binnen nieuw gerealiseerde, flexibele huisvesting worden gekeken hoe het gebouw het best aansluit op het onderwijsproces. Denk daarbij aan eerdergenoemde Social Physics die veel invloed kunnen hebben op samenwerking tussen leerlingen onderling, met leraren en hun omgeving. Het gericht verkennen van mogelijkheden is hier raadzaam – bijvoorbeeld door de organisatie en digitale samenwerking binnen opdrachtgroepjes te observeren. Dit heeft als welkom bijeffect dat het lerarenteam (mits betrokken!) ervaring opdoet met technologie die hun leerlingen (en zichzelf!) in de maatschappij en hun beroep zullen tegenkomen.

### 3. Voer gesprekken met het onderwijsteam over de rol van en aandacht voor technologie.

Rapporten van de Oxford University, het WRR of het Rathenau Instituut wijzen allemaal in dezelfde richting: de impact van intelligente machines (bijvoorbeeld robots) op maatschappij, werk en beroep zal groot zijn. Maar wat precies en wanneer is onbestemd en mede afhankelijk van de eigen inbreng. Deze verantwoordelijkheid is een belangrijk thema van en voor onderwijs. Juist het ontwikkelen van creativiteit, empathie en sociale vaardigheden past het onderwijs, waarschijnlijk meer dan het 'concurreren' met machines als het gaat om vaardigheden. Besteed in opleidingen, maar ook in teamoverleg, regelmatig aandacht aan de betekenis van deze discussie voor de visie op het onderwijs en de dagelijkse activiteiten in en om de klaslokalen.



## Digitale geletterdheid



## 3.2 Onderwijs in de digitaliserende samenleving

Met een beeld van wat de doorontwikkeling van technologie ons mogelijk zal brengen, onderzoeken we in deze paragraaf wat dit betekent voor onderwijs dat leerlingen voorbereidt op leren, leven en werken in de 21e eeuw. In een maatschappij die heel andere (toepassing van) kennis, vaardigheden en wellicht ook houding vraagt dan honderd of zelfs nog maar vijftig jaar geleden. Vanzelfsprekendheden als banen voor het leven en opleidingen met baan zekerheid zijn vervangen door een enorme dynamiek, veroorzaakt door de voortdurende digitalisatie van de samenleving. Om je daarin als burger te kunnen handhaven, dien je digitaal geletterd te zijn en met zelfvertrouwen gebruik te maken van voorhanden technologie. Augmented reality maakt beschikbare informatie tijdig en praktisch toegankelijk, virtual reality verkent onzekerheden en traint vaardigheden door toepassing in simulaties en opleidingen.

### 3.2.1 Digitale geletterdheid binnen de 21st century skills

Het KNAW-rapport (2012) beschrijft de digitaal geletterde als: digitaal denkend, digitaal vaardig en digitaal verantwoordelijk.

Kennisnet en SLO hebben een nieuw, meer gedetailleerd model van de 21e eeuwse vaardigheden uitgewerkt. Dit model beschrijft elf vaardigheden die leerlingen zich in het onderwijs eigen moeten maken. Het nieuwe model bouwt voort op het oude met als belangrijk verschil dat 'digitale geletterdheid' niet meer zelfstandig voorkomt maar is uitgesplitst in vier zelfstandige vaardigheden:

1. Ict-basisvaardigheden: de werking van (nieuw) technologiegereedschap begrijpen en (kritisch) kunnen omgaan met de mogelijkheden en beperkingen, met inzicht in de gevolgen voor menselijk handelen.
2. Mediawijsheid: kennis, vaardigheden en de mentaliteit om bewust, kritisch en actief te kunnen omgaan met een complexe en veranderlijke gemedialiseerde wereld.

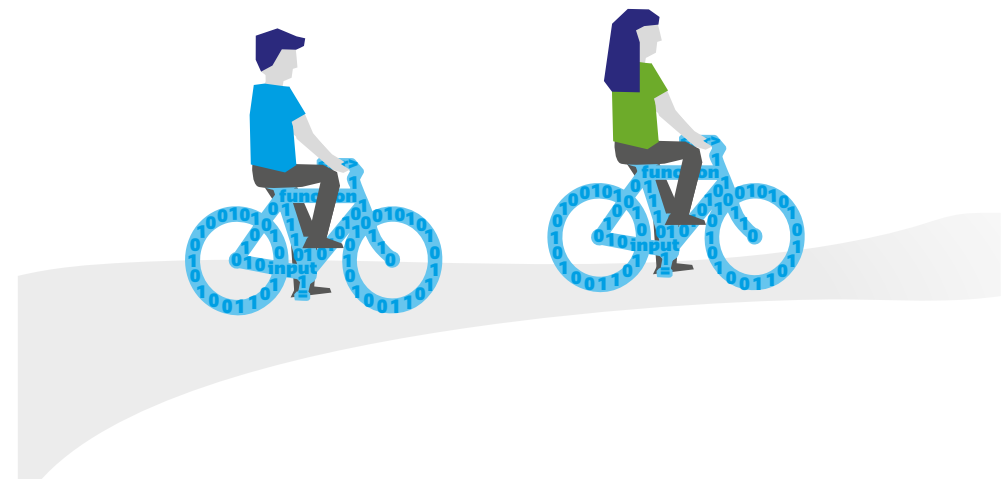
3. Informatievaardigheden: vragen scherp formuleren, analyseren van bronnen, systematisch zoeken, selecteren en verwerken van (grote hoeveelheden) informatie en beoordelen op bruikbaarheid en betrouwbaarheid.
4. Computational thinking: herformuleren van problemen en organiseren van gegevens om ze met computertechnologie te kunnen analyseren en oplossen.

Het platform onderwijs2032 schrijft in haar eindadvies dat leren en werken in de digitale wereld in de kern van het onderwijs aandacht moet krijgen. Het noemt daarbij ook bovenstaande vier onderdelen van digitale geletterdheid. Het geheel aan digitale vaardigheden is een voorwaarde om de gevolgen, kansen en risico's van digitalisering van informatie en communicatie te kunnen begrijpen en beheersen. Het SLO schrijft verder in '21e eeuwse vaardigheden in het curriculum' dat de digitaal geletterde leerling een actief en verantwoord deelnemer in de informatiemaatschappij is. Met bewustzijn van ethische, sociale, juridische en economische aspecten van digitalisering bij het maken van afwegingen omtrent privacy, eigendom en vrijheid. In deze paragraaf verkennen we diverse aspecten van digitale geletterdheid aan de hand van recente trends als de maker movement en de discussie rond leren programmeren in het onderwijs.

### 3.2.2 Computational thinking, leren fietsen?

Steve Jobs wilde de mogelijkheden van computers zo breed mogelijk schetsen toen hij die vergeleek met 'a bicycle for the mind'. De mens kan zich op de fiets pas goed meten met dieren als het gaat om uithoudingsvermogen en snelheid. We zijn 'toolbuilders', gereedschapmakers. Een computer doet hetzelfde voor onze hersenen. Door te leren programmeren ontwikkel je 'computational thinking', creatief leren nadenken over de vertaling van een probleem om

dat te kunnen analyseren en oplossen met computertechnologie. Binnen de metafoor van de fiets leer je trappen, sturen, remmen en kies je de handigste versnelling en bepaal je jouw route. Vergelijkbare basale, praktische computervaardigheden heb je als burger nodig om je vrij in de maatschappij te kunnen bewegen. Nu is er rond programmeren als vaardigheid, al of niet in de vorm van een nieuw vak, veel discussie ontstaan. Het is toch zeker niet de bedoeling dat we allemaal programmeurs worden? Is het niet vooral een lobby van technologiegiganten die hun tekort aan programmeurs op korte termijn opgelost willen zien, zodat de lonen in die sector niet te snel stijgen?



#### Programmeren als basisvaardigheid

Op dit punt is het goed om een duidelijk onderscheid te maken tussen het beroep van softwareontwikkelaar en het ontwikkelen van computational thinking, een generieke vaardigheid om in de digitale wereld – in welke context of welk beroep dan ook – effectief te kunnen zijn. Ook scheikunde heeft niet tot doel elke middelbare scholier tot chemicus op te leiden, wel om hen een basaal inzicht te bieden in ons periodiek systeem der elementen en het che-

misch gedrag van stoffen. Op een vergelijkbare manier draagt het leren van een programmeertaal bij aan het begrip van de mechanismes achter computers en hun toepassingen. Met een goede basis in enkele computerconcepten en -talen kunnen mensen ook snel gebruik leren maken van nieuwe gereedschappen van de digitale wereld.

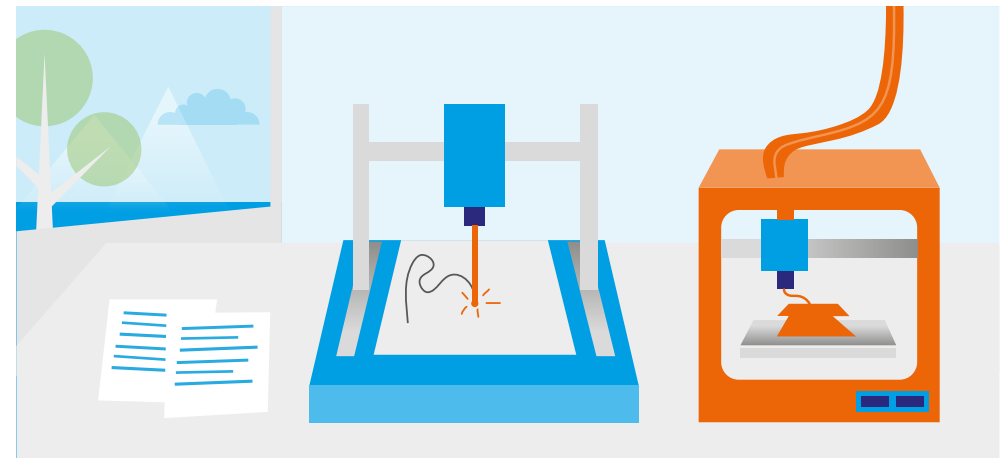
Kinderen programmeren leren, kan dat wel? Jazeker! Op Codekinderen.nl staat een verzameling met tools, hulpmiddelen en voorbeeldlessen om kinderen vanaf groep 3 met of zonder computer de basisbeginselen van programmeren te laten ontdekken. Veel scholen pakken dit al zelfstandig op. Veelal bieden tools ook combinaties van (deels zelf te bouwen) fysieke objecten en programmeren. Verderop in dit hoofdstuk meer daarover in het kader van maker.

### Informatica als examenvak?

Leren programmeren geeft inzicht in de werking van computers en hun toepassingen, maar de digitale wereld is veelomvattender dan dat. Met dat inzicht is Han van der Maas (hoogleraar Psychologische Methodenleer, Universiteit van Amsterdam) een warm pleitbezorger van informatica als verplicht eindexamenvak. Informatica – ook wel computerwetenschappen – is een multidisciplinaire wetenschap waarin onder andere wiskunde, elektrotechniek, informatie- en communicatietechnologie samenkomen. Van der Maas is als initiator van Rekentuin geen onbekende in het onderwijs. Hij begrijpt dat scholen niet zomaar ruimte hebben voor een extra vak als programmeren of informatica en vindt dat de overheid het belang ervan hard moeten maken via leerdoelen. Dit vraagt ook om nieuwe prioriteiten in het curriculum. Informatica is in dat opzicht vergelijkbaar met Nederlands en wiskunde, ook verplichte vakken met een centraal eindexamen. De term (digitale) geletterdheid maakt duidelijk hoe fundamenteel en breed het belang van het vak is voor iedere leerling, iedere opleiding en ieder beroep.

### 3.2.3 Maker: leren door iets te maken

Een onbedoeld bijeffect van de snelle ontwikkeling van elektronica is wellicht dat ons inzicht in en misschien ook wel onze belangstelling voor 'hoe dingen werken' afneemt. Terwijl we juist betrokken moeten zijn bij het inkaderen en besturen van de plaats die technologie in onze maatschappij krijgt. Zo is een smartphone of tablet een 'black box' die we volop gebruiken, maar we hebben geen idee welke onderdelen het bevat en hoe die samenwerken. Het kost steeds meer moeite om mensen te interesseren voor de technische beroepen die onze samenleving straks draaiende moeten houden. Het bedrijfsleven roept om meer bèta, benadrukt de noodzaak om de jeugd te interesseren voor technische opleidingen. Hoe doorbreken we deze impasse?



### 'Knutselen' als combinatie van denken en maken

Gelukkig biedt diezelfde technische ontwikkeling nieuwe kansen in de vorm van DIY-technologie (Do It Yourself). Zo hebben we 3D-printers en lasercutters een opmars zien maken in zogenaamde FabLabs. Deze Fabrication Laboratories – een idee van professor Neil Gershenfeld van het Center for Bits and

Atoms aan het Massachusetts Institute of Technology – zijn openbare digitale werkplaatsen waar mensen zelf dingen maken. Een FabLab biedt laagdrempelige toegang tot computergestuurde prototyping machines en elektronica waarmee leerlingen ideeën kunnen omzetten in tastbare producten. Welkom bij het nieuwe knutselen!

Naast de veelbesproken 3D-printers is in dezelfde periode ook een grote diversiteit aan betaalbare, vaak open hardware beschikbaar gekomen. Bekende voorbeelden zijn Arduino (een initiatief van studenten van een Italiaanse ontwerpopleiding) en de wat complexere, krachtigere Raspberry Pi (ontwikkeld voor onderwijsdoeleinden aan de Universiteit van Cambridge). Doordat de specificaties vrij beschikbaar zijn, kunnen en mogen allerlei partijen de hardware namaken, aanpassen en verbeteren. Zo zijn er complete, betaalbare starterskits te koop met elektronische componenten waarmee leerlingen zelf, zonder technische voorkennis, provisorische apparatuur kunnen samenstellen die ze voorzien van instructies in een eenvoudige programmeeromgeving. Waarom is dit zo interessant en relevant voor het onderwijs?

### Een onderzoekende houding

Eerder noemden we mensen al gereedschapmakers. DIY-technologie biedt de bouwblokken om te knutselen met voorheen onbegrijpelijke en ontoegankelijke technologie die duur, complex of beide was. Nu kan binnen het onderwijs ondernemend leren worden vormgegeven om zelf te ontdekken hoe de technologie in onze omgeving in essentie werkt. 3D-printers en lasercutters stellen ons in staat om een object te ontwerpen of aan te passen en daarna direct een tastbaar 3D-model te printen. Speelgoedfabrikant Mattel stelt kinderen met hun 'Thingmaker' in staat om met de ThingMaker Design App hun eigen speelgoed te ontwerpen en te printen in allerlei kleuren. Leerlingen kijken anders naar elektronica en computers als ze een middag knutselen met een Arduino-kit. Ze bouwen een eigen ontwerp dat het aantal bezoekers van de aula telt met wat draadjes, een breadboard, een printplaatje, sensoren en led-lampjes.

Of ze voegen een elektromotortje toe en maken een zelfsturend robotje dat zijn weg zoekt door een doolhof. Deze manier van leren, door zelf iets te ontwerpen en te maken, draagt bij aan de onderzoekende houding die we willen stimuleren bij leerlingen. Wellicht ook een goed tactiel tegenwicht in de digitaliserende samenleving waarin alles digitaal en virtueel lijkt te worden.

Ook hier geldt: niet ieder kind hoeft ingenieur te worden. Maar het is voor onze samenleving heel gezond dat we niet te veel ontzag krijgen voor de technologie die ons ten dienste staat. Als we op basaal niveau snappen hoe technologie werkt en waar de zwakke plekken zitten, dan werken we aan technisch zelfvertrouwen, zodat we ons veilig en thuis blijven voelen in een digitaliserende samenleving. En die leerlingen die gegrepen worden door de passie voor technologie kunnen we vroeger in hun ontwikkeling bewust maken van hun talent en belangstelling. De ervaring van creativiteit en het plezier van samen dingen maken is de beste reclame voor 'bèta'.

### Het samenwerkende netwerk, de wedergeboorte van de maakindustrie?

DIY-technologie wordt ook wel gezien als wedergeboorte van de maakindustrie. De combinatie van breed beschikbare, goedkope (technologie)bouwblokken en de communicatiekracht van internet stelt mensen in staat in samenwerking tussen diverse disciplines heel snel concepten uit te werken en ontwerpen te delen. Het is bovendien opnieuw mogelijk en betaalbaar geworden om op kleine schaal innovatieve producten te ontwerpen en in kleine oplages te produceren. Grotere oplages kunnen eenvoudig en snel worden uitbesteed. Zoals internet al eerder de drempel voor uitgifte en distributie van informatie vrijwel heeft verwijderd, doet DIY-technologie dat voor het ontwerpen en produceren van fysieke producten.

Een primaire drijfveer bij de ontwikkeling van veel DIY-technologie is de persoonlijke behoefte en inspiratie van mensen. De afstand en tijdsduur tussen

inspiratie of het ervaren van een behoefte en het al uitproberend uitwerken van een product wordt enorm teruggebracht. Wie zelf nog geen 3D-printer kan betalen, kan een al dan niet zelfontworpen of aangepast object laten printen door bedrijven of via bemiddelaars voor printereigenaren. Bij Shapeways kun je bovendien je ontwerpen te koop aanbieden. Prille ontwikkelingen, maar met grote impact en consequenties voor de maakindustrie en gerelateerde (beroeps)opleidingen.

### **Maker education**

Ook binnen het onderwijs maakt de maker movement een snelle ontwikkeling door. Arjan van der Meij, docent natuurkunde aan de Populier in Den Haag, werpt zich op als kwartiermaker voor maker education in Nederland, in samenwerking met Karien Vermeulen van Waag Society en Jeroen de Boer van Frysklab (een mobiel bibliotheekFabLab). De blog van Platform Maker Education biedt een overzicht van initiatieven op het gebied van Maker in het Nederlandse onderwijs. Naar goed makersgebruik worden daar makerbronnen, te gebruiken materialen en ideeën gedeeld. Door de vrije beschikbaarheid van lesideeën, voorbeeldprojecten en beschrijvingen van behoeftes is een laagdrempelige instap mogelijk. Makers ontmoeten elkaar behalve online ook graag in real life, in eerdergenoemde FabLabs en tijdens maker fairs, festivals waarop volop apparatuur en materiaal aanwezig is om gezamenlijk te gebruiken. Bezoekers zijn een mix van kinderen en volwassenen die elkaar helpen bij projecten en samen ideeën uitwerken. Maker education laat zien dat technologie vooral ook heel bruikbaar is voor het aanschouwelijk maken van exacte vakken en om techniek dichterbij leerlingen te brengen.

## Swot-analyse onderwijs in de digitaliserende samenleving



## Toelichting SWOT-analyse

- +** Laagdrempelige DIY-technologie en dito programmeertools maken de toepassing van technologie in het onderwijs eenvoudiger. De open cultuur in de DIY-community maakt samenwerking en kennisdeling eenvoudig, het is mede daardoor eenvoudig om hulp te krijgen bij het uitwerken en realiseren van schoolplannen op dit gebied. Technologie wordt toegankelijker en is daardoor uitnodigend om mee aan de slag te gaan.
- Sommige FabLab componenten zoals 3D-printers en lasercutters kunnen nog prohibitief duur zijn, verbreding en gezamenlijke faciliteiten moeten nog van de grond komen. De kennis en ervaring die nodig is om DIY-technologie in te zetten is nog schaars en de benodigde begeleiding is intensief, het (initieel) grote tijdsbeslag kan scholen afschrikken.
- +** De beschikbare technologie schept de mogelijkheid om digitale geletterdheid op een creatieve, enthousiasmerende en contextrijke manier vorm te geven. Door met DIY-technologie bestaande (exacte) vakken aanschouwelijker te maken en samenwerking te zoeken tussen disciplines kan de tijd gevonden worden om projectmatig onderwijs vorm te geven. Daarbij komen 21st century skills als creatief denken, samenwerking, problemen oplossen en communicatievaardigheden vanzelf aan de orde.
- !** Gebrek aan borging in het curriculum met concrete leerdoelen maken het nog lastig om digitale geletterdheid en technologie in het onderwijs ruimte te geven. De opbrengsten van DIY-projecten zijn minder goed kwantificeerbaar; dit vraagt extra aandacht, vooral bij het opstarten. DIY-onderwijs vraagt meer van de leraar dan de theoretische methode, dit kan een drempel opwerpen om DIY-technologie toe te passen, met name in het basisonderwijs als daar geen techniekleraren beschikbaar zijn.

## Adviezen aan het bestuur bij onderwijs in de digitaliserende samenleving

### 1. Stimuleer belangstelling en initiatief tot digitale geletterdheid en DIY-onderwijs.

Het aanleren van digitale vaardigheden en toepassen van DIY-technologie heeft niet zo'n directe impact op onderwijsopbrengsten zoals die nu gewaardeerd en gemeten worden in tests en toetsen. Ook zijn ze lastiger kwantificeerbaar. Toch raken deze ontwikkelingen de kerntaken van het onderwijs doordat het aanleren van kennis en (digitale) vaardigheden, cruciaal voor de burger in de 21e eeuw, praktischer en aanschouwelijker kan worden vormgegeven. Zorg dat het vormgeven van digitale geletterdheid en het vroeg prikkelen en ontwikkelen van een onderzoekende houding en het technische talent van leerlingen ruimte krijgt binnen de school.

### 2. Gebruik DIY en maker education als aanjagers van vernieuwing.

In het po bieden DIY en maker allerlei mogelijkheden om knutselen en handvaardigheid opnieuw vorm te geven, mede omwille van digitale geletterdheid. In het vo kan vakoverstijgend projectmatig onderwijs met behulp van DIY vorm krijgen, waarbij 21e eeuwse vaardigheden op een vanzelfsprekende manier een rol krijgen. Samen een project realiseren vraagt immers overleg, afstemming, conflicthantering en de inzet van diverse soorten kennis van leerlingen om tot succesvolle afronding te komen. In het mbo krijgen vaardigheden al veel aandacht, vaak in samenwerking met het bedrijfsleven. DIY-technologie maakt dit betaalbaarder en breder toepasbaar. Kortom, in alle sectoren kunnen DIY en maker benut worden als aanjagers van (vernieuwing van) het onderwijs.

### 3. Zoek samenwerking binnen en buiten school bij het vormgeven van DIY-onderwijs.

Het vormgeven van DIY-onderwijs in de schoolpraktijk vraagt bouw- en sectie-overstijgende samenwerking binnen en tussen de lerarenteams van instellingen en besturen. Het Nationaal Techniekpact 2020 biedt inspiratie en mogelijkheden tot (nationale) samenwerking. Dit platform wil bevorderen dat Nederland de beschikking houdt over een goed opgeleide beroepsbevolking met voldoende technici. Onderwijsinstellingen kunnen met collega-instellingen, de lokale maker community of andere partners uit de directe omgeving gezamenlijk een FabLab inrichten. Daarmee kunnen alle partners beschikken over duurdere apparatuur (zoals lasercutters) en is professionele begeleiding beter betaalbaar. Als daarbij ook de verbinding wordt gelegd met omwonenden, krijgt tegelijk het begrip 'brede school' meer betekenis.



### 3.3 Samenhang en draagvlak: een visie op onderwijs in de toekomst

Het ict-fundament en het digitale leerproces zijn voldoende concreet – met alle keuzes en onzekerheden die daar nog onderdeel van uitmaken – om te beschrijven in termen van doelstellingen, risicoanalyses en concrete adviezen. Voor de technologie die (het onderwijs in) de toekomst gaat bepalen is het vooral zaak om vast te stellen welke toekomstscenario's we interessant en waardevol vinden om experimenten concreet vorm en richting te kunnen geven. Ook hiervoor is organisatiedraagvlak onmisbaar. De Hype Cycle helpt om gericht te kiezen welke technologie een experiment waard is. De Strategic Technology Map (STM) – ook wel Benefit Map – is het hulpmiddel om die beslissingen in samenhang (aansluitend op al toegepaste, wellicht randvoorwaardelijke technologie) en met draagvlak te nemen.

Het hoofdstuk over het ict-fundament geeft een uitgebreidere toelichting op de STM. Hier herhalen we kort de inzichten waarop die gebaseerd is:

- Maak onderlinge verbanden en afhankelijkheden van technologie inzichtelijk.
- Vind balans – liefst synergie – tussen organisatieopbrengsten (we) en het (gebruiks)gemak van mensen (ik).
- Organiseer transparante, gezamenlijk gedragen besluitvorming voor noodzakelijke combinaties van investeringen door visualisatie en storytelling.

De STM is een simpele matrix met op de verticale as organisatorische productiviteit (instellingseffectiviteit) en horizontaal persoonlijke productiviteit (van leerlingen, leraren, staf). De vier resulterende kwadranten staan ook eerder toegelicht: linksonder de 'cold case' of 'enabler' (ondersteunend), linksboven de 'corporate green light' (organisatie-effectief), rechtsonder de 'people's choice' (persoonlijke productiviteit) en rechtsboven de 'hot spot' (synergie).

#### 3.3 Samenhang en draagvlak

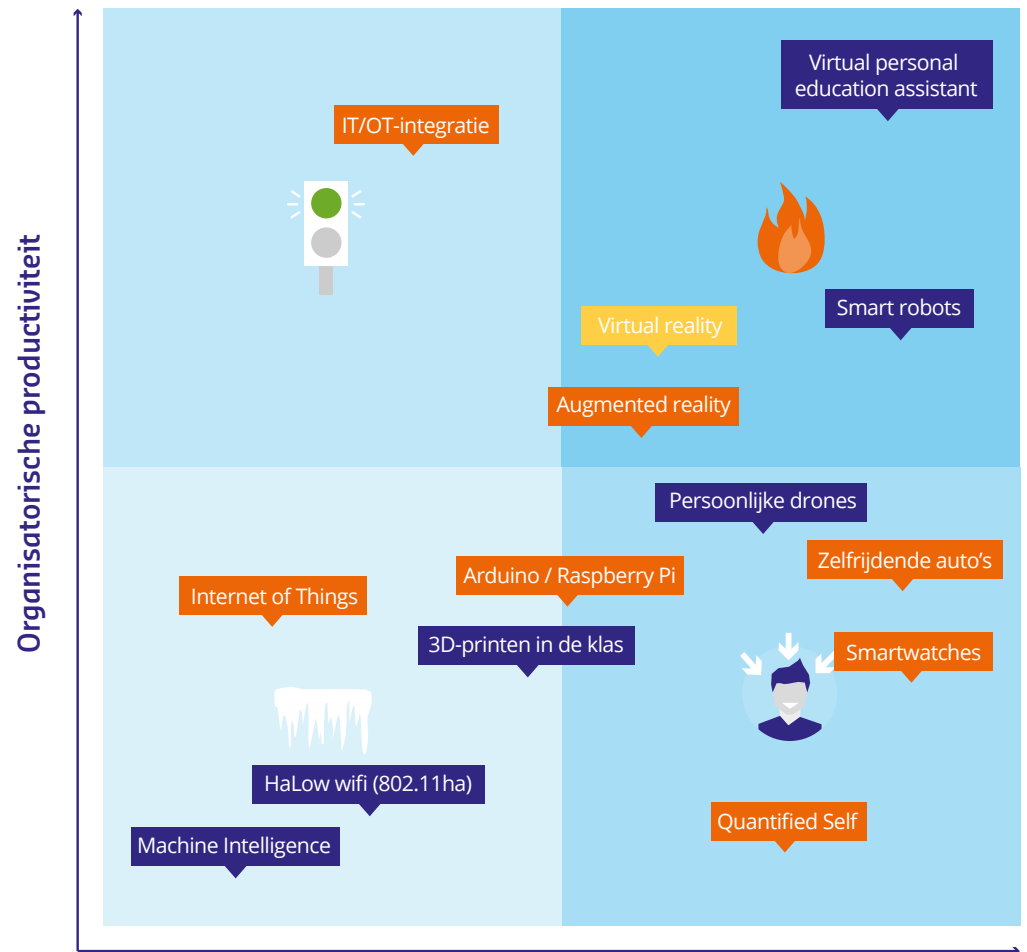


## Het verhaal van een leerlinge in het onderwijs van de toekomst

Dit verhaal beschrijft een van vele mogelijke toekomstscenario's van onderwijs in een wereld waarin de technologie die we besproken hebben tot wasdom is gekomen. Neal Stephenson schetst in 'The Diamond Age' (1995) een wereld waarin nanotechnologie (intelligente machines ter grootte van bacteriën) alle facetten van het leven bepaalt. Zijn hoofdpersoon Nell, een vierjarig weesmeisje, krijgt de beschikking over een interactieve 'tutor' – 'A Young Lady's Illustrated Primer' - die haar onderwijst om een intellectueel interessant en maatschappelijk waardevol leven te kunnen leiden. De tutor leert Nell steeds beter kennen, reageert op Nells omgeving en leert haar wat ze nodig heeft om te overleven en zich te ontwikkelen, deels in interactie met andere kinderen en in overleg met hun persoonlijke tutors.

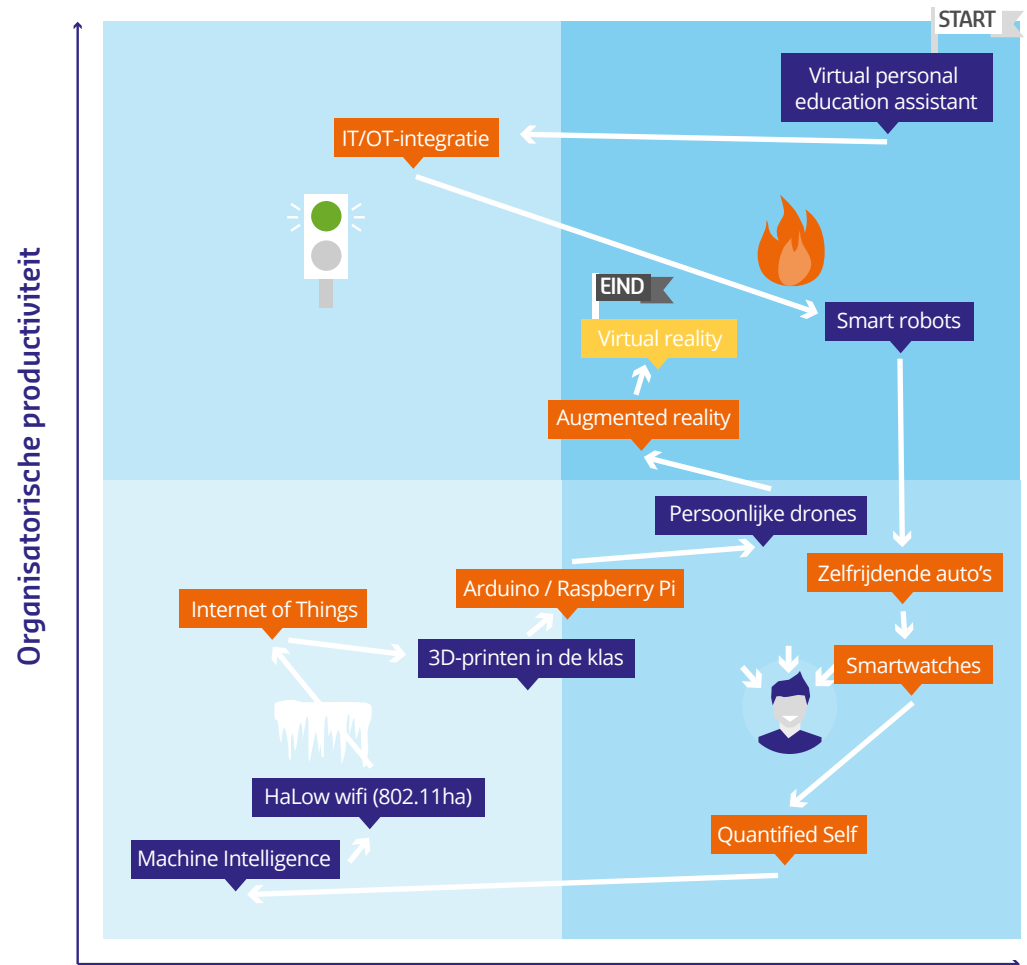
Het verhaal van deze STM schetst ook een toekomstscenario en beoogt vooral te prikkelen om vrijuit na te denken over eigen scenario's en de consequenties daarvan voor het onderwijs:

- Dit verhaal beschrijft een schooldag uit het leven van Emma, het is 20 maart 2032, het begin van de lente. Noa – die naam heeft Emma gekozen voor haar Virtual personal education assistant (VPA) - wekt haar voor het ontbijt. Noa haalt Emma geleidelijk uit haar diepe slaap met melodieën die haar brein langzaam alert maken. Noa merkt dat Emma goed uitgerust is voor de drukke dag die ze voor de boeg heeft.
- Het slimme huis van de familie is al behaaglijk warm op deze nog koude lenteochtend, zodat de gezinsleden comfortabel aan de dag kunnen beginnen. Hun verschillende VPA's hebben binnengekomen berichten en aanpassingen in de dagschema's al uitgewisseld en verwerkt in de agenda's.
- Door de slimme combinatie van informatie en apparatuur die IT/OT-integratie biedt, heeft de smart robot in het huishouden alle rommel van gisteravond al opgeruimd en voorbereidingen getroffen voor het ontbijt, rekening houdend met het dieet en de voorkeuren van alle gezinsleden.



### 3.3 Samenhang en draagvlak

- Na het ontbijt begint Emma deze dag thuis met wat Engelse taal oefeningen uit haar persoonlijke leeromgeving. Het is extra leuk om dat met de huisrobot te doen. Hoewel opa's zorgrobot nog leuker is, die helpt hem ook met opstaan, wassen en eten.
- Emma heeft haar leeropdrachten ruim op tijd af. Ze neemt afscheid van haar thuiswerkende moeder, waarna de zelfrijdende auto haar op tijd naar school brengt voor de gezamenlijke dagopening. Op haar favoriete route via het park zijn wegwerkzaamheden, daarom rijdt de auto wat om.
- Noa neemt onderweg met Emma haar schooldag door en vertelt alvast welke taken gepland staan. Noa informeert de VPA van Emma's leraar over haar aankomsttijd en fysieke en mentale gesteldheid.
- Gedurende de (school)dag houdt Emma contact met Noa via haar slimme armband. Opa vertelde laatst dat ze dit vroeger smartwatches noemden, ooit hielden die alleen de tijd bij!
- De **Quantified Self** technologie in Emma's armband gebruikt Noa om Emma op gepaste momenten te vragen om wat te bewegen of juist te rusten. Noa zal haar niet onderbreken met berichten van andere personen als ze merkt dat Emma heel geconcentreerd met een leertaak bezig is.
- De **Machine Intelligence** die Noa in staat stelt Emma gevraagd en ongevraagd te begeleiden, leert van Emma's activiteiten en gedrag en maakt zelfstandig afwegingen om Emma te ondersteunen en haar omgeving te betrekken bij haar belevenissen en behoeften gedurende de dag.
- Door de naadloze integratie van snelle verbindingen met kort bereik en langzamere, energiezuinige verbindingen met lang bereik met de toevoeging van de **HaLow wifi**-standaard is er thuis, op school en onderweg steeds verbinding met het **Internet of Things**. Dit zijn allerlei slimme objecten thuis, in de stad en in school die Emma en haar familie en vrienden continu omringen en ondersteunen. Alle persoonlijke data over de familie staan veilig versleuteld online in hun persoonlijke gezinscloud, vanwaar ook de lerende software van hun VPA's altijd en overal beschikbaar is.



3.3 Samenhang en draagvlak

- Om Emma met haar leergroep zelf de nieuwe mogelijkheden van technologie te laten verkennen en begrijpen, werken ze die middag samen aan hun afsluitende project voor fase 1 van hun funderende opleiding (de oude groep 8). De technologieleraar ondersteunt dit.
- Groepsgeenoot Tim heeft bijvoorbeeld met de [3D-printer](#) extra onderdelen geprint, zodat hun zelfontworpen mini-weerstation, bestuurd door een [Arduino](#)-microcontroller met diverse sensoren, goed bevestigd kan worden aan hun [persoonlijke drone](#). Daarmee willen ze de komende weken de omstandigheden in het park naast de school vastleggen en analyseren.
- Met het [augmented reality](#)-leermateriaal, dat Emma's groepje met hun AR/VR-lenzen goed kan gebruiken tijdens het werken aan hun project, leren ze hoe ze de sensoren op de Arduino-controller kunnen aansluiten. Het toont Emma ook voorbeelden voor haar programma dat alle meetgegevens verzamelt.
- In hun gezamenlijke virtuele teamhoek, onderdeel van hun persoonlijke leeromgevingen, hebben ze al diverse boeiende [virtual reality](#)-simulaties bekeken over weerstations op afgelegen plaatsen als Antarctica en het hooggebergte in Chili. Emma vraagt Noa regelmatig om voor haar bij te houden welke fragmenten ze vooral heel interessant of handig vindt, zodat ze die binnen haar groep kan delen.
- In de nieuwste VR-simulaties kun je zelf ook vragen stellen of dingen uitproberen, maar soms begrijpt de VR er niets van! Gelukkig weet Noa al veel beter wat Emma bedoelt. Maar niemand kent Emma zo goed als haar beste vriendin met wie ze vanmiddag naar de manege gaat, Noa heeft in overleg met Emma's moeder een extra privéles voor hen geregeld! Ze zal vanavond met Emma op de dag reflecteren en de gemaakte afspraken van vandaag langslopen.

Kijkend naar de Hype Cycle-positie van de trends in dit hoofdstuk, de corresponderende kleur van trends in de STM en het hoge sciencefictiongehalte van het verhaal over Emma en haar [Virtual personal education assistant](#) wordt duidelijk dat het hier uitsluitend gaat om technologie die zich in een zeer vroeg stadium van ontwikkeling bevindt. Selectieve experimenten zijn erg nuttig om het denkproces over scenario's te prikkelen en leraren en leerlingen zelf te laten ervaren welke impact technologie zal hebben op leren, leven en werken.

Ook dit verhaal beoogt aan te zetten tot een interessante open discussie over de betekenis van deze ontwikkelingen voor de onderwijsmissie. Welke rol krijgt technologie binnen het onderwijs? Die van ondersteuningsmiddel, of ook als onderwerp van onderwijs? De STM is een hulpmiddel dat helpt om de gevolgen van scenario's praktisch inzichtelijk te maken door te laten zien welke componenten functioneel nodig zijn, wat hun onderlinge afhankelijkheden zijn en wat daarmee het kritieke pad is van investeringen in ict.

Zonder cold cases [Machine Intelligence](#) en [HaLow Wifi](#) functioneert het [Internet of Things](#) niet. En zonder dat kan corporate green light [IT/OT-integratie](#) in combinatie met met people's choices [smartwatches](#) en [Quantified Self](#) geen [smart robots](#) laten functioneren. Ook onze [Virtual personal \(education\) assistants](#) in de hot spot leunen zwaar op enablers als [Machine Intelligence](#) en de beschikbaarheid van [smart robots](#) als medium voor hun ondersteuning.

Door de toevoeging van nieuwe technologie, veranderende doelen, nieuwe inzichten en prioriteiten zijn er vele alternatieve STM's. Deze vormen de basis voor een doorlopende dialoog tussen belanghebbenden op basis waarvan plannen en budgetten kunnen worden bijgesteld met commitment en inzicht van het gehele bestuur en haar scholen.

### 3.3 Samenhang en draagvlak

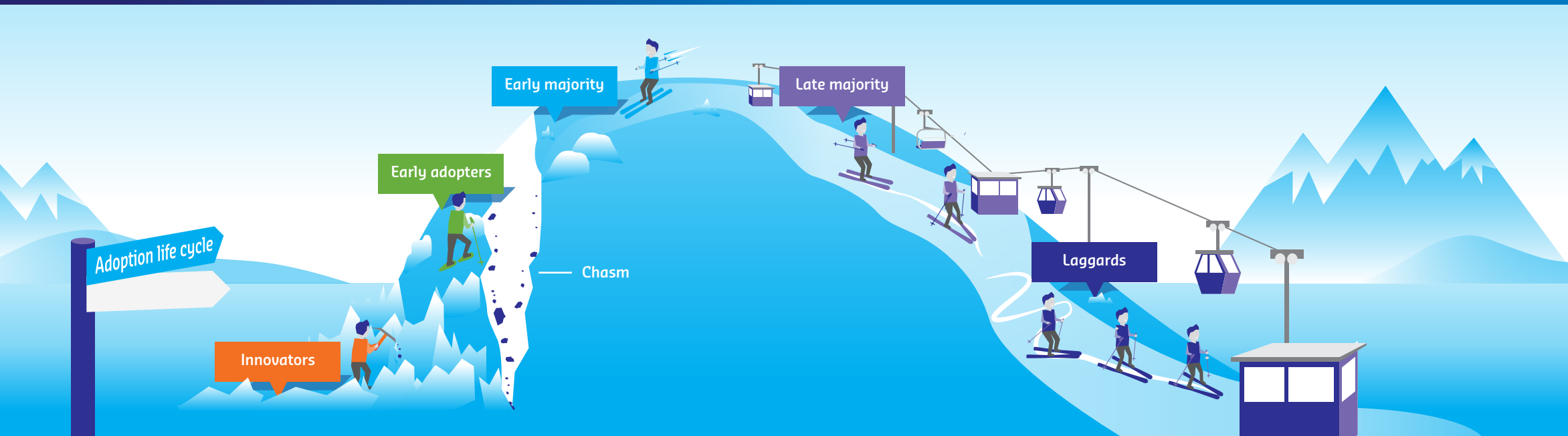


### 3.4 Innovatiekracht en verandervermogen

We begonnen dit hoofdstuk met vast te stellen dat we te maken hebben met een versnellende adoptie van nieuwe technologie. We concluderen daar beslist niet uit dat we zo hard mogelijk moeten meelopen met hypes en trends. Maar de continue vernieuwing vraagt wel om een goed geborgd innovatieproces binnen het bestuur en haar scholen. Zo'n proces is een voorwaarde om constructief om te gaan met de dynamiek en snelle (technologische) ontwikkelingen. Die ontwikkelingen negeren zou kortzichtig zijn, gezien hun impact op de samenleving waar leerlingen straks in zullen leven en werken. Dit betekent echter niet dat we overal in mee moeten gaan, soms juist niet, maar dan bij voorkeur bewust. Het innovatieproces voorziet daarom in het structureel verkennen en opdoen van inzicht in de betekenis van technologie voor het onderwijs, om een selectie van waardevolle vernieuwingen breed te

kunnen invoeren. Zo'n proces is een voorwaarde om constructief om te gaan met de dynamiek en snelle (technologische) ontwikkelingen. Maar een proces alleen zorgt er niet voor dat schoolleiders en leraren innoveren. Daarvoor hebben ze innovatiekracht nodig!

Innovatiekracht is een optelsom van factoren die maakt dat een school zelfstandig en efficiënt de kansen die vernieuwingen bieden weet om te zetten naar meerwaarde voor het onderwijs. En dit ook in de praktijk te brengen door in teamverband te experimenteren, daarbij van elkaar te leren en succesvolle experimenten te verbreden met respect voor elkaars opvattingen over goed onderwijs en een fijne school. Innovatiekracht leunt op drie pijlers die elk cruciaal zijn: **willen** (motivatie), **kunnen** (weten hoe) en **mogen** (ruimte en steun) innoveren. Hoe werken we aan het borgen van die drie pijlers?



### 3.4.1 Willen innoveren

De innovatietheorie van Everett Rogers beschrijft de verspreiding van innovatie binnen een groep (in zijn 'Diffusion of Innovations'). Rogers adoptiecurve laat zien dat mensen op verschillende momenten in beweging (willen) komen. Hij onderscheidt vijf verschillende groepen, naar de manier waarop zij een nieuw idee of product accepteren.

- 2,5% zijn innovators: zij zijn nieuwsgierig, willen als eerste iets nieuws uitproberen, nemen meer risico en nemen aanloopproblemen en tijdsverlies op de koop toe.
- 13,5% zijn early adopters (pioniers): zij volgen de innovators graag snel, zodra er voorbeelden zijn van de toepassing van een idee of product, en veroorzaken een eerste, sterke groei in de adoptie.
- 34% is de early majority: dit is de eerste grote groep die graag goed uitgezocht ziet wat de mogelijkheden en opbrengsten zijn van een ontwikkeling, voordat ze het verantwoord vinden om ermee aan de slag te gaan.

- 34% is de late majority: de ontwikkeling wordt verder door de massa geaccepteerd en bereikt zijn volwassenheidsfase, de groei van adoptie zal weer langzaam afnemen in deze fase.
- 16% zijn de laggards (achterblijvers): zij hebben geen behoefte aan vernieuwing en laten zich pas meevoeren als vrijwel iedereen de ontwikkeling al omarmd heeft.

#### Crossing the chasm

Polarisatie in de discussie over (technologie-)innovatie in onderwijs is snel bereikt. Innovators en early adopters verwijten de massa gebrek aan initiatief, en de (late) meerderheid en achterblijvers verwijten hun roekeloos gedrag en verspilling van tijd en middelen. Binnen een goed functionerende groep is sprake van synergie en samenwerking tussen voorlopers en volgers, zodat ze profiteren van elkaars voorkeurshouding. Rogers noemt dit 'crossing the chasm': het overbruggen van de kloof. De voorloper neemt risico's en de volger stelt de juiste 'hoe zit dat eigenlijk?'-vragen. Een constructieve dialoog levert

veel op. Daarnaast is het vaak zo dat de experimenten van de voorlopers nieuwe – vaak initieel nog niet zichtbare – mogelijkheden aan het licht brengen (leren door te doen), waarvan volgers kunnen profiteren. Zij kunnen gerichter starten en verliezen onderweg minder tijd en geld. Daarvoor moeten de ervaringen van voorlopers wel goed expliciet gemaakt en gedeeld worden: de randvoorwaarden voor hun experimenten (voorbereiding), de manier waarop succes wordt gemeten (doel) en de waardevolste lessen die ze onderweg hebben geleerd (kennis).

Zo zijn er binnen elke school leraren die vroeg begonnen met het gebruiken van een iPad in hun klas of groep, of het inzetten van cloudplatforms bij de instructie, begeleiding of toetsing van hun leerlingen. Als collega's daarvan kunnen leren, is de tijd en energie van hun voorlopende collega's een nuttige investering.

### A mission that matters

Om de intrinsieke motivatie van voorlopers goed te richten, kanaliseren en daarmee benutten, moet ook helder zijn wat de missie is van het onderwijs: waar staat de school voor? Deze missie geeft betekenis aan wat er binnen de school gebeurt; elk experiment met nieuwe technologie moet daar een bijdrage aan leveren. Innovatie zonder richting is immers niet effectief.

Wat is een betekenisvolle missie? Voor Google is dat bijvoorbeeld niet: wij maken de allerbeste zoekmachine! Google beschrijft haar missie als: 'Alle informatie ter wereld te organiseren en universeel toegankelijk en bruikbaar te maken.' Daarmee geeft Google zichzelf de ruimte om de manier waarop die missie het best volbracht kan worden steeds aan te passen en uit te breiden, bijvoorbeeld via wereldwijde, interactieve satellietkaarten (universeel toegankelijk) naar zelfrijdende auto's (bruikbaar).

Een missie hoeft niet per se direct binnen bereik te liggen, het is een verschuivend punt op de horizon dat blijft inspireren. Een scherpe en breed gedeelde missie zorgt dat het 'waartoe' centraal staat, niet het 'hoe'. Dit is bij de inzet van



ict vaak een valkuil. Dus niet: zetten we wel of geen tablets in om het onderwijs te vernieuwen? Maar: waartoe willen we het onderwijs vernieuwen en kunnen we daarbij zinvol tablets inzetten?

### 3.4.2 Kunnen innoveren

Na de verkenning van de voorlopers lijkt het doel helder. We kunnen aan de slag want we weten 'hoe' we het moeten aanpakken! Hier zit een valkuil in de communicatie tussen de voorlopers en de grote groep volgers. De nieuwe groep collega's kent alleen het enthousiaste verhaal van de voorlopers, met details over 'hoe' ze hun leerpad hebben afgelegd. Vaak vergeten ze te vertellen 'waartoe' ze aan hun experiment begonnen zijn. Wat willen ze ermee bereiken in hun onderwijs?

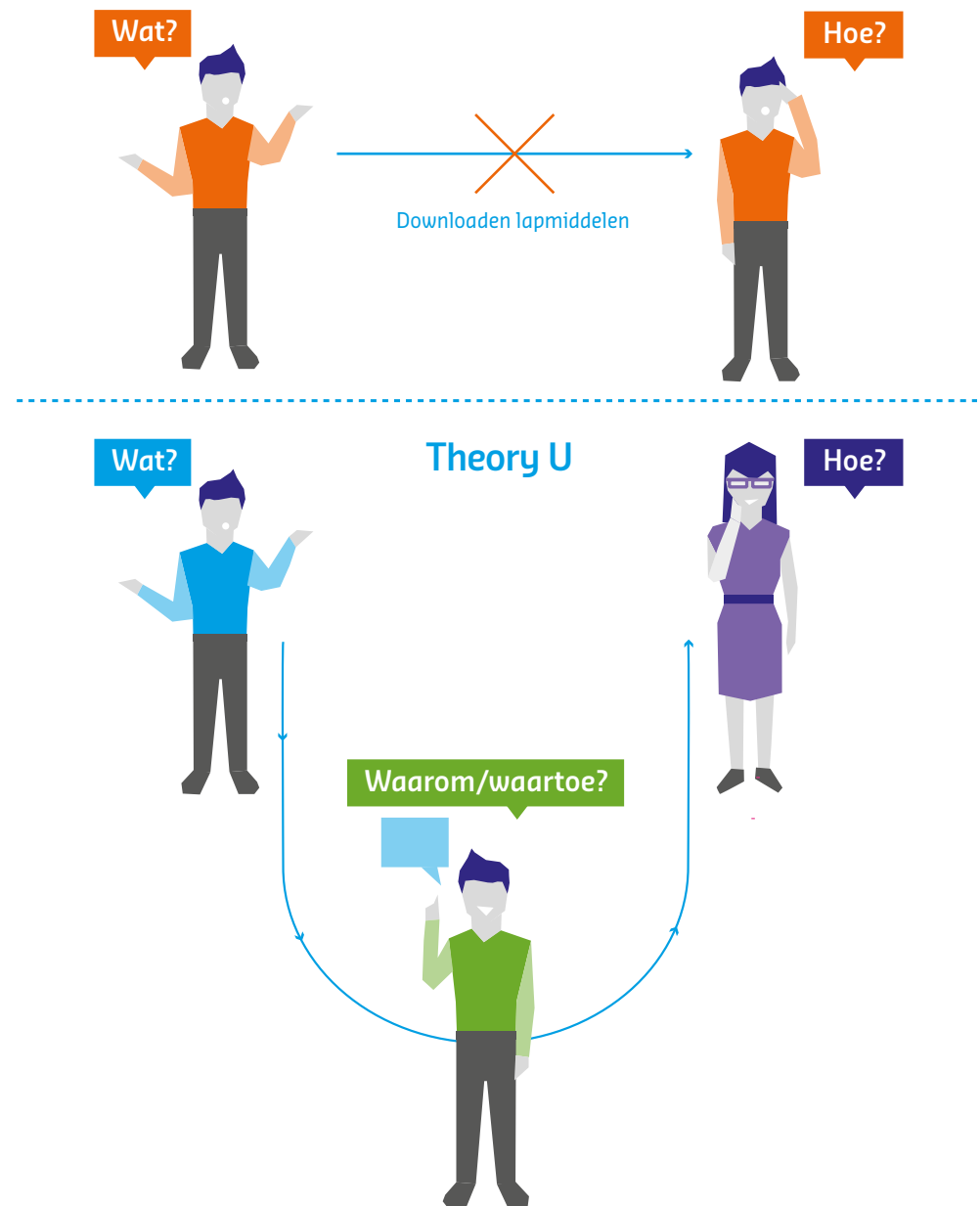
Als we in het proces van invoering van een vernieuwing geen aandacht besteden aan de achterliggende doelen, ontstaat er weerstand. Mensen werken immers met uiteenlopende persoonlijke motivaties en overtuigingen

in het onderwijs. Als de doelen impliciet blijven kan een voorgestelde vernieuwing weerstand oproepen. Leraren denken dan ten onrechte dat de waarden die zij in het onderwijs willen leggen moeten veranderen, terwijl een verandering vanuit dezelfde waarden geïnitieerd is. Alleen met de bereidheid naar elkaar te luisteren en van elkaar te leren, kan er draagvlak voor een belangrijke verandering komen.

### Het verschil tussen het doel en het middel

Zo kan een schoolleider na een succesvol experiment besluiten om grootschalig devices (zoals tablets, chromebooks) in te zetten om persoonlijker onderwijs mogelijk te maken. De weerstand van een groep leraren kan dan zijn: ik wil leerlingen begeleiden in hun leerproces, hen inspireren met verhalen, niet achter een apparaat zetten! Terwijl de intentie van de maatregel is om zelfstandig werken mogelijk te maken, zodat leerlingen in hun eigen tempo kunnen oefenen en leren met geschikte apparatuur en goed adaptief leer materiaal. Deze vervanging van de reguliere reken- of taallessen bespaart leraren tijd (zo blijkt uit onderzoek), waardoor er meer tijd en ruimte is voor gerichte instructie aan kleinere groepen of andere activiteiten die nu niet in het rooster pasten. Dit soort overwegingen zijn een discussie met collega's waard en ontstijgen het welles-nietesdebat over devices in de school.

Otto Scharmer behandelt in zijn boek 'Theory U' onder meer het belang van goed naar elkaar luisteren. Door inzicht in en begrip voor de eigen drijfveren en die van anderen ontstaat de basis voor samenwerking. Als we bereid en in staat zijn om van elkaar te leren, in de uitwerking van de doelen samen te werken en ze ter discussie te stellen, dan ontstaat nieuw, dieper inzicht in die doelen. Het 'wat' wordt duidelijker en kan beter omschreven worden in termen van waartoe of waarom. Wat willen we bereiken met de inzet van middelen? Hierna kan de discussie over de beste manier om de doelen te bereiken in context gevoerd worden.

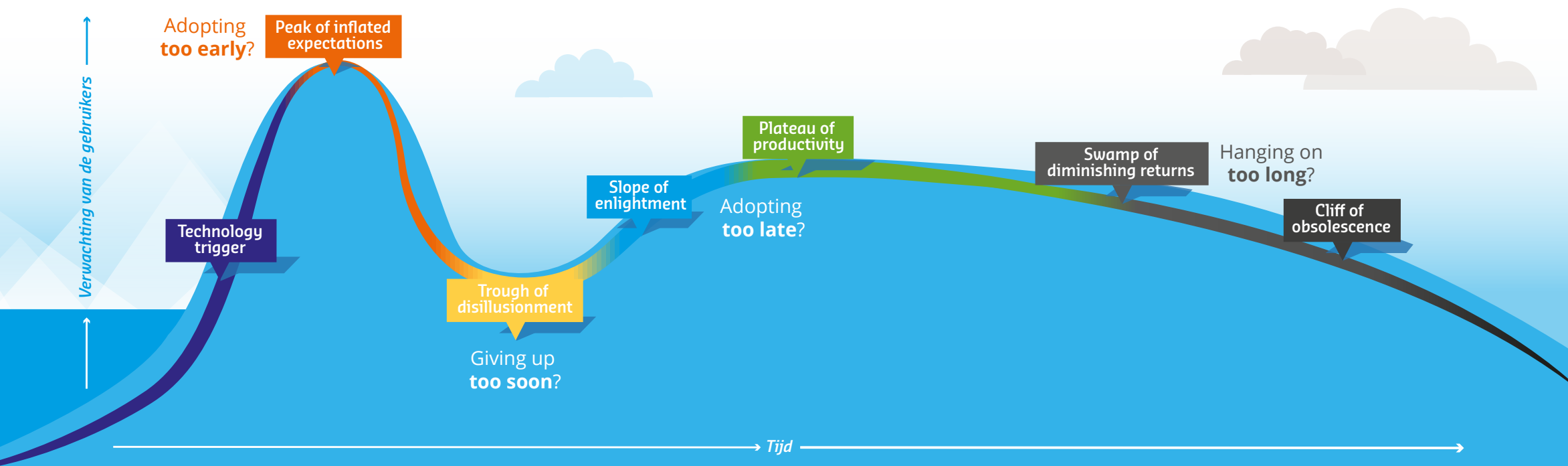


### 3.4.3 Mogen innoveren

Als de motivatie er is, de richting helder is en het team goed samenwerkt, dan ontbreekt alleen nog de (extra) tijd voor experimenten en de ruimte om te falen. Thomas Edison verwoordde heel treffend hoe falen essentieel is in het innovatieproces: 'I have not failed, I have just found 10.000 ways that don't work.' Bij het vrijmaken van tijd en dus geld wordt het menens: zijn we bereid om te investeren in experimenten waarvan we nog niet weten wat ze zullen opleveren? Doen we er niet verstandig aan om te wachten tot onderzoek heeft uitgewezen wat de opbrengsten zijn van een nieuwe technologie?

De drie Hype Cycles in de drie delen van dit rapport tonen in welk stadium de besproken technologie zich bevindt. Het doel van de onderscheiden stadia

in de Hype Cycle is niet om duidelijk te maken hoelang we moeten wachten voordat het veilige stadium van het plateau van productiviteit is bereikt. De stadia bieden ons een perspectief om een bewuste beslissing te nemen over het moment waarop we het potentiële nut van technologie willen beproeven. Wachten op de uitontwikkeling van technologie en de beschikbaarheid van onderzoek geeft veel zekerheid en tijd- en kostenbesparingen bij de uiteindelijke implementatie, maar op dat moment zijn er ook geen kansen meer ons te onderscheiden of eerder te profiteren van de opbrengsten. Anderzijds kan te vroege brede adoptie leiden tot grote problemen, hoge kosten, tijdsverlies en schade aan de reputatie van de school. Het doel van het innovatieproces in de school is om de onderwijsmissie te ondersteunen met gerichte experimenten die het inzicht en de kennis opleveren om te bepalen welke technologie op welk moment breed ingezet kan worden.



3.4 Innovatiekracht en verandervermogen



## Evidence based de toekomst voorspellen?

Gelukkig zien voldoende scholen binnen en buiten Nederland de potentie van nieuwe toepassingen. Hun experimenten en ervaringen vormen de basis voor het onderzoek dat kan uitwijzen welke opbrengsten haalbaar zijn. De piramide van kennis is opgebouwd uit ideeën (inspiratie), uitvoering van experimenten, het ervaren van opbrengsten en tot slot de bewijsvoering voor opbrengsten in het onderwijsleerproces. Elke fase heeft waarde en levert een bijdrage. Elk bestuur, elke school, elke schoolleider en elke leraar daarbinnen volgt een eigen ontdekkingstocht om te bepalen welke timing hen past. Informaticus Alan Kay – onder andere bekend van de grafische user interface – schetste zijn strategie om effectief met het dynamische veld van computertechnologie om te gaan: ‘The best way to predict the future is to invent it.’ Dat ‘uitvinden’ nemen we dan niet te letterlijk, maar het gesprek met leveranciers van (onderwijs)producten kan proactiever door niet het aanbod van de markt af te wachten maar het mede – in co-creatie – helpen vorm te geven. Daarnaast worden inzichten uit onderzoek dat al is uitgevoerd nog maar zeer beperkt benut.

## Richting, ruimte en ruggensteun

Kennisinstituut TNO heeft – in samenwerking met het onderwijs – de digitale tool iSELF ontwikkeld, dat scholen in staat stelt 21st century skills te meten en te achterhalen hoe leerlingen het effectiefst tot zelfsturend leren komen. Tegen de achtergrond van snelle technologische en maatschappelijke veranderingen vindt ook TNO het steeds belangrijker worden dat mensen proactief en vanuit eigen verantwoordelijkheid een leven lang blijven leren. Uit hun onderzoek blijken richting, ruimte en ruggensteun belangrijke onderliggende concepten om mensen de regie te laten nemen over hun eigen ontwikkelproces.

- Richting: helderheid over missie en toekomstvisie van de organisatie, het richten van het ‘willen’ geeft (de voorlopers) houvast.

- Ruimte: tijd en gelegenheid geven om zelf en op een eigen manier te ‘kunnen’ verdiepen, onderlinge samenwerking en ontdekking bevorderen, benodigde middelen bieden.
- Ruggensteun: gesteund door de school in autonomie ‘mogen’ leren, erkend en gewaardeerd voor inzet en vooruitgang, niet alleen voor resultaten.

Deze drie aspecten van ondersteuning dienen in balans te zijn. Veel richting en weinig ruimte geeft het beeld van een rigide schoolorganisatie waar ‘het niet anders kan’. Weinig richting en veel ruimte kan juist tot onzekerheid leiden: leraren hebben het gevoel dat ze het helemaal zelf moeten uitzoeken. Niet iedereen kan daar goed mee omgaan. Veel richting en veel ruggensteun kan betuttelend overkomen. Veel ruimte en weinig ruggensteun geeft leraren het gevoel dat ze niet gezien en gehoord worden.

In ‘Innovatie die werkt, duurzaam leren’ schrijven Theunissen en Stubbé dat het bestuur (met haar schoolleiders) de taak en verantwoordelijkheid heeft om naar een lerende organisatie toe te werken met een goede combinatie van de drie elementen van ondersteuning. Zo’n organisatie faciliteert het leren van al haar leden, de cultuur bevordert innovatief gedrag en transformeert zichzelf daardoor continu.

Om scholen op weg te helpen in het innovatieproces heeft Kennisnet de innovatieversneller voor leraren ontwikkeld. Dit is een praktische toolkit met twintig technieken die in de verschillende fasen van het proces van innovatie zelfstandig kunnen worden ingezet.

## Nawoord

Dit Trendrapport kun je lezen als een pleidooi voor technologie. Al wil ik met mijn enthousiasme niet de indruk wekken dat technologie zonder voorbehoud zou moeten worden toegepast. Misschien komt het wel door mijn gedetailleerde kennis van ict dat ik vooral nieuwsgierig ben naar de mogelijkheden, daarbij gerustgesteld door de – voor mij – evidente beperkingen en de overtuiging dat we technologie naar onze hand kunnen blijven zetten.

Mijn ambitie is dat we met dit rapport het onderwijs een stap vooruit helpen. Door overzicht te bieden in de technologie die eraan komt, kansrijke toepassingen te schetsen, te wijzen op bedreigingen die aandacht eisen en tot slot ook instrumenten aan te reiken om een eigen plan te maken. Want de beslissingen over welke technologie wanneer toe te passen blijft aan besturen en scholen zelf, passend binnen gestelde doelen en hun visie op onderwijs.

*“De beslissingen over welke technologie wanneer toe te passen blijft aan besturen en scholen zelf, passend binnen gestelde doelen en hun visie op onderwijs.”*

Tegelijkertijd is die inzet van technologie niet vrijblijvend, juist niet in het onderwijs. Dat moet kinderen voorbereiden op leven en betekenisvol werk in de maatschappij van hun toekomst. Daar moeten zij straks immers een bijdrage aan leveren en in hun levensonderhoud kunnen voorzien. Daartoe is flexibel georganiseerd onderwijs nodig, dat leerlingen een individueel leerproces biedt. Technologie levert – mits goed toegepast – een belangrijke bijdrage aan de ontwikkeling en onderwijsprestaties van leerlingen.

Mijn persoonlijke doel met dit rapport is om ook iets van het ontzag voor technologie weg te nemen. Te laten zien dat het niet meer en niet minder is dan onze eigen creatie, met ruim voldoende mogelijkheden om als mensen een bepalende, verantwoordelijke rol te spelen.

Het stellen van betekenisvolle doelen onderscheidt onze beschaving van de slimme machines die we zelf creëren. Mensen onderscheiden zich ook met hun unieke vermogen om samen, met creativiteit en doorzettingsvermogen, de mogelijkheden te bespreken die technologie biedt om (onderwijs)doelen te verwezenlijken.

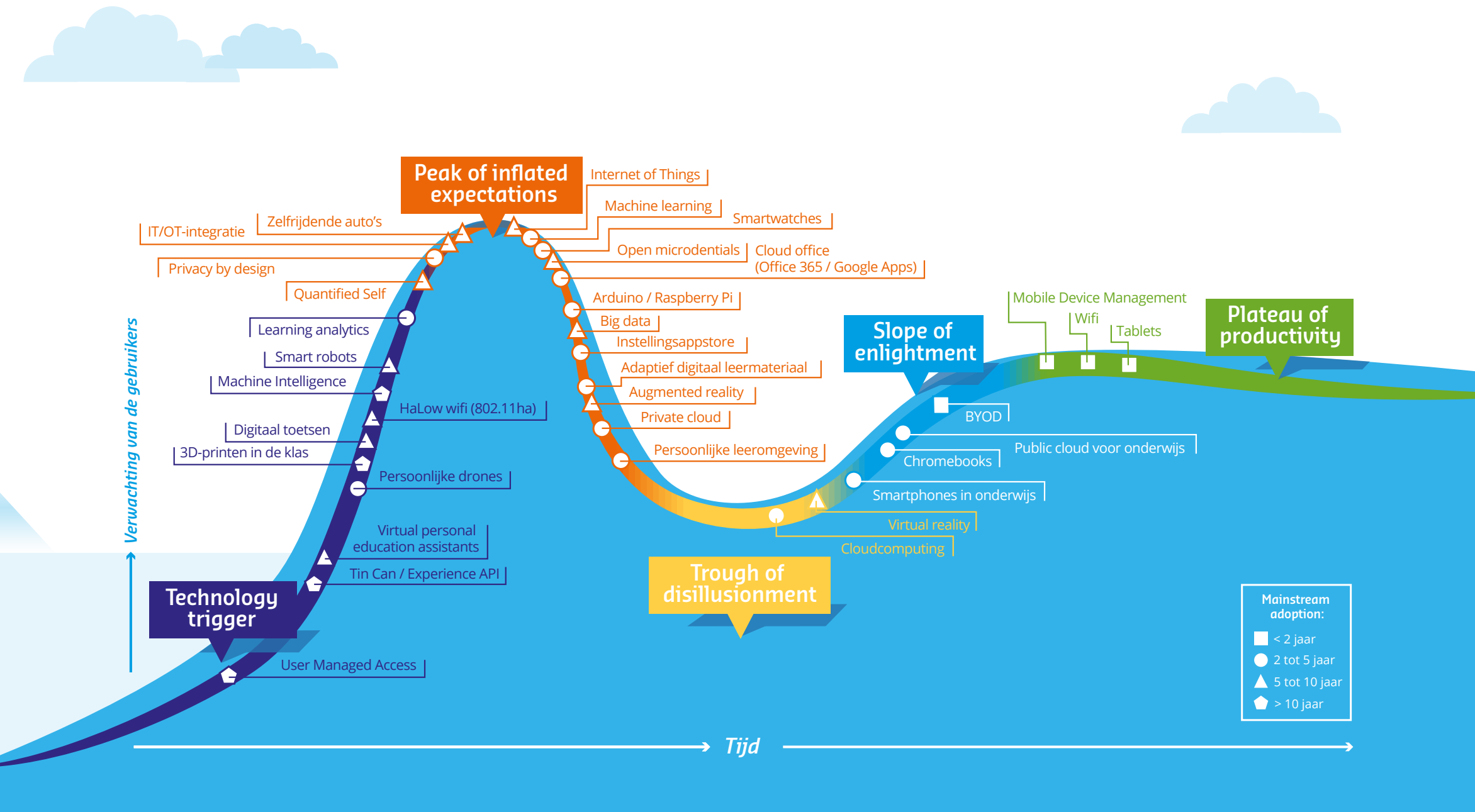
Daarom dank ik alle meedenkers voor de samenwerking en de uitgebreide feedback. Jullie hebben allemaal volstrekt gelijk, gelukkig is er altijd een volgende editie!



**Michael van Wetering**




Expert innovatie bij Stichting Kennisnet

# Bijlage 1: Hype Cycle voor het onderwijs, 2016-2017



## Bijlage 2: Keuzehulp devices

### Typerende kenmerken van devices

Devices		
		
Toegankelijke, maar beperkte tablet	Beheerbare, maar beperkte chromebook	Complete, maar complexe laptop

Devicekenmerken			
<b>Inzetbaarheid</b>	Zeer mobiel en onmiddellijk aan (optioneel slot)	Mobiel, enige opstarttijd en login	Mobiel, enige opstarttijd en login
<b>Gebruik in de klas</b>	Geen scherm tussen leerling en docent	'Laptop-achtige' drempel	'Laptop-achtige' drempel
<b>Toetsenbord</b>	Virtueel of aanvullend	Vast aanwezig	Vast aanwezig
<b>Applicatie 'creatie'-mogelijkheden (naast consumptie/interactie)</b>	Touchbediening is soms beperkend, wordt completer	Webinterface is nog beperkend, wordt completer	Volledige laptop-functies, beperkte touchbediening
<b>Presentatiemogelijkheden</b>	Airplay, Chromecast en beamer/monitor	Chromecast en beamer/monitor	Beamer/monitor
<b>Offline inzet</b>	Prima, afhankelijk van de apps	Beperkt mogelijk	Prima, afhankelijk van applicaties/apps
<b>Wifi-gebruik</b>	Eenvoudig	Eenvoudig	Vereist kennis
<b>Typische batterijduur</b>	Gehele dag	Dagdeel	Dagdeel
<b>Kwetsbaarheid</b>	Beperkt met hoes	Zeer beperkt	Beperkt met hoes

Functionele kenmerken			
<b>Cloudplatforms algemeen</b>	Apple (iOS) of Google (Android) (vereist) en Microsoft aanvullend	Google (vereist), Apple en Microsoft aanvullend	Microsoft (vereist), Google en Apple aanvullend
<b>Aanbod onderwijs-toepassingen</b>	Divers app-aanbod en online toepassingen	Uitsluitend online toepassingen (mits Chrome geschikt)	Zeer uitgebreid (traditioneel) applicatie-aanbod en online toepassingen
<b>Cloud elo-platforms</b>	iTunesU, Google Classroom, Sharepoint	Google Classroom, Sharepoint, iTunesU	Sharepoint, Google Classroom, iTunesU
<b>Samenwerkings-mogelijkheden</b>	Cloudplatforms, apps	Cloudplatforms	Cloudplatforms, applicaties en apps
<b>Uitwisselen van bestanden</b>	Cloudplatforms, bluetooth, wifi	Cloudplatforms, USB-stick	Cloudplatforms, USB-stick

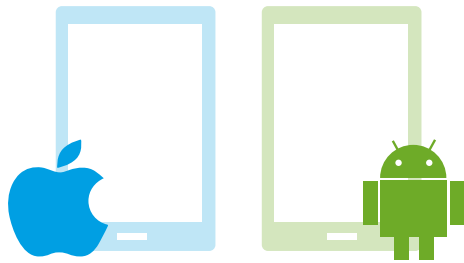
Beheerkenmerken			
<b>App(licatie) installatie</b>	Eenvoudig zelf	Niet nodig	Vereist kennis
<b>1e lijns ondersteuning</b>	Eenvoudig	Eenvoudig	Vereist kennis
<b>Beheerplatform</b>	Eenvoudig Mobile Device Management	Eenvoudig Chrome Device Management	Complexe, zeer complete beheer platforms
<b>Back-up/herstel</b>	Eenvoudig	Nooit nodig	Vereist kennis

#### Toelichting:

De device-tabel bevat geen desktops, reguliere Windowslaptops of MacBooks in de vergelijking. De functionele verschillen zijn beperkt of evident, keuzes zullen hier vooral afhangen van de zwaarder keuze voor een cloudplatform en de aansluiting op het gekozen type tablet.

## Bijlage 2: Keuzehulp devices (vervolg)

### Typerende verschillen tussen Android- en iOS-tablets



Kenmerken \ Tablet	iOS (Apple)	Android (Google)
<b>Diversiteit</b>	Apple voert enkele types in drie formaten, beperkt tot midden en hogere segment in prijs/kwaliteit.	Grote diversiteit in aanbieders, formaten en prijs/kwaliteit-verhoudingen.
<b>OS-(systeem-)updates</b>	Typisch wordt het beperkte aantal modellen tot 4 jaar na aanschaf eenvoudig voorzien van nieuwe iOS-updates en werken apps op vrijwel alle (ook oudere) modellen.	Het grote aantal zeer verschillende modellen beperkt nieuwe Android-updates tot recente topmodellen, apps werken beperkt op (oudere) modellen.
<b>Appstore aanbod en beleid</b>	Enorm app-aanbod, gratis en (eenvoudig) betaald, strenge curatie op kwaliteit en kaders, daardoor stabiel, veilig en eenduidig.	Enorm app-aanbod, grotendeels gratis, nauwelijks selectie op kwaliteit of kaders, daardoor divers en met risico's.
<b>App-ontwikkeling</b>	Ondanks de curatie kiezen ontwikkelaars vaak (eerst) voor iOS in verband met intensiever (app)gebruik en lage betalingsdrempel.	Ontwikkelaars hebben veel experimenteeruimte en vrijheid binnen Android, wat leidt tot een innovatief en gedurfd app-aanbod.

### Typerende gebruiksscenario's per soort device

Devices \ Scenario kenmerken	Tablet (iOS/Android)	Google Chromebook	Windows (hybride) tablet/laptop
<b>Gebruik</b>	De 'computer' die iedereen kan gebruiken door eenvoud en touchbediening. Biedt laagdrempelige inzet in en buiten de les of school, sluit aan bij een creatief onderwijsproces. Door hoge mobiliteit en ingebouwde camera ook zeer geschikt voor verslaglegging door leerlingen.	De ideale, vrijwel storingsvrije 'schoolcomputer'. Kan eenvoudig door diverse gebruikers in verschillende klassen door elkaar gebruikt worden. Alle toepassingen en gegevens staan online en maken van de Chromebook een flexibel inzetbaar mobiel werkstation.	De complete Windows-computer. Ondanks touchbediening vooral een flexibele laptop gezien het (nog) beperkte app-aanbod. Werkt op een volledige versie van Windows met het ruimste (traditionele) applicatie-aanbod en de bijbehorende complexiteit. Vraagt om 'zwaar' beheer.
<b>Didactische impact</b>	Opent nieuwe perspectieven, maar de selectie van geschikte apps ter ondersteuning van werkvormen en de beschikbare afleiding op een tablet vragen veel aandacht.	Is onderhoudsarm doordat alle applicaties, materialen en gegevens online opgeslagen staan. Vraagt zelden aandacht tijdens het onderwijs.	Minder geschikt voor creatief didactisch gebruik. Sluit goed aan op traditioneel computergebruik en is daarmee wellicht laagdrempeliger. Ondersteuning tijdens les is nodig.
<b>Persoonlijke invloed</b>	Bij uitstek een persoonlijk device. Gebruiker kan zelf apps toevoegen en verwijderen en instellingen naar eigen hand zetten.	Geen persoonlijk device vanwege de beperkte eigen invullingsruimte, eigen tablet of laptop ernaast blijft nodig.	In aanleg een persoonlijk device, in de praktijk beperkt in mogelijkheden om het complexe beheer in de hand te kunnen houden.
<b>Kracht en Zwakte</b>	De eenvoud van de tablet en de daarop beschikbare apps zijn kracht en beperking in één. Alles is geoptimaliseerd rond de touch-interface; bij veel toetsenbordwerk past een ander device beter.	Alles wat in de Chromebrowser werkt, is direct inzetbaar op een Chromebook. Internetverbinding is cruciaal: een webinterface beperkt de gebruikerservaring ten opzichte van 'rijke' interfaces op tablets en laptops.	Veel continuïteit: alle Windowsgebaseerde traditionele applicaties werken. Migratie naar device-onafhankelijke webplatforms gaat echter snel, dus goede timing van een keuze op basis van continuïteit is belangrijk.

## Colofon

© 2016 Kennisnet

**Titel:** Kennisnet Trendrapport 2016-2017

**Auteur:** Michael W. van Wetering, Expert innovatie, Kennisnet

**Eindredactie:** Pam van der Veen

**Illustratie en vormgeving:** Berit Hol, More Than Live

**Instrumenten:** Hype Cycles en Strategic Technology Maps ontwikkeld met Gartner Toolkits

**Met dank aan:** Hans Pronk (internet-expert & zelfstandig adviseur)

**Meer informatie:** [kn.nu/trendrapport](http://kn.nu/trendrapport)

### Over Kennisnet

Kennisnet is de publieke organisatie voor onderwijs en ict. We bieden online platforms en technische voorzieningen voor het basisonderwijs, voortgezet onderwijs en middelbaar beroepsonderwijs. Onderwijsbestuurders, managers, leraren en de PO-Raad, VO-raad en MBO Raad kunnen bij ons terecht voor kennis en advies over wat werkt met ict zodat zij de juiste keuzes kunnen maken voor ict in hun onderwijs. Kennisnet laat ict werken voor het onderwijs, zodat het onderwijs zijn ambities kan waarmaken.



**Stichting Kennisnet**  
Paletsingel 32  
2718 NT Zoetermeer

T 0800 321 22 33  
E [support@kennisnet.nl](mailto:support@kennisnet.nl)  
I [kennisnet.nl](http://kennisnet.nl)

Postbus 778  
2700 AT Zoetermeer

