



Inhoudsopgave

Wat lees je in dit technologiekompas?




Hoofdstuk 1

De belangrijkste technologische trends

-  1.1 In een notendop
-  1.2 De technologie




Hoofdstuk 2

Maatwerk op individueel niveau

-  2.1 In een notendop
-  2.2 De technologie
-  2.3 Vraagstukken voor het onderwijs

Hoofdstuk 3

Leven, leren en werken met artificial intelligence

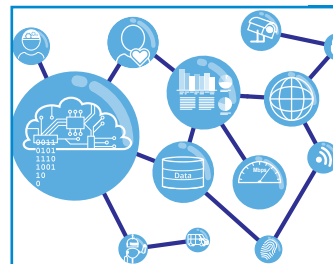
-  3.1 In een notendop
-  3.2 De technologie
-  3.3 Vraagstukken voor het onderwijs

3

10

11

13



Hoofdstuk 1

Bevat een analyse van de belangrijkste technologische trends en ontwikkelingen voor het onderwijs. Artificial intelligence (AI) is daarin het meest relevant.

27

28

36

54



Hoofdstuk 2

Deze toekomstschets beschrijft de doorontwikkeling in de komende jaren van technologieën die scholen nu al inzetten, zoals adaptief leermateriaal.

59

60

71

87



Hoofdstuk 3

Deze toekomstschets laat zien hoe een school op langere termijn verandert in een kunstmatig intelligente leeromgeving die altijd beschikbaar is.



Wat lees je in dit technologiekompas?

Als iemand je 25 jaar geleden – rond de doorbraak van het internet – had verteld dat je in 2019 dagelijks een paar uur op je smartphone aan het swipen bent, dat je via het internet precies weet wanneer je tante in Frankrijk haar latte macchiato drinkt en dat je dronepiloot kunt worden tijdens een mbo-opleiding, had je die persoon dan geloofd? Waarschijnlijk niet. Niemand kan de toekomst voorspellen. Want hoewel technologische ontwikkelingen redelijk te voorzien zijn, blijken vooral de sociale en culturele consequenties daarvan erg moeilijk te voorspellen. Een filmpje uit de jaren '60, over het 'kantoor van de toekomst', was technologisch vrij accuraat. Er werkten alleen geen vrouwen. Terwijl die door de komst van wasmachines, stofzuigers en gasfornuizen meer tijd kregen voor kantoorwerk. Hoe bereiden we jonge mensen voor op een zelfstandig bestaan in een wereld waarin we steeds weer betere, slimmere en efficiëntere technologieën ontwikkelen en inzetten? Een wereld waarin artificial intelligence (AI) ziektes en woninginbraken helpt voorkomen, en waarin robots operaties uitvoeren?

De invloed van AI en robotica op mens en maatschappij is ingrijpend. Een belangrijk deel van de taken die mensen nu uitvoeren, is over 25 jaar overgenomen door een robot of AI-systeem. Dat levert uitdagingen op, maar biedt ook nieuwe kansen. We komen gemakkelijk in aanraking met verschillende culturen via het internet, baanzekerheid is iets van het verleden en informatie (of misinformatie) is veelvuldig en openbaar beschikbaar. Het leven in zo'n maatschappij vraagt om vaardigheden.

Kennis en denkvaardigheden blijven belangrijk, maar sociaal-emotionele vaardigheden zijn meer dan ooit nodig voor persoonlijke en professionele ontwikkeling. De leerling van nu moet later samen kunnen werken in teams van mensen met verschillende achtergronden, en oplossingen kunnen bedenken voor nieuwe vraagstukken die we ons nog niet eens kunnen voorstellen.

*Technologie kan het niet volledig,
maar ook de leraar kan het niet alleen*

Scholen en leraren hebben dan ook een onmisbare rol in het ontwikkelen van sociaal-emotionele vaardigheden, naast het onderwijzen van kennis en denkvaardigheden. Vooral bij het aanleren van kennis en denkvaardigheden zien wij een groeiende rol voor technologie. Met behulp van artificial intelligence wordt het steeds beter mogelijk om leerlingen op maat te bedienen. En daarmee gebeurt iets interessants: de leraar krijgt zo meer tijd en ruimte om zich te richten op het begeleiden van leerlingen in het ontwikkelen van sociaal-emotionele vaardigheden. Juist die vaardigheden die zo van belang zijn voor de snel veranderende en onzekere toekomst.

Het onderwijs is onderweg naar een toekomst waarin leraar en technologie samen de leerling kennis en vaardigheden bijbrengen die nodig zijn voor een zinvol en succesvol leven. Technologie kan dit niet volledig, maar ook de leraar kan het niet alleen.



Structuur en leesadvies

In dit technologiekompas schetsen we een toekomst waarin leraar en technologie samen de leerling vaardigheden bijbrengen die nodig zijn voor een zinvol en succesvol leven. Het bestaat uit vier delen. In de rest van dit inleidende deel lichten we de twee instrumenten toe die wij

gebruiken bij onze trendanalyses. In hoofdstuk 1 staat onze analyse van de belangrijkste technologische trends en ontwikkelingen. Hoofdstuk 2 en 3 bevatten elk een toekomstschets voor het onderwijs.

Hoofdstuk 1: de belangrijkste technologische trends

Hier lees je onze analyse van de belangrijkste technologische trends en ontwikkelingen voor het onderwijs. Artificial intelligence (AI) is daarin het meest relevant. Daarnaast is er een aantal andere dominante ontwikkelingen die met AI samenhangen. Ook die lichten we toe in dit hoofdstuk.

Hoofdstuk 2 en 3: toekomstschetsen

De eerste toekomstschets in hoofdstuk 2 beschrijft de doorontwikkeling in de komende jaren van technologieën die scholen nu al inzetten. Denk aan adaptief leer materiaal voor leerlingen en dashboards voor leraren om het leerproces te kunnen volgen en begeleiden.

De tweede toekomstschets in hoofdstuk 3 laat zien hoe een school op langere termijn verandert in een kunstmatig intelligente leeromgeving die altijd beschikbaar is en individueel maatwerk op leerroteniveau ondersteunt.

In beide hoofdstukken is artificial intelligence de technologische aanjager.

Elk hoofdstuk bestaat uit twee of drie paragrafen, elk vanuit een ander perspectief.



In een notendop

We schetsen een beeld op hoofdlijnen dat voor elke lezer relevant is. Hier lees je de belangrijkste conclusies en adviezen. ▶ [Zie 1.1, 2.1 en 3.1](#)



De technologie

Bevat een analyse van de belangrijkste technologieën. Dit helpt om de technologie beter te begrijpen, in niet-technische taal. Vooral interessant als je meer wilt weten over de technologieën en hun samenhang. Maar let op: in 2.2.5 en 3.2.5 staan adviezen die voor ieder schoolteam interessant zijn. ▶ [Zie 1.2, 2.2 en 3.2](#)



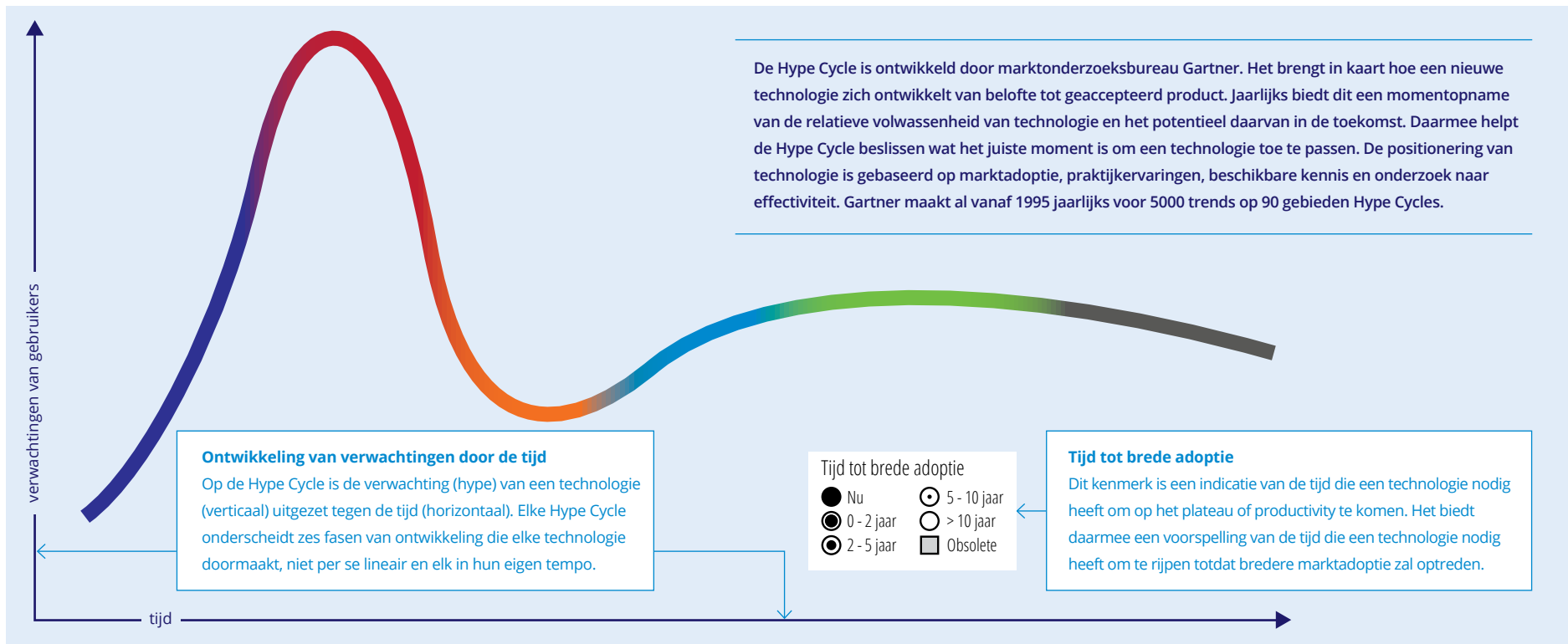
Vraagstukken voor het onderwijs

Hier adresseren we een aantal lastige vraagstukken voor het onderwijs die voortkomen uit het gebruik van de technologie. Vooral interessant als je meer wilt weten over de impact van artificial intelligence op het leerproces en de organisatie.

▶ [Zie 2.3 en 3.3](#)



Hype Cycle: marktontwikkeling in beeld



Innovation trigger

Potentieel baanbrekende technologische innovatie krijgt de eerste mediabelangstelling door demonstraties en experimenten. De technologie is nog niet productief inzetbaar of commercieel levensvatbaar.

Peak of inflated expectations

Publiciteit over eerste succesverhalen maakt een golf van enthousiasme los. Deze verwachtingen overstijgen de daadwerkelijke mogelijkheden. We spreken van een hype.

Trough of disillusionment

Enthousiasme maakt plaats voor teleurstelling door problemen, hoge kosten en lage rendementen. De verwachting zakt naar een dieptepunt. Juist deze periode biedt kansen voor nieuwe toepassingen die voortbouwen op ervaringen en kennis van voorlopers.

Slope of enlightenment

De eerste obstakels worden overwonnen, opbrengsten worden duidelijk, evenals randvoorwaarden voor succesvolle toepassing. Met de inzichten van voorlopers groeit het begrip over waar en hoe de technologie effectief kan worden ingezet.

Plateau of productivity

Nu de daadwerkelijke opbrengsten in de praktijk worden bewezen, durven steeds meer organisaties de technologie in te zetten. Er volgt een periode van snelle groei, die weer afneemt naarmate meer mensen zijn ingestapt.

Swamp of diminishing returns

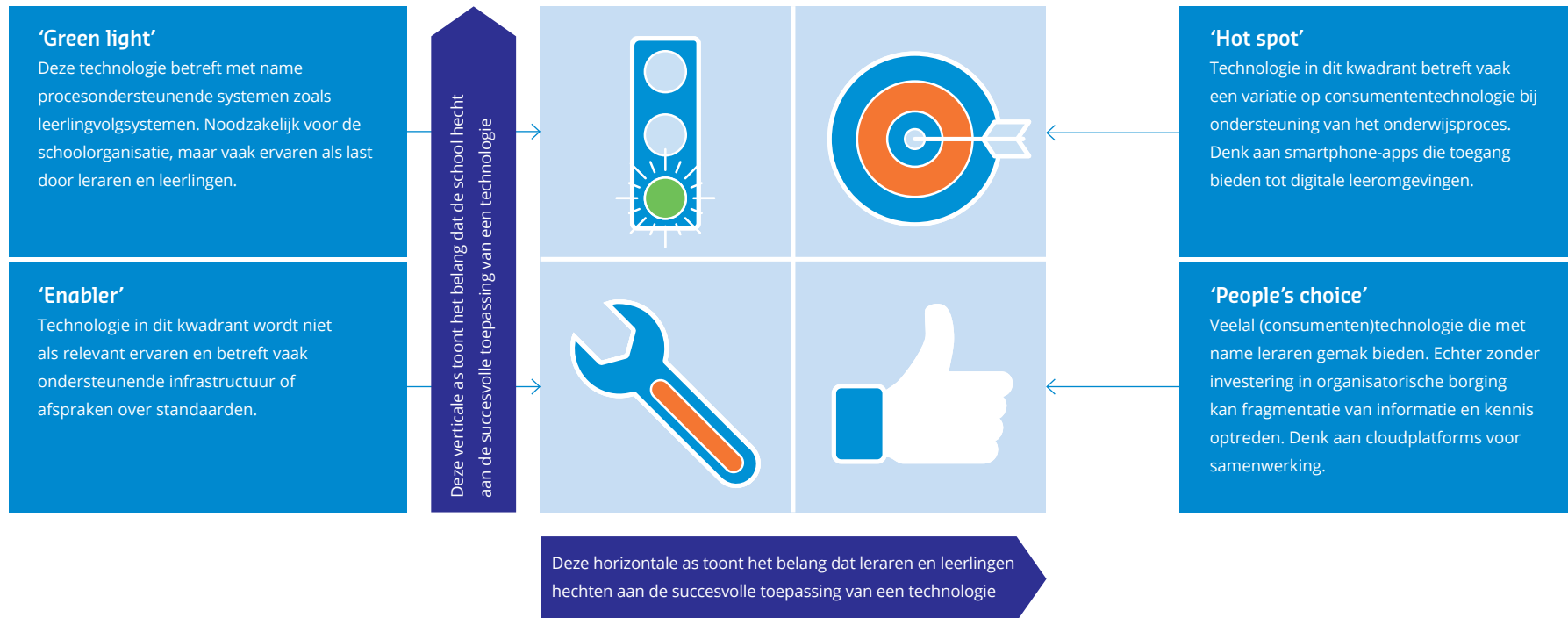
Verouderde technologie kan nieuwe initiatieven frustreren, vertragen of zelfs tegenhouden. Naast tijdige adoptie van nieuwe technologie moet daarom ook verouderde technologie op tijd worden vervangen.



Benefit Map: gebalanceerd ict-portfolio helpt onderwijsdoelen bereiken

De Benefit Map helpt je een ict-portfolio samen te stellen met de juiste afweging tussen risico's en rendementen. Denkend vanuit onderwijsdoelen bepaal je jouw ict-ecosysteem, een set onderling samenhangende ict-bouwblokken die elkaar versterken en zo optimaal jouw onderwijs ondersteunen. Deze matrix biedt inzicht in het draagvlak voor technologie bij de schoolorganisatie en haar leraren en leerlingen.

Als zowel de school als leraren en leerlingen het nut van de geselecteerde ict-middelen zien dan zal de acceptatie hoog zijn en de implementatie vlot verlopen. Indien beide het belang niet inzien van een technologie dan zal implementatie lastig zijn en langzaam verlopen. Dit levert vier kwadranten op met elk een eigen profiel voor daarin gepositioneerde technologie.



Hype Cycle en Benefit Map: hoe ze helpen je ict-portfolio samen te stellen

Dit rapport geeft inzicht in de technologische ontwikkelingen die op dit moment interessant zijn, startend vanuit de ambities van het onderwijs. Maar hoe bepaal je in welke technologie je het beste kunt investeren? Welke prioriteiten stel je? Hoe snel wil je instappen in nieuwe technologie en welke risico's ben je daarbij bereid te nemen?

Het samenstellen van je ict-portfolio 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 verschieft ligt. Je moet waken voor te vroeg instappen, maar ook niet 'verkopen' als het even tegenzit. Je kunt wachten tot het risico laag is, maar dan neem je ook genoegen met een lager rendement. Tot slot moet je tijdig afscheid nemen van technologie waarvan het nut afneemt.

Bovendien gaat het zelden om een enkele technologie, maar eerder om een ecosysteem van elkaar versterkende middelen. Pas als ze onderling goed aansluiten en elkaar versterken, zullen ze onderwijsdoelen maximaal ondersteunen. Een stabiele internetverbinding is bijvoorbeeld noodzakelijk om adaptief leer materiaal te kunnen inzetten. Zonder het één is de investering in het ander zinloos – en andersom.

Welke technologie kan het onderwijs zodanig ondersteunen dat de leeropbrengst en motivatie bij leerlingen toenemen? Die vraag stelden wij ons ook bij het maken van dit rapport. Bij onze analyse gebruikten we de Hype Cycle en Benefit Map van onderzoeksbureau Gartner.

Een verhaal over hoe de technologie bijdraagt aan je onderwijsdoelen

Zo'n analyse is niet altijd even gemakkelijk. In ons proces hadden we discussies en meningsverschillen. In welke fase op de Hype Cycle hoort deze technologie thuis? En in welk kwadrant op de Benefit Map? Houden we wel voldoende rekening met de Nederlandse onderwijscontext? Door vanuit onze verschillende perspectieven aan elkaar uit te leggen waarom we vonden dat de technologie ergens hoorde te staan, verbeterden we onze analyse en daarmee ons verhaal aan elkaar en aan jou, onze lezer.

Als schoolbestuur heb je ook een verhaal te vertellen over je ict-portfolio: hoe deze technologieën je onderwijsdoelen waarmaken. Dat verhaal heb je nodig om begrip en draagvlak te creëren voor je investeringsagenda en implementatieplannen. Bij verschillende belanghebbenden, zoals je medewerkers, je leerlingen en hun ouders, de raad van toezicht, de inspectie en het bedrijfsleven.

Om scholen te helpen met het maken van hun eigen verhaal, ontwikkelde Kennisnet aanvullende informatie over de Hype Cycle en Benefit Map. Dit helpt bij het voeren van een gesprek over de verwachtingen, risico's en samenhang van de technologie. De ingevulde Hype Cycles en Benefit Maps in paragraaf 2.2 en 3.2 vormen een startpunt voor de discussie binnen schoolteams.

Meer weten over het gebruik van de Hype Cycle en Benefit Map?

Kijk op kn.nu/technologiekompas

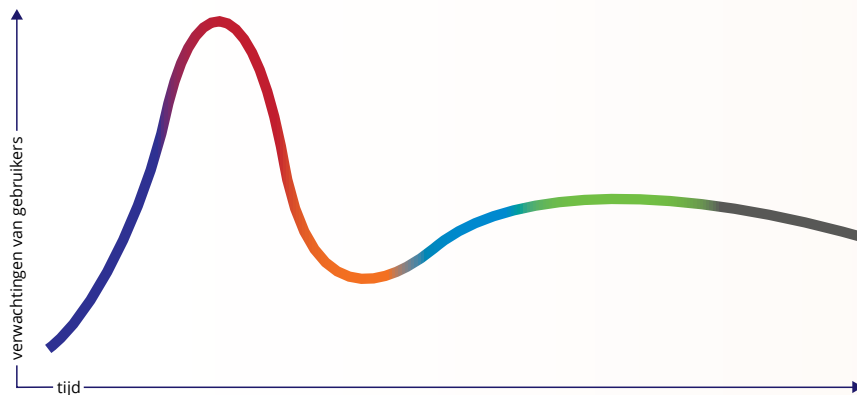


Hoe komt zo'n verhaal tot stand?

Om je een idee te geven van de discussies, worstelingen en meningsverschillen, lees je hierna drie korte sfeerimpressies van een workshop die we deden bij een vo-bestuur.

Selecteren van technologieën met de Hype Cycle

Uit het niets een Hype Cycle maken is heel lastig. Daarom stelden we een set technologieën samen op de Hype Cycle, met onze versie als uitgangspunt. We kregen de vraag: "Hoe kunnen we ervoor zorgen dat adaptief leer materiaal sneller in de volgende fase komt?" Het antwoord was: "Zo werkt het niet". Elke technologie maakt zijn eigen ontwikkeling door waarin er eerst teveel wordt verwacht, we vervolgens teleurgesteld raken en randvoorwaarden proberen uit te vogelen om van de technologie een succes te maken. Pas dan vormt zich een volwassen product. Dat veroorzaakte teleurstelling bij leraren

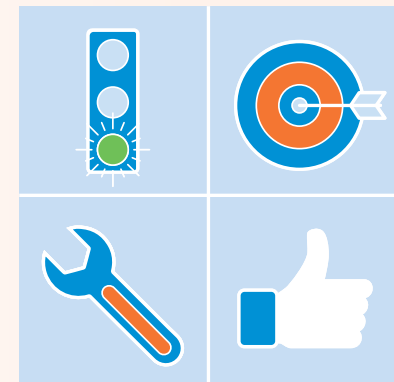


die juist stonden te popelen om meer met adaptief materiaal te gaan doen. Gelukkig hoef je niet altijd te wachten tot technologie het veilige volwassenheidsstadium bereikt. Juist in die tussenfase leer je heel veel en kan je een kennisvoordeel opbouwen. Mits je de juiste maatregelen neemt om de risico's van onvolwassen technologie te beperken. Dat zette de teleurstelling weer een beetje om in enthousiasme.

Inzicht krijgen in elkaars belang met de Benefit Map

De Benefit Map ziet er op het eerste gezicht simpel uit, maar blijkt lastig te doorgronden. "Moet niet alles in het kwadrant rechtsboven zitten?", vroeg één van de schooldirecteuren. Ons antwoord was "Nee". Een typische Benefit Map bevat technologieën in alle kwadranten. Het gaat om de balans tussen technologie met opbrengsten voor de school en direct gemak voor leraren en leerlingen.

Na een korte uitleg van de assen en kwadranten plaatsten we de technologieën op de Benefit Map. Adaptief leer materiaal, devices en dashboards, veel bleek toch rechtsboven in de Hot spot thuis te horen. "Zijn jullie misschien nog dingen vergeten?", vroegen we de groep. Waarop de ict-manager

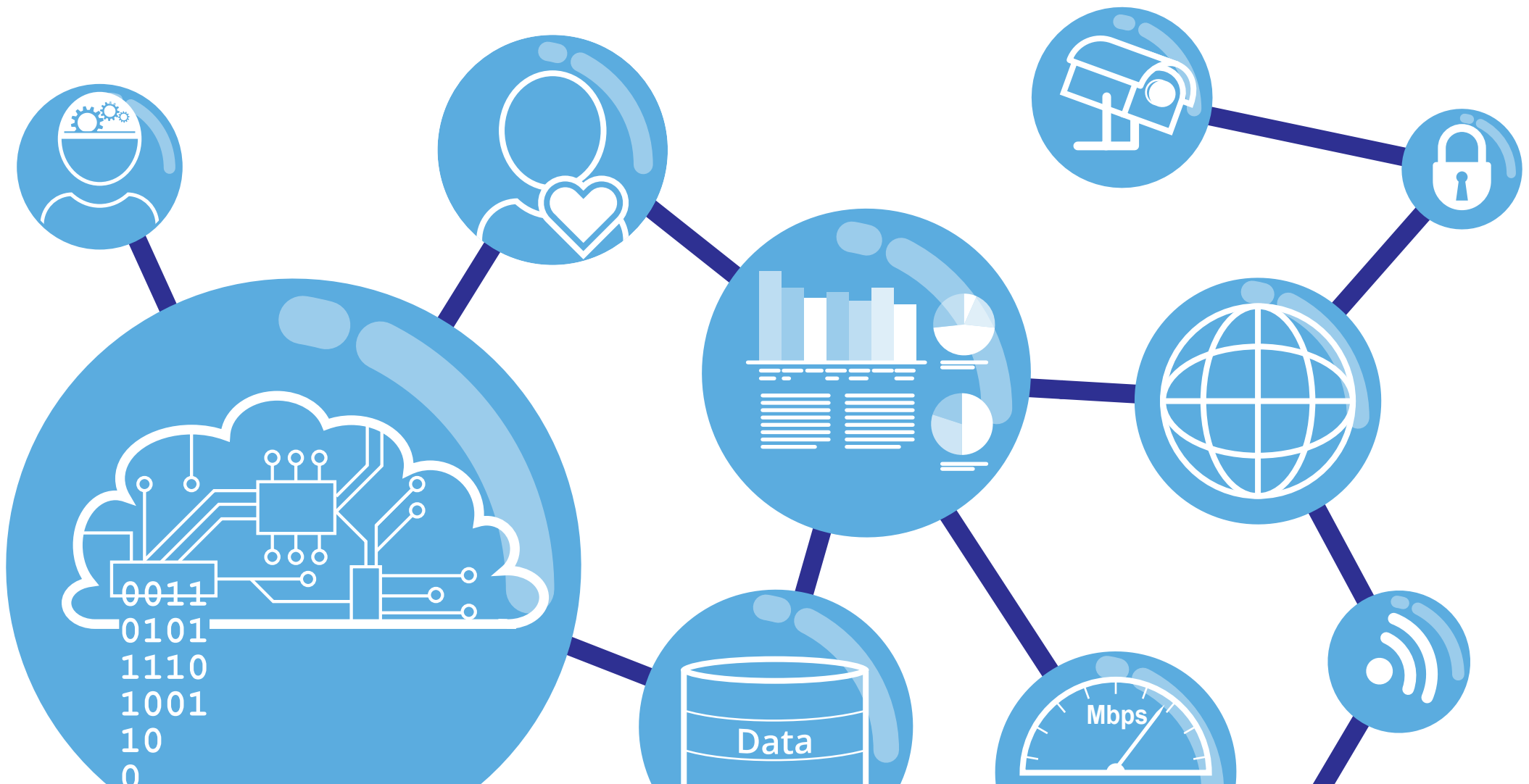


een betoog begon: "Fantastische plannen, maar met het huidige netwerk is het schier onmogelijk!" Er volgde een gesprek over nut en noodzaak van een stabiele internetverbinding bij het werken met adaptief leer materiaal op devices. Na dit gesprek begreep ook de rest van de groep beter dat de internetverbinding van cruciaal belang is om hun onderwijsdoelen te bereiken. We voegden deze technologie toe aan de Benefit Map en de Hype Cycle.

Samenhang en prioriteiten bepalen met de Benefit Map

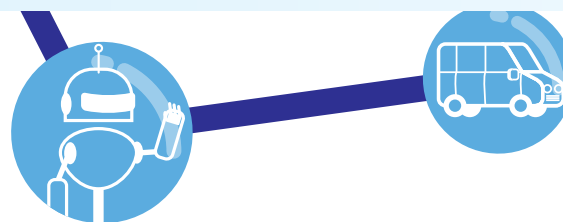
De laatste oefening die we deden tijdens de workshop, was het bespreken van de samenhang. "Welke technologieën horen bij elkaar?", vroegen we aan de groep. "Allemaal", was het eerste antwoord. En logisch ook. Als je een onderwijsdoel wilt bereiken, heb je het hele setje technologie nodig. "Maar zijn er groepjes die je los van elkaar zou kunnen implementeren? Of dingen die je eerst moet regelen voordat je aan het andere begint?", vroegen we vervolgens. Na een verhitte discussie, concludeerde de groep: "Laten we eerst ons netwerk verbeteren en pas daarna beginnen met structureel gebruik van adaptieve materialen en daarbij passende type devices. Zodat de leerlingen goed kunnen werken met de materialen, en de kans minimaal is dat technische problemen ons leerproces frustreren."



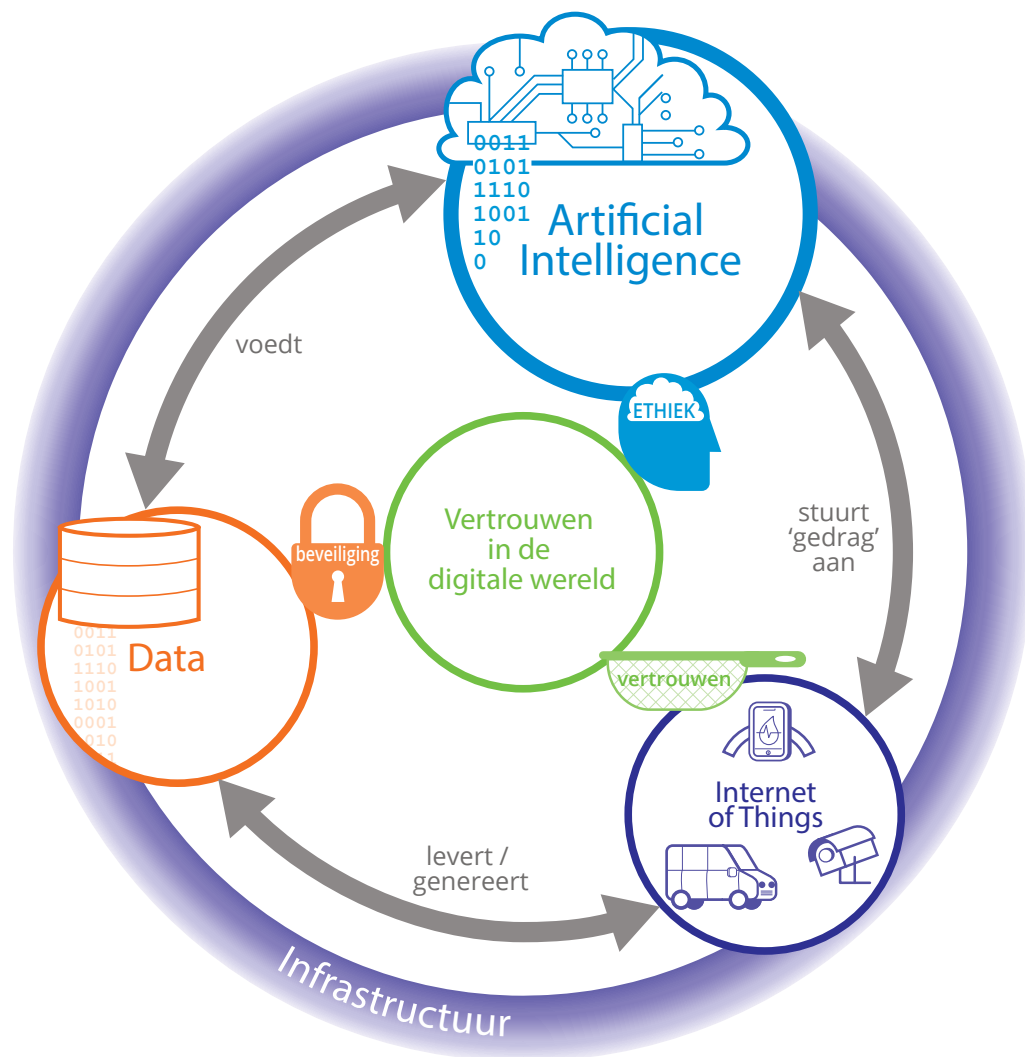


Hoofdstuk 1

De belangrijkste technologische trends



1.1 Het universum van trends in een notendop

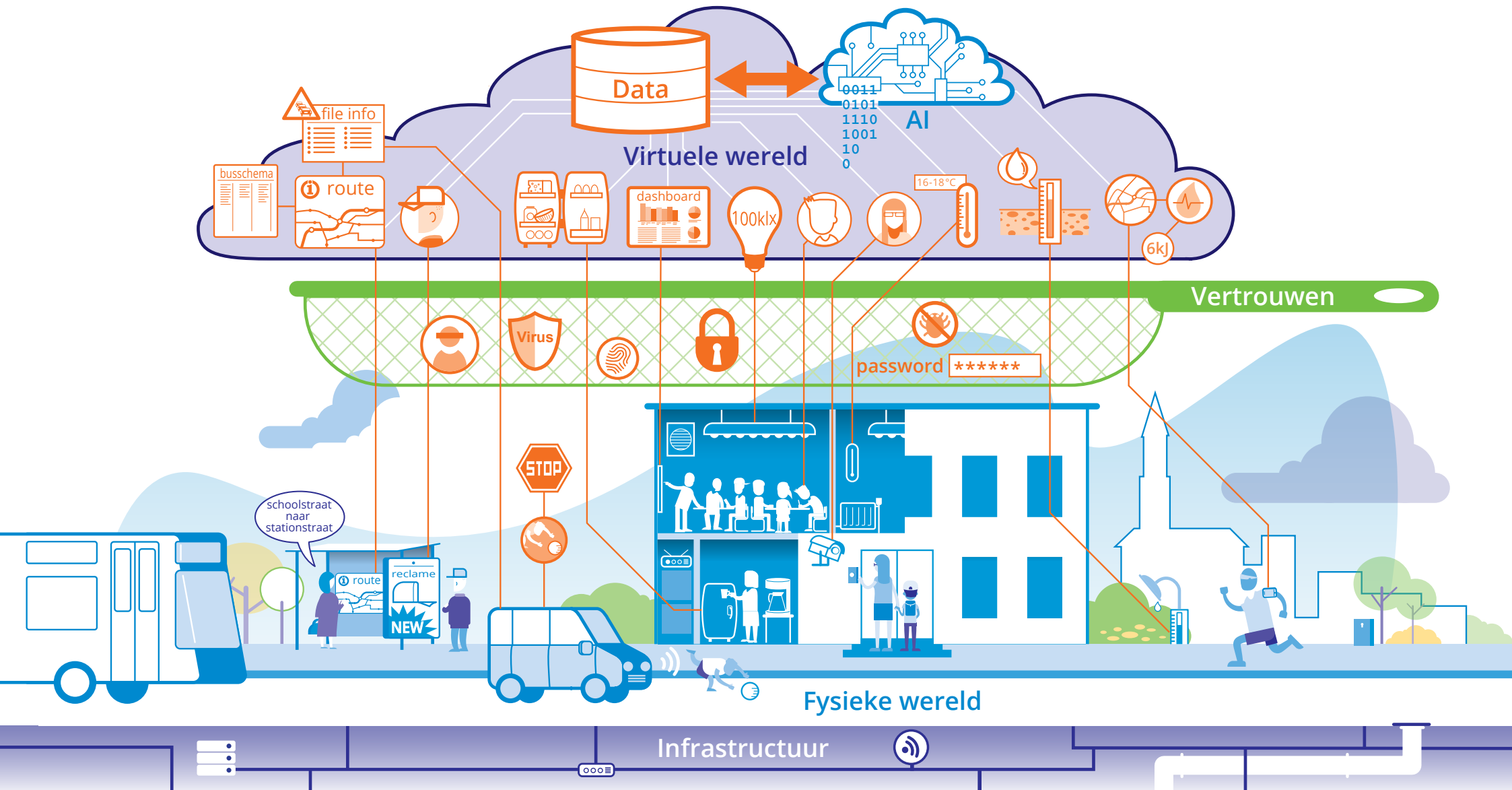


Jonge mensen voorbereiden op een zinvol bestaan en een succesvolle carrière. Het liefst door ze zoveel mogelijk persoonlijke aandacht te schenken. Er zijn verschillende manieren om deze belangrijke taak vorm te geven. Uit onze analyse blijkt dat artificial intelligence (AI) de meest kansrijke technologie is om deze onderwijsambities waar te maken. Persoonlijke begeleiding en individuele aandacht zijn mogelijk zonder technologie, maar zeer kostbaar en tijdrovend. Door inzet van AI kan een onderwijsprofessional de tijd die hij aan een leerling besteedt, effectiever inzetten.

De verwachtingen van AI zijn dan ook hoog. Scholen komen op dit moment al in aanraking met de eerste toepassingen, bijvoorbeeld in adaptieve leermiddelen en toetsen. We verwachten dat het aanleren van denkvaardigheden in de toekomst nog intensiever met AI kan worden ondersteund. Denk aan de mogelijkheid om met AI op leerrouteniveau advies te kunnen geven per leerling. We kiezen dan ook voor AI als dominant onderwerp voor dit technologiekompas.

Natuurlijk hebben we niet alleen gekeken naar AI. In dit hoofdstuk bespreken we ook kort andere belangrijke trends zoals het Internet of Things (IoT), big data, ict-infrastructuur en de toegenomen aandacht voor vertrouwen in de digitale wereld. Om verschillende redenen hebben we deze trends niet als dominant onderwerp gekozen. Zo is de impact van IoT vooral in de maatschappij voelbaar en minder in het onderwijs. En krijgt data pas waarde als AI- en IoT-toepassingen hieruit betekenis kunnen halen. In de volgende paragraaf bespreken we de samenhang tussen deze trends om ze vervolgens meer in detail toe te lichten.







1.2 Het universum van trends: de technologie

Uit onze analyse blijkt dat er een aantal dominante trends en ontwikkelingen is, die nauw met elkaar samenhangen.

Zeer dominant is **artificial intelligence** (AI of kunstmatige intelligentie). Deze wetenschap richt zich op algoritmes die machines intelligent gedrag laten vertonen. Geïnspireerd door de manier waarop mensen hun zenuwstelsel en lichaam gebruiken om te voelen, leren, redeneren en actie te ondernemen. Door de toename in rekencapaciteit en de beschikbaarheid van enorme hoeveelheden **data** maakt AI nu een snelle ontwikkeling door. Data vormt namelijk de basis voor het trainen van algoritmes die AI mogelijk maken. Door deze grote en gevarieerde hoeveelheid gegevens te verwerken en te analyseren kan AI beter worden.

*Artificial intelligence is
de meest kansrijke technologie*

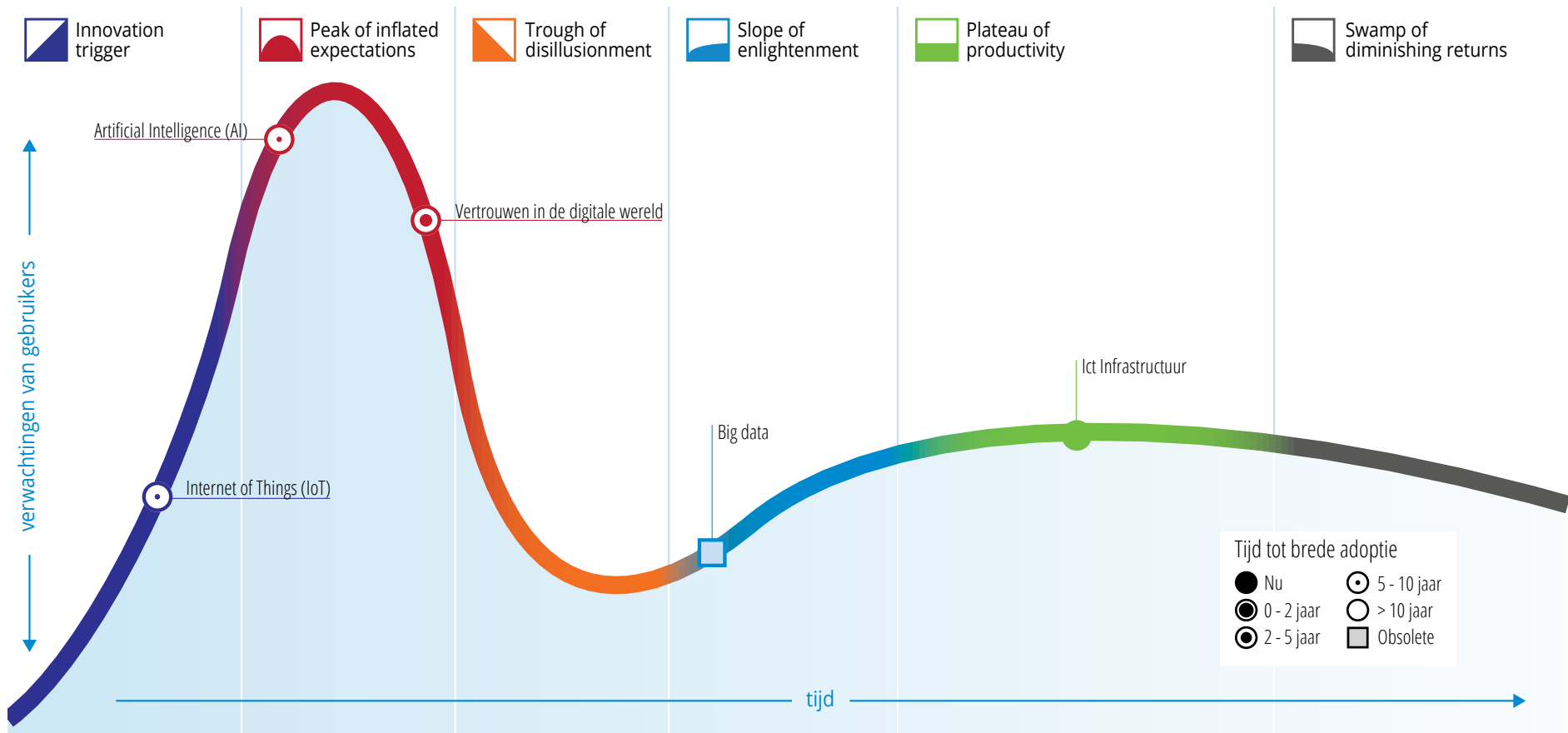
Data wordt onder andere verzameld in onze omgeving en op ons lijf: een ontwikkeling die het **internet of things** (ook wel: IoT) wordt genoemd. Dit zijn apparaten met sensoren en actuatoren (iets dat kan bewegen of aan kan worden gezet zoals een motor, klep of een programma) die verbonden zijn met een netwerk. Gegevens die sensoren registreren worden geanalyseerd, met algoritmes worden beslissingen genomen en via het aansturen van actuatoren kunnen er fysieke acties worden uitgevoerd. Het zijn apparaten die primair autonoom functioneren zonder tussenkomst van mensen.

In de publieke ruimte zijn dit soort sensoren ook steeds vaker aanwezig. Denk aan *smart cities* met *smart buildings*. Daarmee lijkt IoT als term op zichzelf te smal te worden. In feite ontstaat een omgeving waarin computers altijd aanwezig zijn, observeren, analyseren en mogelijk zelfstandig ingrijpen. Dit wordt vaak aangeduid als *ambient computing*.

Er wordt dus steeds meer data verzameld en geanalyseerd over ons. Dit leidt tot een hernieuwde aandacht voor **vertrouwen in de digitale wereld**. We begeven ons steeds meer in een wereld vol algoritmen en AI-toepassingen. Hoe kunnen we erop vertrouwen dat platforms als Facebook en Google netjes omgaan met de informatie die over ons wordt opgeslagen, gebruikt of gedeeld? En hoe weet je dat partijen zijn wie ze zeggen op het internet? Ontwikkelingen die hierbij horen zijn de groeiende aandacht voor privacy en security, de hype rondom blockchain en de discussies over platformisering van de samenleving.

Een onderwijsspecifieke ontwikkeling is de aandacht voor een professionele **ict-infrastructuur** die ervoor zorgt dat ook vernieuwende technologie probleemloos gebruikt kan worden in de schoolomgeving. Allang geen nieuwe trend meer, maar wel een belangrijke ontwikkeling in het Nederlandse onderwijs. Besturen realiseren zich dat een professioneel ingerichte ict-infrastructuur een belangrijke randvoorwaarde is om de volgende stap met technologie in het onderwijs te kunnen zetten.





Deze ontwikkelingen bevinden zich allemaal in een ander stadium van ontwikkeling en volwassenheid, zoals duidelijk wordt als we ze op de Hype Cycle plaatsen.

In de volgende paragrafen gaan we in meer detail in op AI en de andere trends op de Hype Cycle. Big data bespreken we alleen in de context van AI- en IoT-toepassingen omdat die betekenis en daarmee waarde uit data kunnen halen.



1.2.1 Artificial intelligence

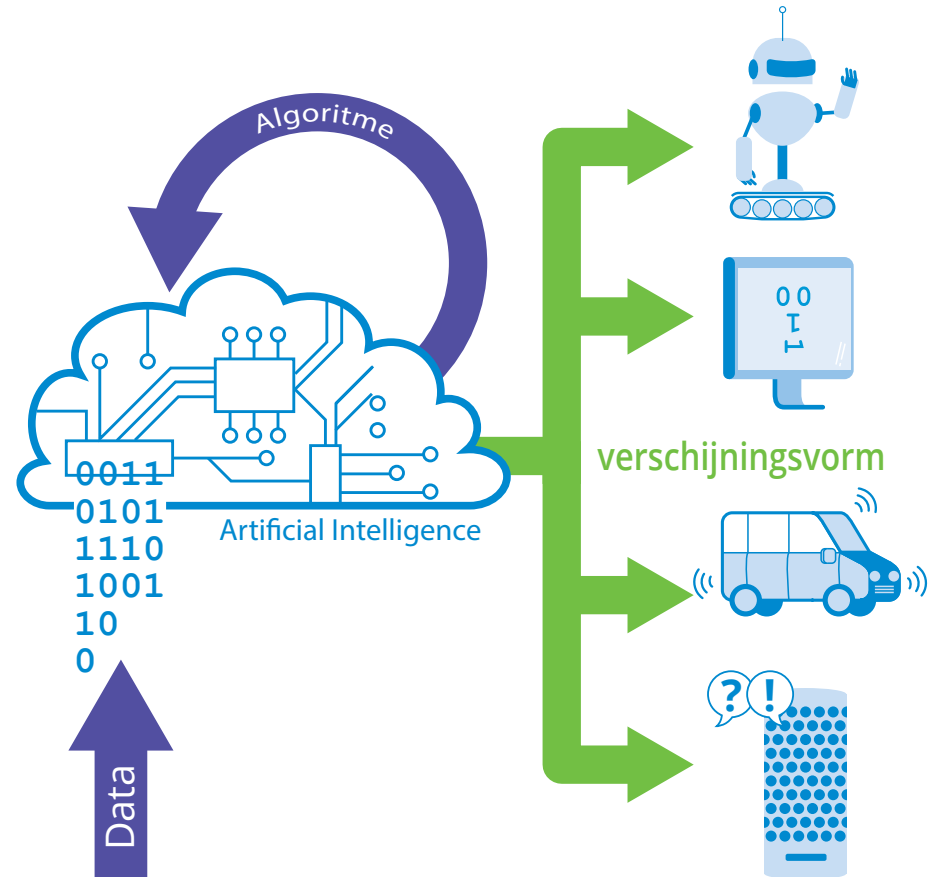
Artificial intelligence is het vermogen van computers om taken uit te voeren waarvoor mensen hun intelligentie inzetten. Denk daarbij aan waarnemen, herkennen, interacteren met de omgeving, analyseren, redeneren, problemen oplossen en voorspellen. Je vindt AI bijvoorbeeld in voice assistants op een smartphone, zelfrijdende auto's of in robots die in grote magazijnen orders verzamelen. Maar ook in programma's die zonder tussenkomst van een mens een feitelijke verantwoording kunnen schrijven over de jaarcijfers of diagnoses kunnen doen van medische aandoeningen. Allerlei verschillende uitingsvormen dus, maar in de basis gebruiken ze allemaal AI.

Geïnspireerd door het menselijk brein maar niet hetzelfde

Artificial intelligence hoeft niet de werking van het brein na te bootsen om effectief te zijn. Net zoals een vliegtuig kan vliegen zonder dat het zijn vleugels hoeft te bewegen als een vogel. Door de snelle ontwikkeling van chiptechnologie kan AI vele malen meer gegevens opslaan, verwerken

Artificial intelligence hoeft niet de werking van het brein na te bootsen

en analyseren dan een menselijk brein. Met brute rekenkracht kunnen echter nog lang niet alle menselijke capaciteiten worden benaderd. Een AI-systeem dat het complete menszijn kan nabootsen, de zogenaamde general artificial intelligence, staat nog heel ver van ons vandaan. Taakspecifieke artificial intelligence echter niet meer. Je vindt het al in



allerlei producten. Wel moet dergelijke AI-technologie geschikt worden gemaakt voor een bepaalde markt of bepaald werkveld. Er wordt bijvoorbeeld veel verwacht van AI in het onderwijs, maar vooralsnog zien we dat nog maar in beperkte mate terug in concrete onderwijsproducten.



Robots – vooral voor fysieke arbeid en specifieke taken

Regelmatig zie je indrukwekkende filmpjes van robots die moeiteloos over allerlei obstakels navigeren of allerlei vragen beantwoorden. Daardoor zijn er hooggespannen verwachtingen. Betekent dit dat robots, bestuurd door AI, binnenkort allerlei werkzaamheden kunnen overnemen? Nee. Robots lijken slim, maar zijn dat niet. Een lopende robot functioneert alleen in een gecontroleerde omgeving. Als je een dergelijke robot buiten op de stoep zou zetten, kan hij absoluut niet functioneren en een gevaar voor ons mensen vormen.

Onlangs stelden Britse parlementariërs een pratende robot vragen. Door de uitgebreide antwoorden zou je kunnen denken dat de robot de vragen snapte en op een willekeurige vraag antwoord kan geven. In werkelijkheid waren de antwoorden voorgeprogrammeerd. Zowel voor fysieke als cognitieve interactie met onze complete, complexe werkelijkheid zijn robots momenteel dus nog niet geschikt.

Samenwerking tussen mensen en robots

Robots die volledig kunnen handelen als een mens liggen nog mijlenver van ons vandaan. Wel kunnen ze specifieke taken uitvoeren en daarmee mensen aanvullen. Zo rijden robots in magazijnen van grote online warenhuizen rekken naar de menselijke orderpicker toe. De magazijnrekken kunnen dan dicht op elkaar staan omdat er geen ruimte nodig is voor mensen. De orderpicker pakt de bestelde spullen vervolgens met de hand uit een rek, want robots zijn niet zo goed in het

vastpakken van allerlei soorten objecten met verschillende vormen of gewicht. Wat voor mensen heel intuïtief is, kan voor robots erg ingewikkeld zijn.

Robots worden ook ingezet bij operaties, waardoor het menselijke werk in de operatiekamer verandert van aard. De chirurg snijdt niet meer zelf, maar stuurt vanachter een scherm de robot aan. Incisies worden zo kleiner en preciezer, met minder littekenweefsel als gevolg. Bovendien wordt de communicatie tussen de chirurg en zijn assistenten veel belangrijker, omdat ze fysiek verder van elkaar verwijderd zijn. Maar na de operatie staat er geen robot aan het bed om te vertellen hoe de operatie ging. Want hoewel robots heel goed de illusie kunnen wekken dat ze ons begrijpen en empathie kunnen simuleren, is dat nog steeds het werk van een mens met inlevingsvermogen.

Vooralsnog waar fysiek werk zwaar is, of heel precies moet worden uitgevoerd, vullen robots het werk van mensen aan. Daarom is het van belang dat onder andere in het beroepsonderwijs nadrukkelijk aandacht wordt besteed aan robotica. Want robots zullen in toenemende mate invloed hebben op ons werk en leven. Maar niet voor die taken waar onze menselijke vermogens en krachten een belangrijke rol spelen. Als studieobject in het funderend onderwijs zijn robots interessant en ze zullen zeker een rol spelen in toekomstige beroepen van leerlingen. Maar een robot voor de klas is voorlopig nog toekomstmuziek.



Hoe werkt AI?

Artificial intelligence bestaat in de kern uit twee bestanddelen: een zelflerend algoritme en data. Een algoritme is een reeks van instructies die leidt tot een bepaald resultaat. In computers nemen die de vorm aan van een computerprogramma. Een algoritme dat je dagelijks tegenkomt en gebruikt, is bijvoorbeeld een *recommender system*. Streaming video-diensten doen op basis van jouw kijkgedrag aanbevelingen over andere video's die jij mogelijk interessant vindt. Om die aanbevelingen te kunnen doen, is data nodig. Jouw eigen kijkgedrag en dat van anderen in dit geval. Data is de grondstof die AI laat werken. Door meer data te analyseren kan het algoritme betere aanbevelingen doen.

Een belangrijk verschil tussen programma's die AI gebruiken en andere programma's is het lerend vermogen. Denk aan een schaakprogramma. Je kunt deze programmeren met alle mogelijke strategieën, beslissingen en regels vooraf helemaal uitgedacht. Het eindproduct blijft dan qua mogelijkheden beperkt tot wat programmeurs hebben verteld over effectieve strategieën. Bij een AI-schaakprogramma bedenk je niet alle stappen van tevoren, maar maak je een algoritme dat in staat is om te leren van data. Je voedt het met miljoenen schaakpartijen die mensen hebben gespeeld. Het algoritme analyseert alles en haalt daar zelf strategieën, regels en beslissingen uit. Voor mensen is het onmogelijk om zoveel gegevens te analyseren, maar een AI-programma kan dat wel. Nadat het algoritme getraind is, kan het in de vorm van een computerprogramma schaken tegen mensen.

Programma's die getraind zijn met AI leren niet per se constant. Het is als het ware een momentopname van alle opgedane kennis en ervaringen

tot dan toe. De werking ervan is zo goed of slecht als de kwaliteit van het algoritme dat door mensen is bedacht en de data waarmee het is getraind. Het algoritme neemt beslissingen op basis van wat het heeft geleerd voordat jij het uiteindelijk als programma gebruikt. Uiteraard verzamelt het programma ook weer nieuwe gegevens doordat je er gebruik van maakt. Om de AI nog beter te maken, moeten deze gegevens eerst weer verwerkt worden en kan er een nieuwe momentopname worden gemaakt. Je kunt zo'n nieuwe momentopname vergelijken met een software-update.

Vooroordelen in AI

Net als mensen hebben AI-systemen soms ook vooroordelen, hoewel vaak onbedoeld. Zo kan de ontwikkelaar ze bewust of onbewust in het algoritme programmeren. Ook kan de dataset waarop het algoritme wordt getraind onvolledig, vervuild of incorrect zijn. Wanneer AI-systemen steeds meer taken voor ons gaan uitvoeren, moeten we waken voor deze vooroordelen. Verderop in dit rapport, met name in paragraaf 3.3.2, gaan we verder in op deze *bias* en wat dat in de onderwijscontext kan betekenen.

Vormen van AI

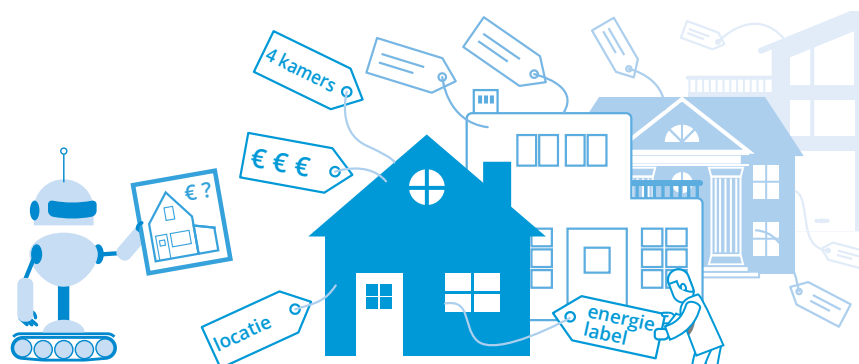
Er is niet één specifieke vorm van AI. De verschillende vormen van AI gebruiken diverse benaderingen, ieder met zijn eigen kracht en mogelijkheden. AI-producten en -diensten gebruiken één of meerdere vormen van AI. We bespreken hier de vier meest gebruikte vormen.

Supervised machine learning

Bij deze vorm is van tevoren bekend wat de juiste uitkomst is en leer je het algoritme wat de relaties zijn tussen gegevens. De gebruikte gegevens zijn allemaal door mensen gelabeld. Zoals je in een spreadsheet bijvoorbeeld

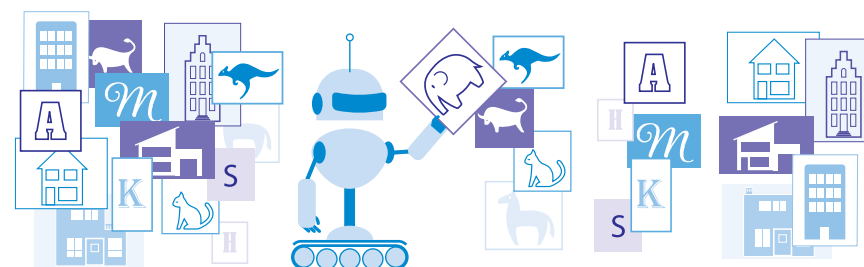


boven elke kolom aangeeft wat daarin staat. Het algoritme hoeft niet zelf uit te zoeken wat de gegevens betekenen en welke bij elkaar horen. Door het algoritme steeds meer gegevens te voeden, worden de resultaten steeds nauwkeuriger. Denk aan het bepalen van de verkoopprijs van een huis. Door een algoritme veel historische gegevens te geven van verkochte huizen met uiteindelijke verkoopprijs, perceeloppervlakte, locatie en andere kenmerken leert het de relaties daartussen steeds beter kennen. En daardoor nauwkeuriger een verkoopprijs bepalen.



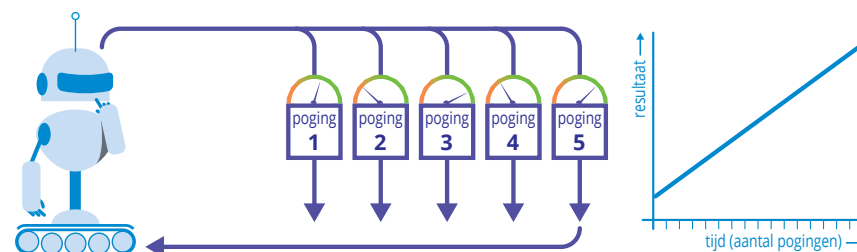
Unsupervised machine learning

Bij deze vorm programmeer je niet wat de juiste uitkomst is en welke gegevens precies relevant zijn, maar vraag je een algoritme zelf gegevens te clusteren door patronen te vinden in een dataset. Dergelijke algoritmes kan je gebruiken als je niet zelf alle gegevens wil of kan classificeren, of omdat je juist nieuwe verbanden en clusters wil ontdekken. Een praktijkvoorbeeld is een videodienst die andere video's aanbeveelt waarvan de kans groot is dat jij ze ook interessant vindt. Hiervoor wil je niet van tevoren zelf allerlei categorieën bedenken, maar je wil dat het systeem deze bepaalt, blijft herkennen en actueel houdt.



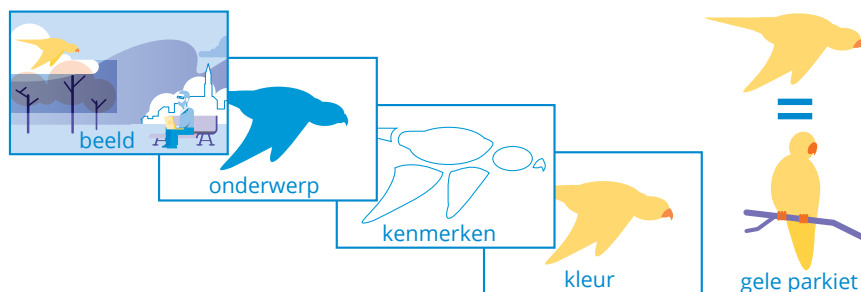
Reinforcement learning

Bij deze vorm leert het algoritme een taak uit te voeren door het krijgen van beloningen voor acties die een juiste uitkomst opleveren. Dit soort algoritmes kan je gebruiken als er weinig data beschikbaar is. Je kunt het vergelijken met het trainen van een hond: als hij iets goed doet, geef je een beloning en anders niet. Zo leert het algoritme wat gewenste acties zijn die bijdragen om een bepaald doel te bereiken. Dit soort algoritmes worden ook bij zelfrijdende auto's gebruikt zodat ze, lerend van de bestuurder, steeds beter beslissingen kunnen nemen. Of bij robots om stappen te leren zetten en met vallen en opstaan te leren hoe groot de juiste stap moet zijn.



Deep learning

Deze vorm gebruik je bij zogenaamde ongestructureerde data, zoals afbeeldingen, video's of geluidsopnamen. In vergelijking met de andere vormen heeft deze nog veel meer data nodig, maar levert dan mogelijk nog accuratere resultaten op. Deep learning algoritmes bestaan uit verschillende lagen. Elke laag leert steeds nieuwe en complexere eigenschappen van de gegevens. Zo kan je bijvoorbeeld een AI-systeem maken dat dieren herkent. Door heel veel voorbeelden van verschillende vogels te geven, leert het systeem kenmerken te herkennen. Een laag van het algoritme analyseert bijvoorbeeld de vorm van het object. Door het herkennen van vleugels en een snavel weet het dat het hier om een vogel gaat. Een andere laag analyseert de kleur van de vogel en herkent dat het om een gele vogel gaat. Een volgende laag zou op basis van de combinatie van deze kenmerken ook de specifieke soort vogel kunnen herkennen, bijvoorbeeld een gele parkiet. Als je het algoritme dan een nieuwe vogel laat zien, die niet in de trainingsset zat, kan het de vogel alsnog herkennen aan de hand van de kenmerken.



1.2.3 Internet of Things

Het Internet of Things (IoT) bestaat uit gebruiksvoorwerpen of andere objecten in onze dagelijkse omgeving die verbonden zijn met een netwerk zoals internet. Vaak zijn dit voorwerpen waarvan we het niet zo snel verwachten. IoT-apparaten bevatten sensoren die hun omgeving observeren en de geregistreerde data met AI-algoritmes analyseren. Naar aanleiding van de analyse kunnen IoT-apparaten vervolgens zelfstandig handelen in de fysieke wereld.

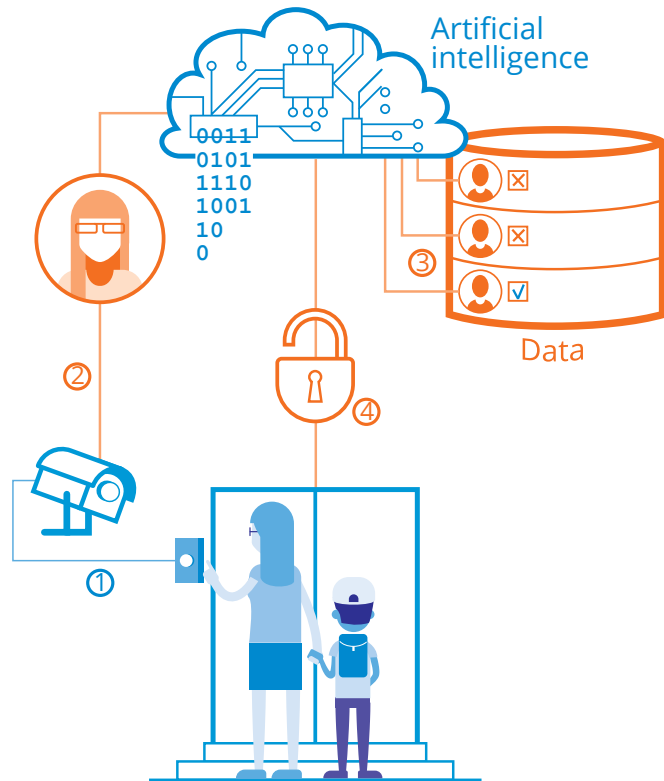
Apparaten verzamelen, analyseren en grijpen in

In onze leefomgeving kan bijvoorbeeld een camera bij het waarnemen van een bedreigende situatie bewaking waarschuwen, direct een alarm laten klinken of een deur preventief afsluiten. Een smartwatch kan zijn drager direct waarschuwen voor een ongewoon hoge of lage hartslag, of na een val direct hulpdiensten waarschuwen. Op de wat langere termijn worden onze leefgewoonten geanalyseerd en krijgen we advies over gezond bewegen en voldoende rusten lettend op dag- en weekpatronen.

Verwerking van data, lokaal en in de cloud

IoT-apparaten verzamelen voortdurend data over hun omgeving en versturen dat naar online cloudplatforms. Deze enorme rijkdom aan gegevens is mede verantwoordelijk voor de snelle verbetering van de algoritmes die AI gebruikt, zoals in de vorige paragraaf beschreven. De AI-algoritmes die IoT-apparaten lokaal toepassen en die cloudplatforms gebruiken om passende acties te bepalen op actuele data, worden vooraf getraind met eerder verzamelde data. Deze kunstmatig intelligente processen worden in iteraties verbeterd met data, maar niet op het moment van datacollectie. Dan ligt de prioriteit bij het bepalen van de





juiste interventie en de noodzaak die zo snel mogelijk te kunnen uitvoeren. Zelfrijdende of rij-ondersteunende auto's zullen daarom zelfstandig de data-analyse doen als onmiddellijk handelen vereist is, bijvoorbeeld remmen of uitwijken voor een obstakel op de weg. Het lokaal analyseren van data en daarop handelen, wordt ook wel *edge computing* genoemd. Hierbij refereert *edge* aan de rand van de cloud. Handelingen die niet om ingrijpen in milliseconden vragen, kunnen weer eerder met een centraal cloudplatform worden afgestemd. Denk aan het bepalen van de beste route, op basis van alle relevante informatie zoals actuele verkeersdrukte.

Naadloos geïntegreerde computeromgeving

Nu ook dagelijkse gebruiksvoorwerpen zoals verlichting, de deurbel, de koelkast en wasmachines verbonden worden, vormt zich een zeer uiteenlopende verzameling apparaten die zonder tussenkomst van mensen kunnen functioneren. We herkennen ze daardoor vaak niet als 'computer'. Steeds nauwer samenwerkend, creëren ze een extra laag om de fysieke wereld die ook wel *ambient computing* wordt genoemd. Waar IoT draait om de apparaten, refereert *ambient computing* meer aan de ervaring met alomtegenwoordige, naadloos geïntegreerde computerondersteuning in het dagelijks leven en werken.

Veiligheid is niet vanzelfsprekend

Intussen zal bij sommige lezers misschien een alarmbel zijn gaan rinkelen over de verschillende kwetsbaarheden in het functioneren van IoT-apparaten. Want wat als valse data wordt gevoerd aan algoritmen? Als sensoren worden gemanipuleerd? Of als de communicatie tussen een IoT-apparaat en zijn cloudopdrachtgever wordt onderschept en vervalst? Dan leidt dat in veel gevallen tot ongewenste en soms levensgevaarlijke situaties.

De fundamentele voorwaarden voor veilige *ambient computing* zijn helaas nog niet in zicht. Integratie tussen leveranciers is er nog niet, afspraken over versleutelde, veilige communicatie krijgen nog weinig aandacht. Dit hoort bij het prille stadium waarin IoT zich bevindt op de Hype Cycle. Maar het zegt ook iets over de bredere, praktische toepasbaarheid: die is voorlopig laag.



Mogelijkheden voor onderwijs liggen verder in de toekomst

Alle voortekenen wijzen erop dat IoT-apparaten een *ambient computing*-wereld mogelijk zullen maken. Toepassingen in specifieke situaties zijn veelbelovend zoals het analyseren van gezichtsuitdrukking en gedrag op beveiligingscamera's. *Smart buildings* om energieverbruik efficiënter te maken, zijn ook al een aantal jaar in opkomst. In de maatschappij zien we IoT-toepassingen steeds meer onderdeel worden van ons leven en werken. En daarmee heeft het dus ook invloed op het onderwijs. We stellen echter ook vast dat een productieve bijdrage aan belangrijke onderwijsambities zoals maatwerk op dit moment niet aan de orde is.

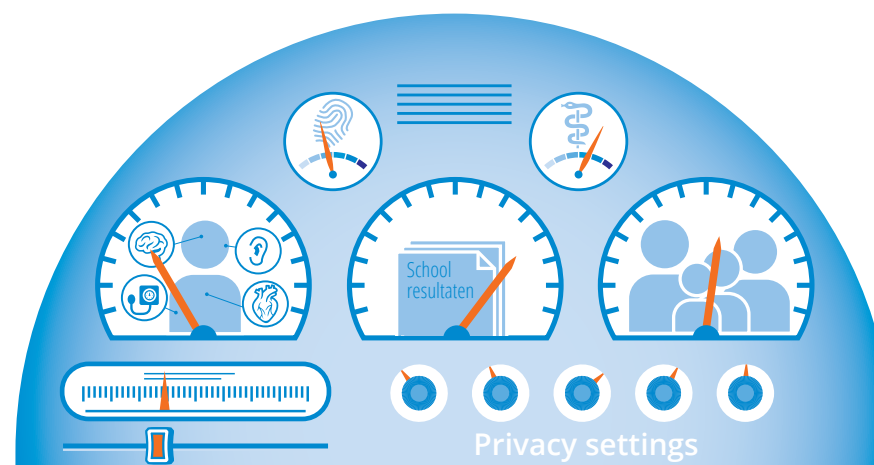
1.2.4 Vertrouwen creëren in een digitale wereld

Phishing, hacking en andere vormen van digitaal bedrog worden steeds vaker succesvol gebruikt om mensen geld en gegevens afhandig te maken of andere acties met slechte intenties uit te voeren. Daarom is het belangrijk dat we moeite blijven doen om te zorgen dat anderen niet met ons eigendom aan de haal gaan. Ook in de digitale wereld zijn maatregelen noodzakelijk om technologie veilig inzetbaar te maken.

Technologie kan vertrouwenskwesaties echter nooit helemaal oplossen. Denk aan een slot op je voordeur. Heel vroeger konden mensen zich niet voorstellen dat het nodig was je huis af te sluiten. Nu doen we dat allemaal. Als je dat niet doet ben je onvoorzichtig of naïef. De technologie, een slot, voorkomt echter nooit helemaal dat dieven binnen kunnen komen. Er komen steeds geavanceerdere sloten en alarmsystemen en er zijn zelfs al *smart locks* op de markt die bijvoorbeeld wel de postbezorger binnen laten op een bepaald tijdstip en met de juiste identificatie, maar de rest van de dag op slot zitten. Toch vinden er nog steeds inbraken plaats.

Vertrouwen blijft een menselijk proces

Kortom: technologie kan ons helpen om vertrouwen te creëren, bijvoorbeeld door informatie beschikbaar te stellen waardoor we beter kunnen beoordelen of ons vertrouwen terecht is. Maar technologie kan vertrouwen nooit helemaal overnemen, het blijft een proces tussen mensen. Waar de grenzen liggen van wat technologie wel en niet voor ons kan betekenen, levert een hernieuwde dialoog op over ethische vraagstukken. Wat vinden we als mensheid aanvaardbaar, rechtvaardig en comfortabel? Ethische vraagstukken die ook relevant zijn in de onderwijscontext. Een aantal hiervan stippen we in dit rapport aan, met name in paragrafen 2.3 en 3.3. Denk aan hoe loopbaanadviezen tot stand komen wanneer AI steeds meer wordt ingezet in de analyse van leerroutes: neemt AI de uiteindelijke beslissing of doet een mens dat? En het nut en de noodzaak van het verzamelen van IoT-gegevens in ruimtes waar leerlingen zich bevinden: hebben we wel echt al die gegevens nodig voor het bijsturen van het leerproces?



Verschillen tussen de fysieke en digitale wereld

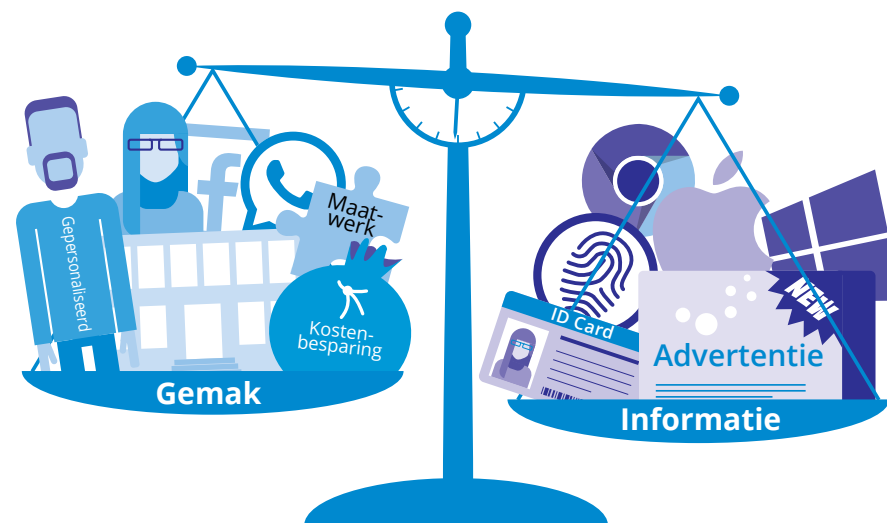
Toen het internet nog niet bestond, gingen we af op persoonlijke interactie, ervaring en reputatie om te bepalen of we een persoon of organisatie konden vertrouwen. In de digitale wereld kunnen we ons minder baseren op die fysieke persoonlijke interactie. Daarom moeten we zoeken naar andere constructies om te kunnen bepalen of we zaken doen met echte mensen, of ze zijn wie ze zeggen te zijn, en of zij goede intenties hebben. Mensen baseren vertrouwen op een inschatting van competenties, betrouwbaarheid en goede bedoelingen. Bijvoorbeeld door ervaringen van anderen met wie zij zich identificeren, of door berichten over de betreffende persoon of organisatie in de media.

AI-technologie vereist een nieuwe dialoog over ethiek

Een groeiend aantal interacties in de digitale wereld vindt plaats via kunstmatig intelligente analyses over beschikbare data. De competentie en betrouwbaarheid van dat soort algoritmen is objectief te beoordelen: komt er in vergelijkbare situaties de juiste uitkomst uit de analyse? De intentie van een algoritme beoordelen is echter lastiger: biedt een webshop jou de hardcover editie aan omdat deze duurder is, of omdat je vorige drie aankopen ook hardcovers waren? Met de groeiende impact van analyses, adviezen en beslissingen van algoritmes intensiveert de discussie over het borgen van vertrouwen in de algoritmisch gestuurde digitale wereld. Hoe organiseren we dat vertrouwen, en kan technologie daar een rol bij spelen?

Platforms organiseren vertrouwen

Eén manier waarop vertrouwen wordt georganiseerd met technologie, is



door *peer review*-platforms die draaien op ervaringen en beoordelingen die niet worden geredigeerd. Op die manier doen we in de digitale wereld vol vertrouwen zaken met mensen die we helemaal niet kennen. We huren huizen of boeken een taxirit via platforms die voor ons het proces van iemand vertrouwen faciliteren. Heeft de chauffeur 5 sterren? Dan heeft hij die gekregen door beoordelingen van echte klanten. Mensen zoals jij en ik. Is er iets structureel niet in orde in een vakantie-appartement? Dan is dat zichtbaar op het platform, de verhuurder kan dit niet zomaar verwijderen. Dat schept vertrouwen en maakt dat mensen bereid zijn om informatie te verstrekken en diensten af te nemen.

Privacy- en securitymaatregelen evolueren

Er zijn ook andere manieren om vertrouwen te organiseren. Privacy- en securitymaatregelen worden al langer toegepast en worden steeds ge-



avanceerder. Denk aan pseudonimisering waarmee je gegevens loskoppelt van personen, zodat je bijvoorbeeld leerlingdata in adaptief leer materiaal beschikbaar kunt maken voor AI-toepassingen die daardoor kunnen verbeteren. Of geavanceerde encryptie om de gegevens die een school nodig heeft te beveiligen tegen diefstal of manipulatie. In paragraaf 2.3.2 beschrijven we ook privacy by design, waarbij onderwijssystemen vanaf het begin worden ontworpen om de privacy van leerlingen en

leraren te waarborgen. Veilige toegang tot systemen wordt geboden met tweetrapsidentificatie waarbij op nieuwe locaties de inloggende gebruiker bijvoorbeeld wordt gevraagd om een extra code, die naar het mobiele nummer van de geregistreerde gebruiker wordt gestuurd. Zo kan je een leerlingadministratie adequaat beveiligen en toch laagdrempelig toegankelijk houden voor leraren en leerlingen.

Blockchain in het onderwijs

Het snel digitaliserende onderwijs stelt ons voor nieuwe uitdagingen om digitale componenten vertrouwd te laten samenwerken, vooral bij de omgang met gegevens en de devices waarop ze verzameld en gebruikt worden. Een logische vraag is dan of nieuwe, veelbelovende technologie als blockchain ook in onderwijssituaties helpt om veilige, vertrouwde samenwerking in te richten. Sleuteleigenschappen van de blockchain maken effectieve toepassing van de technologie niet zo voor de hand liggend als op het eerste gezicht zou lijken. Denk aan permanente opslag van (transactie)gegevens. Een uitgangspunt is dat het verwijderen of aanpassen van eenmaal vastgelegde gegevens onmogelijk is. Blockchain is namelijk ontworpen om waardetransacties onherroepelijk vast te leggen. In het onderwijs is dit juist niet altijd de bedoeling, omdat gegevens soms gewijzigd moeten worden. Bijvoorbeeld bij het aanpassen van een incorrect berekend cijfer of het intrekken van een diploma bij fraude. Daarnaast staat permanente opslag op gespannen voet met het

recht om vergeten te worden. Een ander belangrijk probleem dat blockchain wil oplossen, is het ontbreken van een vertrouwde derde partij die toeziet op betrouwbare vastlegging van gegevens. In het onderwijs is zo'n derde partij echter prima beschikbaar in de vorm van schoolbesturen of partijen als OCW, DUO, Sectorraden, SURF en Kennisnet. Of het gaat om een vertrouwensprobleem dat niet met blockchain kan worden opgelost, omdat dit optreedt in een proces dat voorafgaat aan de vastlegging ervan in de blockchain. Zoals bij het onterecht toekennen van een diploma. Dit maakt blockchain onnodig complex of belastend in verreweg de meeste onderwijssituaties.

Meer weten over blockchaintechnologie?

Lees onze publicatie "Een verkenning van blockchaintechnologie voor het onderwijs" via kn.nu/technologiekompas. In deze publicatie staat ook een checklist waarmee je zelf kunt beoordelen of een use case profiteert van blockchaintechnologie.



Blockchain als mechanisme voor vertrouwen en transparantie

Een ware hype rondom vertrouwen is blockchain. Deze technologie is de basis onder Bitcoin-transacties en maakt het vertrouwen in een derde partij overbodig. Dit komt doordat alle deelnemers in het blockchain-netwerk altijd een exacte kopie hebben van het register waarin alle transacties zijn opgeslagen. Alle deelnemers bepalen gezamenlijk of een transactie van Bitcoin daadwerkelijk heeft plaatsgevonden voordat deze

Buiten de financiële sector weinig concrete blockchaintoepassingen

wordt vastgelegd in dat register. Alles wat ooit is vastgelegd kan nooit meer worden gewijzigd en is publiek inzichtelijk. Daarmee is de blockchain volledig transparant. Die transparantie leidt volgens experts tot vertrouwen en is een uitkomst wanneer de deelnemers een derde partij juist niet vertrouwen, zoals in het geval van de bedenkers van Bitcoin, het bankstelsel. Er wordt veel verwacht van deze technologie, maar we zien nog weinig concrete toepassingen buiten het Bitcoin-netwerk.

1.2.5 Ict-fundament voor AI in het onderwijs

Ict-infrastructuur is geen trend meer en daarom niet uitgebreid opgenomen in dit rapport. Wel schetsen we beknopt wat het betekent om een veilige, betrouwbare en toekomstvaste ict-infrastructuur in te richten. Dit vormt de vanzelfsprekende basis voor alle toepassing van ict in het onderwijs, ook voor AI. Zonder dat fundament kan ict niet

effectief en verantwoord in het primaire proces worden ingezet en kan je het toekomstperspectief dat we in dit rapport schetsen, onmogelijk waarmaken. Bovendien brengen nieuwe ontwikkelingen zoals IoT nieuwe eisen aan ict-infrastructuur met zich mee.

Meer weten over de inrichting van ict-infrastructuur?

Kijk op www.kennisnet.nl/ict-infrastructuur

Radicaal investeren in volwassen technologie

De organisatie van een moderne school, met haar complexe planning en roostering, eist professionele digitale ondersteuning en een betrouwbare ict-infrastructuur. En zodra de keuze is gemaakt om op structurele basis digitale leermiddelen in te zetten in het primaire proces moet de investering in ict-infrastructuur ook radicaal worden ingezet, zonder aarzeling of voorbehoud. Anders rendeert digitalisering niet. Denk aan investeringen in flexibel inzetbare, effectief beheerde mobiele devices voor leerlingen en leraren, en een betrouwbaar (draadloos) netwerk in scholen. En een internetverbinding met hoge beschikbaarheid en gegarandeerde capaciteit voor alle locaties binnen het bestuur.

Voer regie maar beschouw ict-infrastructuur als nutsvoorziening

Omdat ict-infrastructuur bestaat uit volwassen, uitontwikkelde technologieën kan een school zonder risico investeren. Dit betekent niet dat het realiseren van een betrouwbare ict-infrastructuur gemakkelijk is, maar wel dat betrouwbare producten en de juiste kennis en ervaring beschikbaar zijn. Als onderwijs beschouw je de infrastructuur liefst als nuts-





voorziening waarmee marktpartijen je ontzorgen. Terwijl je zelf de regie voert om goede aansluiting op het onderwijsproces te borgen. Om goed regie te kunnen voeren moet je dus investeren in expertise op tactisch en strategisch niveau. Operationele ict-taken horen niet thuis in het onderwijs.

Samenhangend applicatielandschap in de cloud

Effectieve ondersteuning van zowel de primaire als secundaire processen in je school vraagt om een goed geordend, geïntegreerd applicatielandschap. Administratiesystemen, leersystemen en



leermiddelen moeten elkaars informatie goed kunnen (her)gebruiken. Zonder handmatige gegevensoverdracht, dubbele opslag van gegevens en andere frustratie- en risicoverhogende, tijdverspillende bijwerkingen van slecht georganiseerde ict.

Een goede start is een 'cloud tenzij'-strategie voor generieke onderwijs-toepassingen. Uitzonderingen zijn enkel gerechtvaardigd als essentiële functionaliteit mist of privacy niet kan worden geborgd in een cloud-platform. Functionele compromissen zijn onontkoombaar om duur maatwerk en eigen voorzieningen zoveel mogelijk te vermijden.

Organiseer ict in dienst van het onderwijs

Als het fundament op orde is, beschik je over een stabiele basis om nieuwe toepassingen beheerst te kunnen introduceren en benutten. Met stevige regie op dat fundament en zorgvuldig gekozen toepassingen die

Zonder ict-fundament rendeert digitalisering niet

de onderwijsprocessen ondersteunen, breng je de organisatie van ict op orde. Als de organisatie van ict-inzet in het onderwijs – de informatie-managementfunctie – solide is ingericht, ontstaat ruimte om je volledig op de toepassing in het onderwijs te concentreren. De vrijkomende tijd en aandacht is nodig voor vakkundig advies aan en begeleiding van leraren bij de effectieve inzet van ict in hun dagelijkse onderwijsproces. Of voor het initiëren van vernieuwing en innovatie wanneer dat nodig of kansrijk is.





Hoofdstuk 2

Maatwerk op individueel niveau





2.1 Maatwerk op individueel niveau in een notendop

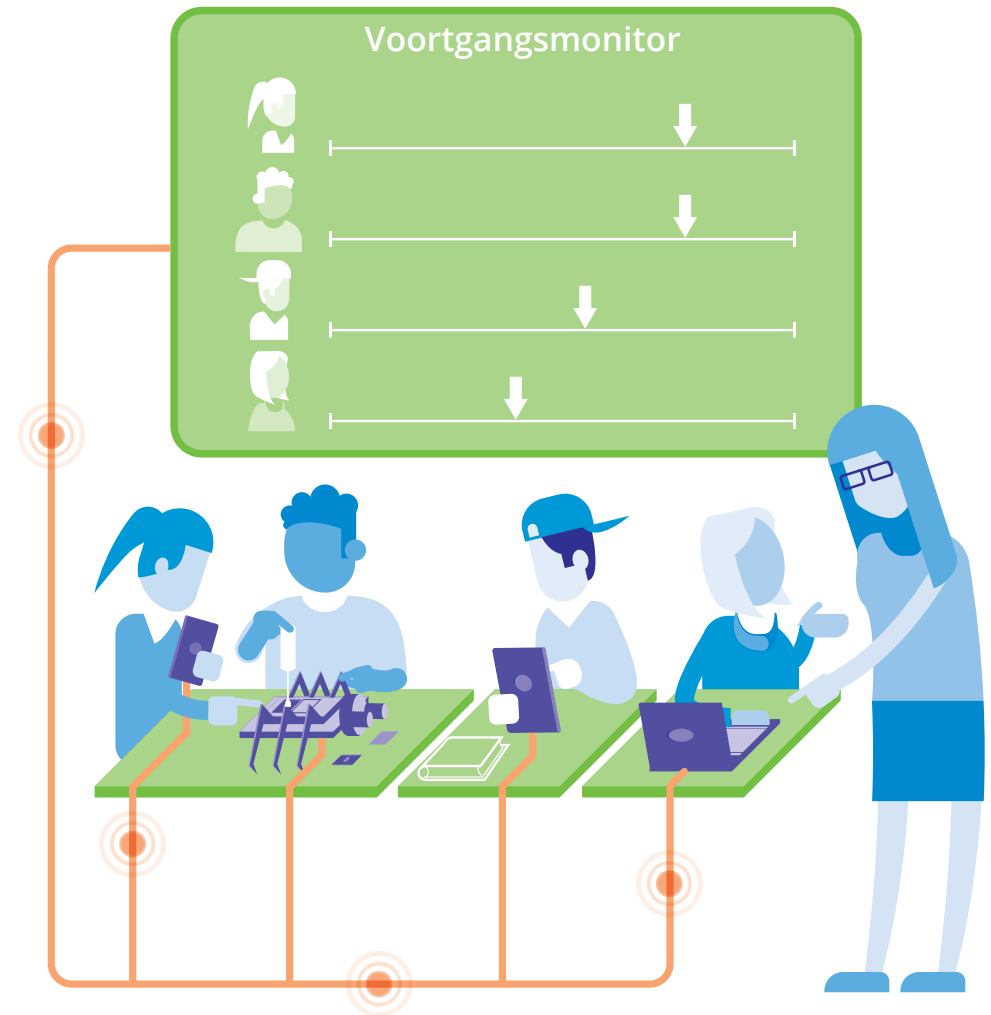
2.1.1 Transformatie van het leerproces met behulp van technologie

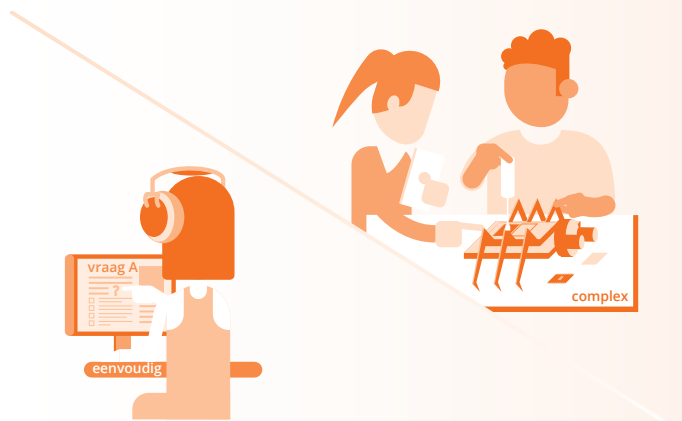
Aandacht voor specifieke behoeften van leerlingen is een langgekoesterde ambitie van het onderwijs. De meeste scholen hebben daartoe al een vorm van differentiatie ingericht. Door leerlingen in groepjes in te delen, kunnen leraren inspelen op diversiteit in behoeften, terwijl het geheel organiseerbaar en uitvoerbaar blijft. Een volgende stap is maatwerk op individueel niveau. Dit betekent niet dat een leerling in zijn eentje leert, of alleen maar doet waar zijn voorkeur naar uitgaat, maar dat hij juist aangeboden krijgt wat hij op dat moment nodig heeft om beter te leren. Denk aan persoonlijke instructie, oefening op eigen niveau en directe, betekenisvolle feedback. Belangrijke elementen van effectief onderwijs.

Maatwerk betekent niet dat de leerling alleen doet wat hij leuk vindt

Technologie voor maatwerk op individueel niveau

De inzet van technologie, zoals adaptief leermateriaal, is essentieel om individueel maatwerk mogelijk te maken. Het biedt een leerling de mogelijkheid om in eigen tempo en op eigen niveau te leren, waar en wanneer hij wil. De data uit de leeractiviteiten wordt verzameld, geanalyseerd en benut om het individuele leerproces te evalueren en bij te sturen. Door het overzichtelijk samenvoegen en tonen van deze data per leerling kunnen leraren gerichte instructie geven en aandacht besteden aan coaching, de vorming en het welzijn van leerlingen.





Eenvoudige versus complexe denkvaardigheden

In taxonomieën van beheersingsniveaus, zoals die van Bloom, vinden we een bruikbare ordening in denkvaardigheden: van eenvoudig naar complex. Met eenvoudige denkvaardigheden bedoelen we vaardigheden zoals onthouden, begrijpen en toepassen. Hierin heeft het onderwijs tientallen jaren ervaring opgebouwd met bewezen effectieve mechanismen. AI-technologie in de vorm van adaptief leer materiaal biedt de mogelijkheid die uitgekristalliseerde aanpak te automatiseren. Met complexe denkvaardigheden bedoelen we vaardigheden zoals analyseren, reflecteren, evalueren, en het toepassen van bestaande kennis en vaardigheden in nieuwe situaties. Het aanleren van deze vaardigheden is lastig met adaptieve technologie vorm te geven en het onderwijs is hiervoor nog een effectieve aanpak aan het ontdekken. Technologie speelt in deze context slechts een bescheiden rol.

Doordat het aanleren van eenvoudige denkvaardigheden door beginnende AI-technologie wordt overgenomen, kan de leraar meer aandacht geven aan complexe denkvaardigheden. Technologie ondersteunt de leraar, verbreedt zijn repertoire en neemt een deel van de traditionele taken van de leraar over. Daarmee biedt het kansen om de relatie tussen leerling en leraar te verdiepen.

Hoe helpt AI-technologie maatwerk op individueel niveau waar te maken?

Daarover gaat dit hoofdstuk. Nadat we eerst een beeld schetsen van hoe maatwerk op individueel niveau het leerproces binnen een school verandert en op basis daarvan al voorzichtig een aantal adviezen geven, gaan we vervolgens in detail in op maatwerktechnologie. We analyseren de belangrijkste technologieën die je als school kunt toepassen om individueel maatwerk in de nabije toekomst mogelijk te maken. We laten zien wat de impact ervan is op jouw school en geven adviezen over belangrijke randvoorwaarden, zoals het borgen van privacy en de inbedding van maatwerk in je schoolorganisatie.

Een verhaal over maatwerk: een jaar uit het dagboek van Meester Thijs



3 september

Een nieuw schooljaar en een nieuwe klas, leuk en spannend. Wie zijn de schatjes, wie zijn de stuiterballen en hoe zwaar wordt dit jaar? Bij de dagstart merk ik bij de vakantie verhalen al snel dat de verschillen weer groot zijn, sommige kinderen waren bij familie in Amerika, andere maakten dagtochtjes in Nederland.

24 september

Rekenen is niet het favoriete vak van Lenthe. Ik merk dat ze er moeite mee heeft en dat knaagt aan haar zelfvertrouwen. Ze oefent wel, maar haar tempo ligt wat lager en het programma dendert door. We beginnen vaak al aan een nieuw onderwerp voordat Lenthe het echt onder de knie heeft. Hoe krijg ik haar er weer bij? Linus is altijd supersnel klaar met rekenen en verveelt zich omdat hij niet verder kan. In het jaarplan staat natuurlijk wel dat de school leerlingen meer op maat wil bedienen... maar in de praktijk vind ik dat nog erg lastig. In de herfstvakantie ga ik hier een plannetje voor maken, ik wil eigenlijk per kind de oefentijd kunnen variëren.

27 oktober

Pffff mijn herfstplan om mijn kinderen meer in hun eigen tempo te laten werken past gewoon niet in onze weken. Gemiddeld is de klas wel bij en we liggen op schema maar niemand is natuurlijk gemiddeld. En ik zie te veel kids worstelen, grrrrrr... ik wil er iets mee. Maar hoe?!



3 november

Na de gymles vertelde ik mijn klas over het geschiedeniswerkstuk dat we gaan maken. Ik zag Lenthe direct opbloeien! Ze wist al gelijk een onderwerp: de gouden eeuw. Helaas heb ik weinig tijd om de klas te helpen bij hoe ze dat kunnen aanpakken. Eigenlijk moeten ze het vooral zelf uitzoeken. Ik weet dat Lenthe thuis hulp krijgt, maar ik vraag me af of het met Javi goed komt. Hij spreekt al goed Nederlands, maar zijn ouders nog niet. Ik ben bang dat ze hem niet kunnen helpen...

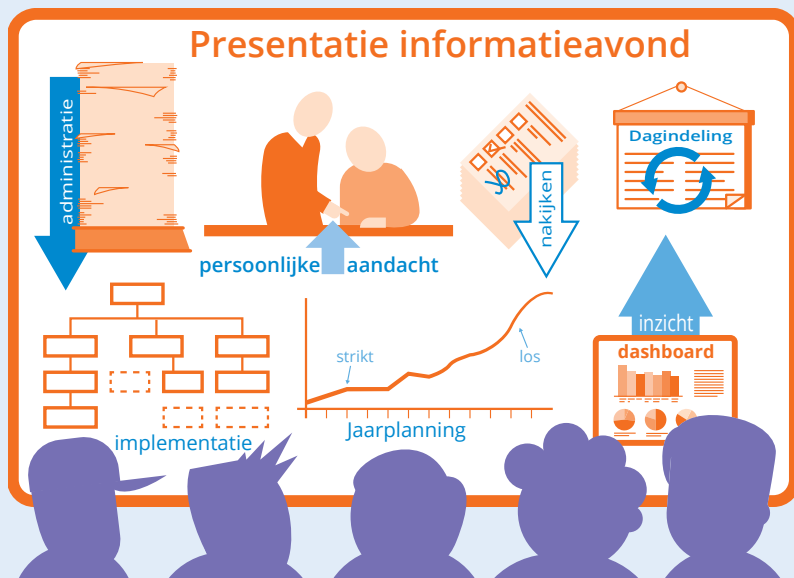
14 november

René, onze ict-coördinator vertelde laatst enthousiast over een nieuwe digitale methode waarmee kinderen in hun eigen tempo taal- en rekenoefeningen kunnen doen. Ik weet dat hij me wil helpen, maar het klinkt ingewikkeld. Ga ik de tijd krijgen om me daarin te verdiepen?

22 december

René heeft een hilarisch kerstfilmpje rondgemaild waarin hij uitlegt wat de plannen zijn met de nieuwe methode en hoe het werkt in de klas. Gaaf hoe je per kind kunt zien hoe snel ze werken en op welke onderdelen ze uitvallen! Volgens mij snap ik dat wel als hij ons elke week een middag begeleidt, hij heeft echt goed nagedacht over zijn aanpak. Ik ga proberen of ik hiermee de oefentijd per kind kan variëren.





27 februari

We gaan starten met de nieuwe methode, superspannend! Er was nogal wat kritiek van ouders nadat we het plan na de kerstvakantie hebben toegelicht, de informatieavond was hectisch. Maar 'mijn' ouders waren best positief en boden zelfs hun hulp aan.

16 maart

Ik merk dat ik minder hoeft na te kijken en daarmee tijd vrijspelt. Die tijd kan ik anders gebruiken. Veel collega's waren het met me eens toen ik voorstelde: "We zouden er veel meer uit kunnen halen als we minder aan de strakke jaarplannen vasthouden." Maar er was ook wel wat weerstand. "Aan het eind van groep 8 moeten we toch echt alles behandeld hebben", zei meester Don geïrriteerd. "Moeten we dan alles in één keer omgooien?" Dat lijkt me natuurlijk ook niet verstandig. Ik heb voorgesteld om als eerste stap twee uur in de week vrij te maken voor individuele activiteiten per leerling. We hebben afgesproken om daarmee te starten en te evalueren na de meivakantie.

2 mei

Meivakantie alweer, supergaaf die methode maar mens wat moet ik wennen! Ik zit opeens naar schermen te kijken in plaats van werkboekjes. Maar de kinderen vinden het leuk en werken lekker door allemaal. Volgens mij vul ik de twee uur tijd voor individuele activiteiten nuttig in, maar ik vind

het ook nog wel lastig om echt te durven vertrouwen op wat het dashboard van het leermiddel zegt. Komende woensdagmiddag wil ik dat graag in ons wekelijks teamoverleg bespreken, ik begreep dat Pascal hier ook vragen over heeft.

7 juli

Voor Lenthe is er nu meer tijd om te oefenen met rekenen. Alhoewel het nog steeds niet haar favoriete vak is, groeit haar zelfvertrouwen. Ze doet het op haar manier en op haar tempo. Zo mooi om te zien! Zonder die nieuwe spullen weet ik niet of ze ook zo ver was gekomen dit jaar...

Doordat ik minder hoeft na te kijken, heb ik nu eindelijk wat ruimte gevonden om leerlingen te begeleiden bij het maken van hun werkstuk. Want informatie zoeken, beoordelen en analyseren om daarmee een goed werkstuk te schrijven, is pittig. Vooral voor leerlingen zoals Javi die thuis niet zomaar terug kunnen vallen op de hulp van familie.

Tijdens de teamvergaderingen gaat het nog steeds veel over de overzichten, en hoe we die samen kunnen gebruiken om zoveel mogelijk recht te doen aan de verschillen tussen kinderen. Maar we leren veel van elkaar en ik zie dat de leerlingen er echt baat bij hebben. Volgend jaar gaan we de individuele ruimte per leerling verder uitbreiden. Maar nu eerst genieten van de zomervakantie!

2.1.2 Toekomstschets: maatwerk op individueel niveau in onderwijs

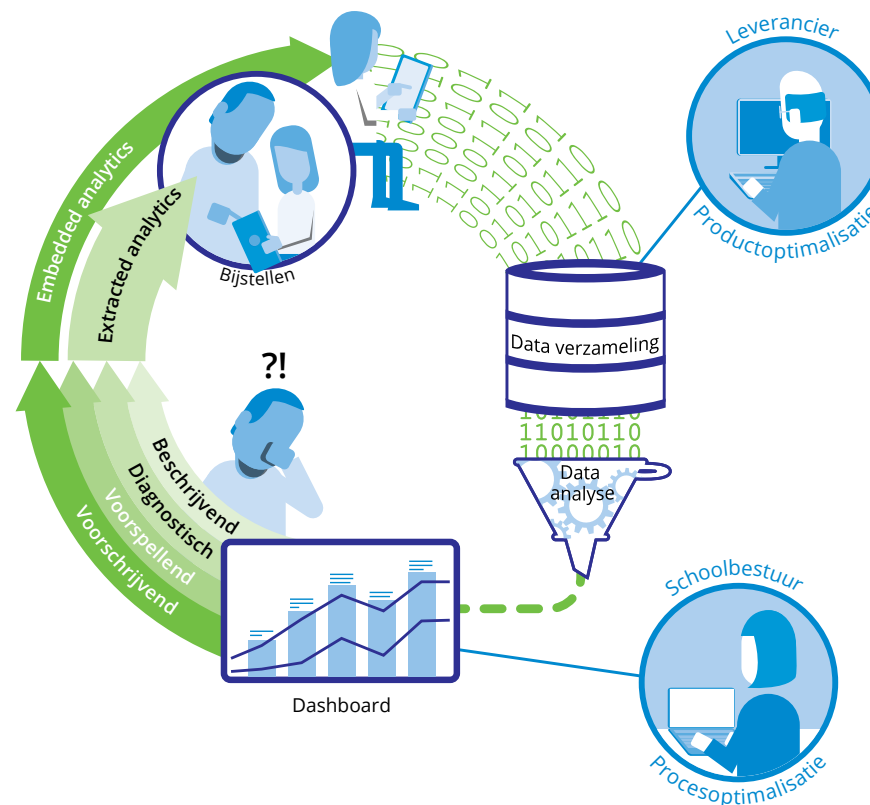
Technologie biedt in de nabije toekomst kansen om de ambitie op het gebied van maatwerk waar te maken. Zover zijn we echter nog niet. De technologie die maatwerk ondersteunt is nog volop in ontwikkeling. Scholen, ontwikkelaars en leveranciers moeten in samenwerking nog veel kennis en kunde opdoen voordat adaptief leermateriaal breed toepasbaar is. Maar dat deze ontwikkeling snel zal gaan, daar zijn we van overtuigd. Binnenkort ziet een gemiddelde schooldag er anders uit, zoals deze toekomstschets laat zien.

Op niveau oefenen, direct bijsturen

Een leerling pakt zijn tablet en start zijn oefenprogramma. Door de opgaven die hij maakt, genereert het programma allerlei data: Hoe lang doet hij over een opgave? Welke vragen gaan goed en welke niet? Wat gaat er (structureel) mis? Het programma bepaalt meteen de meest effectieve vervolgstappen en geeft directe taakgerichte feedback aan de leerling. Misschien gaat de moeilijkheidsgraad van de opgaven omhoog. Of kiest het programma voor extra uitleg. Het adaptieve leermiddel analyseert continu alle data over het leergedrag van alle leerlingen die dit leermiddel gebruiken en is daardoor steeds beter in staat een leerling op maat te bedienen. De leraar biedt foliomateriaal en andere niet-digitale werkvormen aan in een effectieve *blend* met adaptief leermateriaal.

Ruimte voor complexe denkvaardigheden

Op zijn scherm ziet de leraar een dashboard met verzamelde data over oefeningen, toetsen en gegeven feedback uit verschillende systemen en leermiddelen. Dit geeft hem een samenhangend beeld van de voortgang



van een leerling. Op basis hiervan definieert hij gerichte vervolgstappen. Zo krijgt de ene leerling meer reken- en de andere meer taalopdrachten.

Technologie bespaart de leraar tijd die hij anders kan besteden

Administratie, denk aan het handmatig nakijken van oefeningen en het overnemen van resultaten, is grotendeels geautomatiseerd.





Dit en standaarden voor gegevensuitwisseling hebben gezorgd voor kwaliteitsverbetering en verantwoording binnen en buiten de school. De tijd die de leraar zo uitspaart, besteedt hij aan het aanbieden van werkvormen om complexe denkvaardigheden zoals analyseren, reflecteren en evalueren bij leerlingen te ontwikkelen. Technologie is nog slechts beperkt in staat om de data uit deze werkvormen te analyseren. Wel helpt technologie de leraar met het efficiënt inrichten van planning en organisatie van het leerproces door de gemaakte opdrachten gericht op het ontwikkelen van complexe denkvaardigheden vast te leggen, te verzamelen en te beoordelen.

Transformatie van het onderwijsproces

Leraren hebben het leerproces stapsgewijs veranderd en verbeterd doordat zij dagelijks werken met adaptieve leermiddelen, ervaringen uitwisselen en op basis hiervan gaandeweg bijsturen. Ze hebben echter gemerkt dat bestaande randvoorwaarden en kaders binnen school en de beperkte flexibiliteit van het onderwijsproces de optimale inzet van adaptieve leermiddelen belemmerde en dat voor verdere optimalisatie grotere stappen nodig zijn. Vandaag staat daarom weer het maandelijkse overleg gepland met bestuur, schoolleiders en andere betrokkenen over hoe ze het onderwijssysteem geleidelijk kunnen transformeren en hoe ze





hiervoor draagvlak kunnen creëren in de gehele organisatie. De school experimenteert sinds kort met het loslaten van bestaande kaders als klassensysteem, jaarplanning en roosters. Deze overleggen en experimenten vormen een proces van gefaseerde, concrete, geplande en voortdurende ontwikkeling waarmee het volledige rendement van technologie wordt geogst.

2.1.3 Adviezen bij het realiseren van maatwerk op individueel niveau

Veel gevolgen van maatwerk zijn nog niet volledig bekend. Er is namelijk nog geen langdurige ervaring met maatwerktechnologie en de impact daarvan op het leerproces en de school. Wel zien we dat maatwerk snel een steeds grotere rol gaat spelen in het onderwijsproces. Maar waar begin je? En hoe pak je het aan?

1. Bepaal waar je staat, waar je naartoe wilt en hoe je daar komt

Als school bepaal je eerst op basis van je pedagogische visie wat je ambitie is op het gebied van maatwerk op individueel niveau. Daarbij bepaal je samen met je onderwijsteam wat voor jullie de juiste toepassing, rol en gewicht van maatwerktechnologie is in het leerproces in jullie school. Het bepalen van een passende, elkaar versterkende *blend* van digitale en niet-digitale leermiddelen en werkvormen is hier ook onderdeel van. Heb je zo samen je onderwijskaders bepaald en vastgesteld waar je over drie of vijf jaar wilt staan? Dan kun je op basis hiervan een roadmap of implementatieplan maken, waarin helder beschreven staat welke stappen jullie de komende jaren gaan zetten.



2. Ga op reis en stel indien nodig je ambitie bij

Veel scholen doen al noodzakelijke kennis en ervaring op met adaptieve leermiddelen. Maak deze ervaringen vergelijkbaar binnen je onderwijsteam door vooraf te bepalen hoe en onder welke randvoorwaarden en kaders je een digitaal leermiddel gaat inzetten. Bespreek deze ervaringen vervolgens periodiek met elkaar zodat leraren het leerproces samen stapsgewijs en continu kunnen optimaliseren. Dit betekent ook dat je nadenkt over welke data je nodig hebt in je leerproces om het onderwijs te plannen, te monitoren en te verbeteren. En of de software die je gebruikt, die data kan leveren en uitwisselen met andere systemen. Bij investering in (maatwerk)technologie is interoperabiliteit van systemen en standaardisatie van koppelingen essentieel.

*Soepele gegevensuitwisseling
is essentieel voor maatwerk*

Zodat je data over groepsindeling, profielkeuzes of behaalde resultaten maar één keer vastlegt en goed kunt hergebruiken bij het organiseren van maatwerk. Hebben bepaalde keuzes in middelen, onderwijs of dataverzameling niet het gewenste effect? Stel dan je roadmap bij. En daarmee misschien je stip op de horizon.

3. Regel de randvoorwaarden voor je reis

Om je ambitie op het gebied van maatwerk op individueel niveau waar te kunnen maken is een betrouwbare, veilige ict-infrastructuur een noodzakelijk fundament. Investeer daarom compromisloos in wifi,

internetverbinding, de inrichting van cloudplatforms, devices en mobile device management. Je gebruikerservaring met maatwerktechnologie wordt dan nooit vertroebeld door bijvoorbeeld een haperende internetverbinding. Investerings in ict-infrastructuur zijn niet per se goedkoop en de implementatie niet per se gemakkelijk, maar de technologie is volwassen. Je weet dus zeker dat je dit 100% goed kunt regelen. Zorg ervoor dat je informatiebeveiliging en privacybeleid goed ingericht is. Om maatwerk te kunnen leveren, ga je namelijk meer informatie over leerlingen vastleggen en delen in de cloud. Maak hiertoe goede afspraken met je leveranciers. Zodat je veilig op reis kunt.

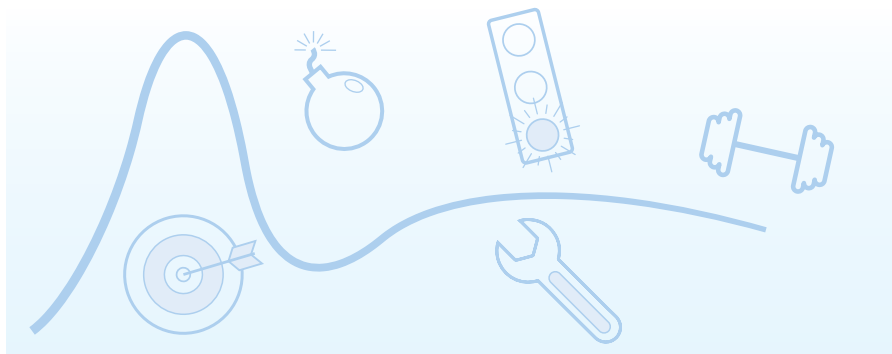




2.2 Maatwerk op individueel niveau: de technologie

Welke technologie helpt elke leerling een leerproces op maat te bieden? Welke onderliggende technologie vraagt daarbij aandacht? Waar trekken we de grenzen tussen technologie en mens? In dit hoofdstuk laten we met drie instrumenten de relevante technologische bouwblokken zien die individueel maatwerk mogelijk maken.

De **Hype Cycle** toont de volwassenheid per technologie. We zien een duidelijke tweedeling. Enerzijds een groep van technologieën die bestaat uit (onderdelen van) het adaptief leer materiaal zelf. Deze technologieën zijn nog in ontwikkeling en dus nog niet helemaal volwassen. Anderzijds een groep die bestaat uit stabiele, volwassen technologieën die het noodzakelijk ict-fundament vormen om adaptief leer materiaal effectief te kunnen inzetten.



De **Benefit Map** toont de samenhang tussen technologieën. Wij zien drie ketens die op elkaar voortbouwen: de (maatwerk)technologie die zichtbaar is en toegepast wordt in het dagelijkse onderwijsproces; technologie onder de motorkap, die met de uitwisseling, interpretatie, analyse en toepassing van data maatwerktechnologie voedt; en het ict-fundament van technologieën dat ervoor zorgt dat de maatwerk-technologie als vanzelfsprekend functioneert.

In de **SWOT** ordenen we de sterke en zwakke punten van maatwerk-technologie en de kansen en bedreigingen daarvan voor het onderwijs. Adaptief leer materiaal maakt gerichte individuele interventies en diversiteit in leeraanbod mogelijk voor eenvoudige denkvaardigheden. Complexe denkvaardigheden en andere aspecten, zoals welzijn, zijn echter moeilijk te meten, maar bepalen juist de groei van een leerling. Geholpen door adaptief leer materiaal ontstaat tijd en ruimte en daardoor kan het onderwijs hier nog meer aandacht aan besteden.

We sluiten deze paragraaf af met adviezen die je helpen om grip te krijgen op het investerings- en implementatieplan om individueel maatwerk met technologie te realiseren.

Opfrisser nodig over de Hype Cycle en Benefit Map?

Lees de uitleg in de inleiding nog eens.

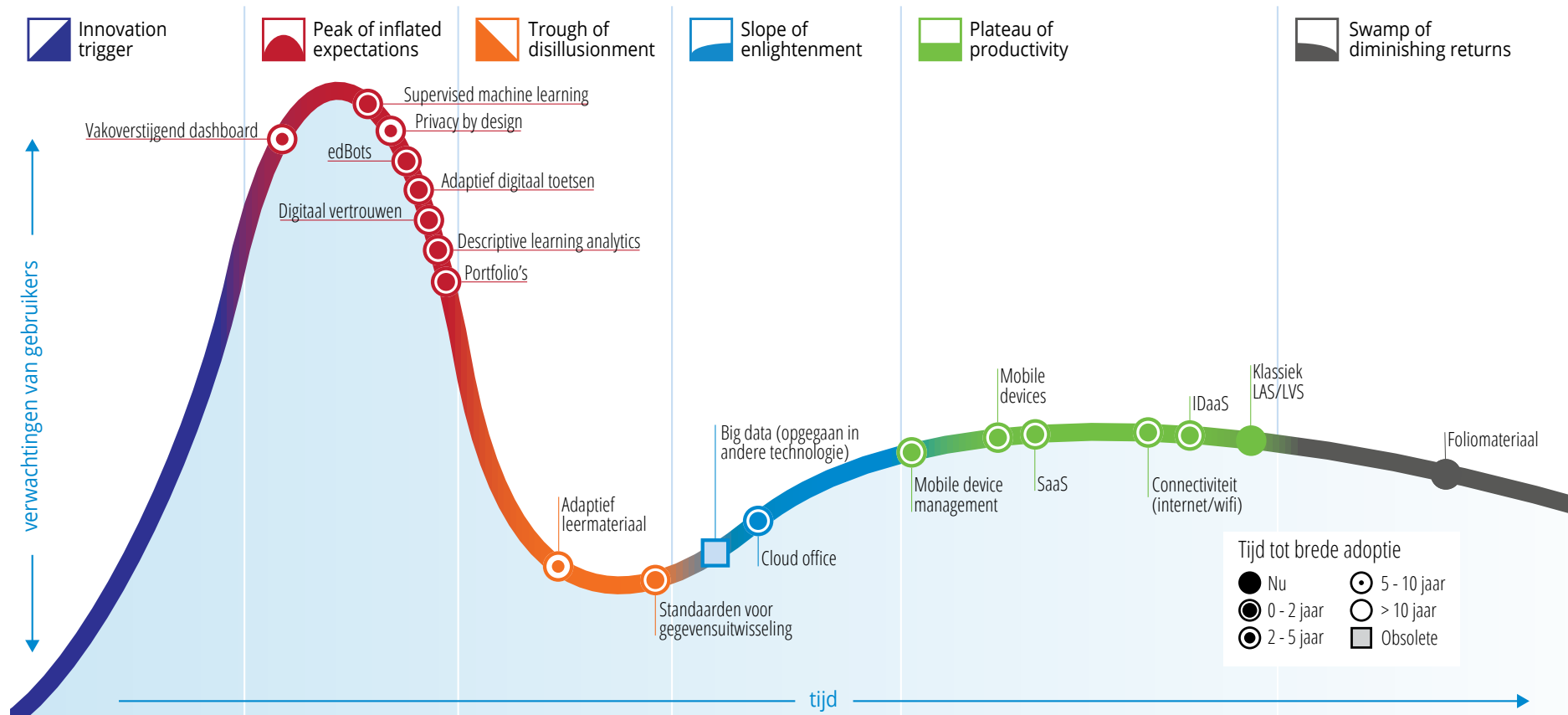


2.2.1 Hype Cycle voor maatwerk op individueel niveau

Op onderstaande Hype Cycle zijn alle technologieën gerangschikt die voor maatwerk van belang zijn. De plaats op de Hype Cycle toont een momentopname van de relatieve volwassenheid van een technologie en het potentieel ervan in de toekomst. De Hype Cycle helpt je beslissen

wat voor jou het juiste moment is om technologie toe te passen en welk risico gepaard gaat met de inzet ervan binnen je school.

Onderstaande Hype Cycle is het resultaat van een analyse van verschillende onderzoeken en bestaande Hype Cycles.



Innovation trigger: eerste introductie van innovatieve, nieuwe technologie

In deze fase zien we typisch experimentele of conceptuele technologieën die nog niet rijp zijn om in de praktijk betrouwbaar gebruikt te worden. Dit scenario over maatwerk bevat geen technologie die zich nog in deze fase bevindt.

Peak of inflated expectations: gehypte technologie maakt hoge verwachtingen nog niet waar

Hier zien we technologieën die nog volop in ontwikkeling zijn, maar die een aantal scholen al in de praktijk uitprobeert. Denk aan **vakoverstijgende dashboards** die willen voorzien in de behoefte aan inzicht in het leerproces op scholen die veel digitale leermiddelen inzetten. Voor dit vakoverstijgend inzicht zijn veel afspraken nodig tussen leveranciers, samen met het onderwijs, om informatie goed op elkaar aan te kunnen sluiten en uit te kunnen wisselen. Ook **supervised machine learning** wordt wel toegepast, maar blijft voornamelijk beperkt tot vrij simpele artificial intelligence toepassingen waar lang niet altijd een zelflerend systeem achter zit. Supervised machine learning leert van data, maar doet dit op basis van volledig voorgeprogrammeerde regels. Deze technologie wordt vooral ingezet voor het aanleren van eenvoudige denkvaardigheden en niet voor complexe denkvaardigheden.

Trough of disillusionment: hoge verwachtingen niet waargemaakt, teleurstelling overheerst, potentie wordt onderschat

In deze fase overheerst teleurstelling door problemen bij de inzet van technologie. Verwachtingen worden niet waargemaakt en sommige scholen keren zich af van technologie als **adaptief leermateriaal** en

descriptive learning analytics door hoge kosten en tegenvallende opbrengsten. Terwijl je in deze fase veel leert over de randvoorwaarden om deze technologie productief en effectief in te kunnen zetten. **Portfolio's** kunnen een rol spelen bij het vastleggen en verzamelen van gemaakte opdrachten gericht op complexe denkvaardigheden. Opvallend is dat we **big data** als *obsolete before plateau* moeten duiden. Hoewel (big) data als grondstof essentieel is om alle vormen van machine learning en learning analytics te trainen en daarmee te verbeteren, is het bredere begrip intussen te algemeen zonder de context van de toepassing.

Big data: obsolete before plateau

In onze analyse hebben we big data als *obsolete before plateau* geduid op het Hype Cycle kenmerk 'tijd tot brede adoptie'. Wij schatten in dat de technologie in deze verschijningsvorm niet tot grootschalige implementatie zal komen. Is dat het einde van big data in het onderwijs? Zeker niet. Alleen krijgt data pas waarde via AI-toepassingen die uit deze data betekenis kunnen halen. Het is dus interessanter om naar AI te kijken en via die weg ook data te beschouwen.

Slope of enlightenment: obstakels zijn overwonnen, randvoorwaarden raken bekend, opbrengsten worden zichtbaar

Veel ondersteunende technologie voor maatwerk is of wordt binnenkort volwassen. **Cloud office** is daarbij een bijzondere omdat de alsmear uitbreidende functionaliteit van deze belangrijke platforms (G Suite for Education, Apple Classkit/Classroom en Office365 for Education) nog niet



altijd volwassen is. Door uitbreidingen maakt de technologie soms een sprong terug op de Hype Cycle. Basisfuncties als agenda, mail, online werken aan documenten, chat en videofuncties, beoordelen van opdrachten en recent *classroom* functies voor het plannen en organiseren worden echter snel volwassen en kunnen volop worden ingezet.

Plateau of productivity: bewezen opbrengsten, verbreding adoptie, versnelling groei

Technologieën zoals **SaaS** (de technologie waarmee digitale middelen webbased worden aangeboden), **mobile devices**, **mobile device management** (MDM) en **connectiviteit (internet/wifi)** vormen het betrouwbare fundament voor maatwerk. Dit wil echter niet zeggen dat het eenvoudig is om dergelijke voorzieningen in te richten. Investerings in tijd en middelen zijn vereist, maar de noodzakelijke kennis en volwassen producten zijn in de markt beschikbaar.

Swamp of diminishing returns: waken voor frustratie van nieuwe doelen door technologie van afnemende toegevoegde waarde

Naast het identificeren van waardevolle nieuwe technologieën die onderwijsambities ondersteunen, is het minstens zo belangrijk tijdig te signaleren welke daarin een beperking vormen. **LAS/LVS-systemen** in hun huidige vorm zijn daar een goed voorbeeld van. Ze zijn nog steeds belangrijk voor administratie en verantwoording, maar moeten doorontwikkeld en vernieuwd worden om maatwerk te kunnen ondersteunen en daarmee terug te keren naar het *plateau of productivity*. Ook **foliomateriaal** heeft in de huidige vorm afnemende toegevoegde waarde, omdat het slechts beperkt bijdraagt aan maatwerk binnen een school. Automatische registratie van het leerproces en adaptiviteit zijn

hiermee bijvoorbeeld niet mogelijk. Met een bewuste *blend* van adaptief leer materiaal waar mogelijk en bestaand foliomateriaal waar nuttig, zal het onderwijs echter nog geruime tijd rendement kunnen halen uit

Een effectieve blend van digitaal en foliomateriaal is essentieel

foliomateriaal. Wanneer de markt leermiddelen bewust gaat ontwerpen als een geheel van digitaal en foliomateriaal dat elkaar aanvult, wordt de waarde van foliomateriaal weer groter. Zo verdwijnt het als aparte technologie van de Hype Cycle en keert het terug als geïntegreerd onderdeel van leermiddelen.

2.2.2 Benefit Map voor individueel maatwerk

De Benefit Map is een hulpmiddel om beslissingen over technologie in samenhang te nemen en draagvlak te creëren voor de keuzes en afspraken die je maakt. Het laat zien waar de belangen en interesses van de school en de belangen en interesses van de leraar en leerling liggen. Het maakt de onderlinge verbanden en afhankelijkheden van technologie inzichtelijk. Door de technologieën uit de Hype Cycle op de Benefit Map te positioneren, maken we inzichtelijk wie (leraar/leerling of school) welke technologieën om welke redenen belangrijk vindt.

Deze Benefit Map is uitgewerkt aan de hand van tientallen gesprekken met scholen over maatwerk en de achterliggende technologieën, en vormt daarmee onze inschatting voor een 'gemiddelde' school. Afhankelijk van verschillen in ambitie en andere belangen zul je technologieën zelf anders plaatsen.



Hot spot: gedeelde belangen/belangstelling

De Hot spot bevat die technologie waar zowel school als leraar en leerling veel van verwachten en daarom grote belangstelling voor hebben. Voorbeelden zijn adaptief leer materiaal dat in de dagelijkse praktijk gebruikt wordt en een vakoverstijgend dashboard dat overzicht biedt over het digitale deel van het leerproces.

Enabler: verschil tussen wensdenken en realiteit

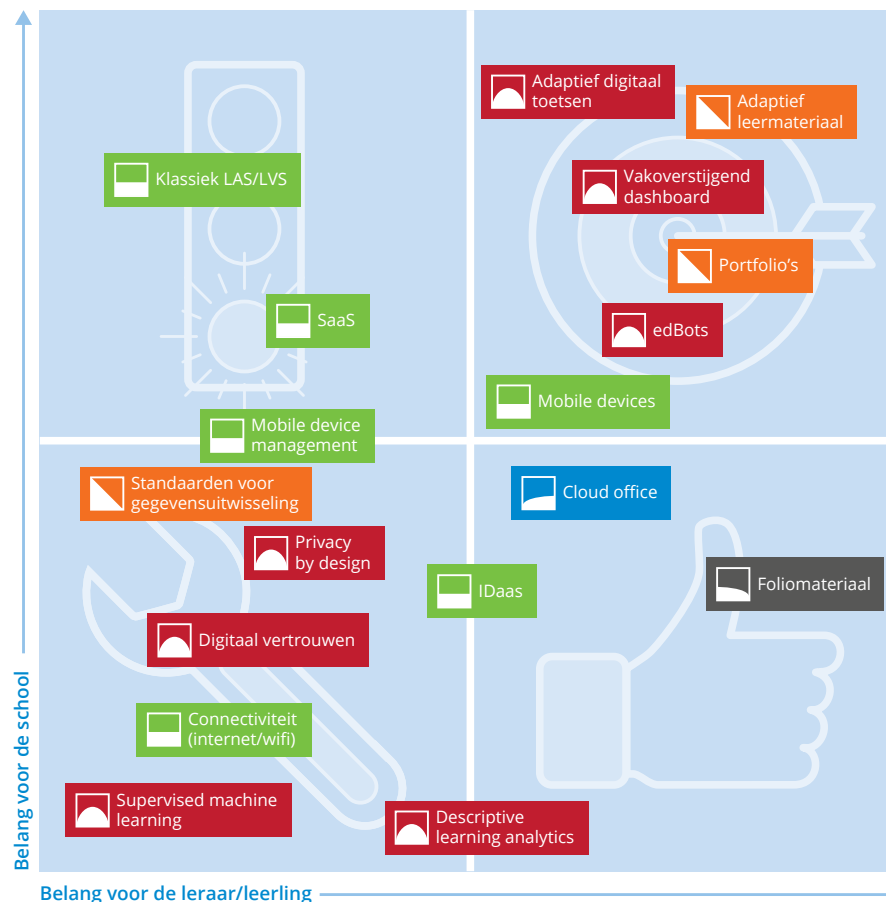
Het Enabler-kwadrant bevat veel technologie die zowel school als leraar en leerling minder interessant vinden. Er is lage bereidheid hier structureel aandacht en middelen aan te besteden omdat beide partijen het directe belang niet zien. Terwijl de hoge verwachtingen van Hot spot-toepassingen vaak alleen kunnen worden waargemaakt als ze op een stevig ict-fundament en gegevensuitwisseling als *enablers* kunnen rekenen.

Green light: de organisatie heeft verantwoordelijkheden

Het Green light-kwadrant bevat technologie waar met name de organisatie belang aan hecht om de processen en informatievoorziening te kunnen borgen. Zo heeft elke onderwijsorganisatie (wettelijke) plichten en moet verantwoording kunnen afleggen over prestaties en middelen. Het LAS/LVS is een voorbeeld van een technologie die daarom grote interesse van het schoolbestuur heeft, terwijl leraren dit begrijpelijkerwijs vaak als corvee zien. Het invullen ervan draagt immers niet direct bij aan betere lessen.

People's choice: leraar en leerlingen leggen prioriteit bij het leerproces

Het People's choice-kwadrant bevat technologie die met name gebruikers belangrijk vinden vanwege het directe nut in hun praktijk. Zo zijn leraar



en leerling vanzelfsprekend gericht op de technologie die hen met name in het dagelijkse onderwijsproces ondersteunt. Cloud office (e-mail, agenda, gedeelde documenten) en foliomateriaal zijn daarom in dit kwadrant te vinden, typisch ook toepassingen waarin enige keuzevrijheid wenselijk is bij de leraar en leerling.



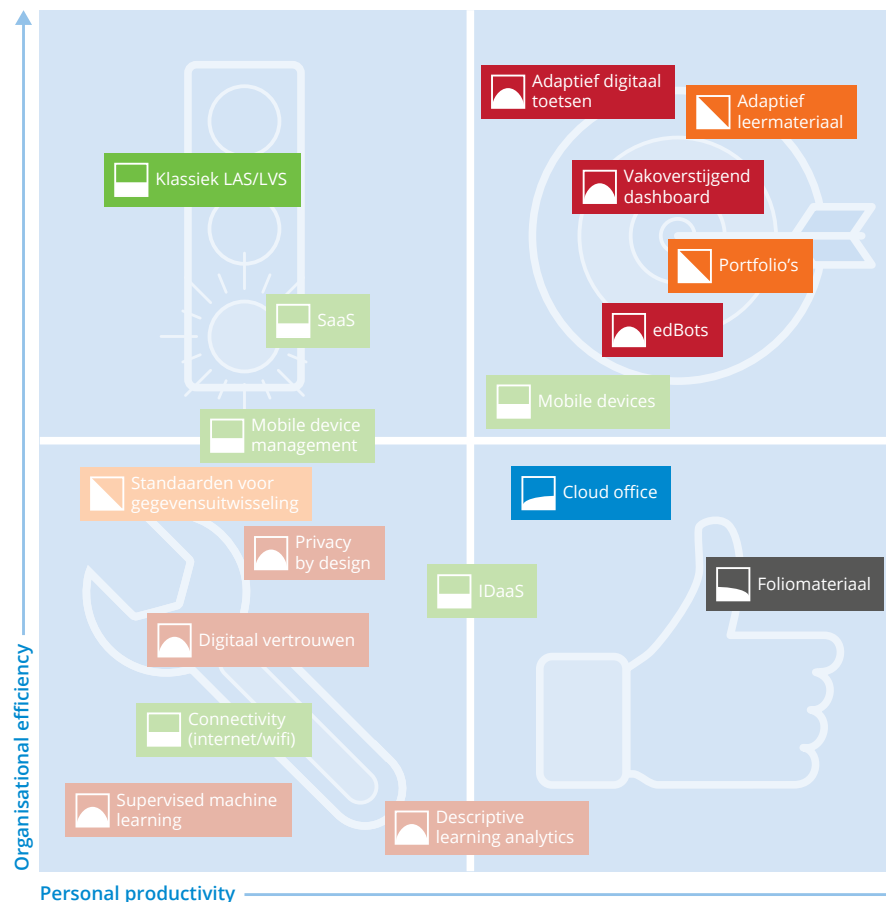
2.2.3 Samenhang van technologieën

Nadat de technologieën zijn gepositioneerd, bekijk je hoe ze met elkaar samenhangen. Een bepaalde technologie werkt vaak alleen veilig en effectief als je ook in een andere technologie investeert. Door het koppelen van deze technologieën ontstaat een 'keten'. Wij kwamen tot drie ketens: één met technologie die je als gebruiker ervaart (de 'voorkant'), een set van technologie 'onder de motorkap' en tenslotte een keten met daarin de technologische 'fundering'.

De voorkant: technologie zichtbaar in het dagelijkse onderwijsproces

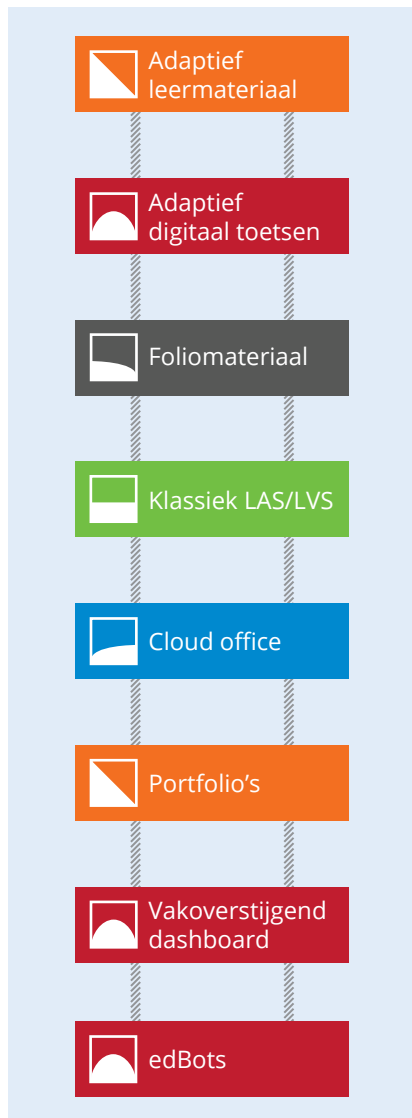
In dit scenario gebruiken leerlingen technologie die in de dagelijkse leersituatie maatwerk biedt. Leraren hebben daarmee inzicht in het dagelijks leerproces van leerlingen en bieden mede op basis daarvan individuele begeleiding.

1. Met **adaptief leer materiaal** en **adaptief digitaal toetsen** kunnen leerlingen op hun eigen tempo, niveau, tijd of plaats werken. Het leer materiaal past zich realtime aan op basis van handelingen en prestaties van leerlingen, biedt taakgerichte feedback en sluit aan op voorkennis en voorkeuren. Deze technologie beperkt zich tot training en toetsing van eenvoudige denkvaardigheden zoals onthouden, begrijpen en toepassen. Het geeft een leraar ruimte voor interactie met de leerling en het aanleren van complexe denkvaardigheden zoals analyseren, evalueren en het creëren van nieuwe toepassingen van kennis.
2. Terwijl digitale leermiddelen zich snel ontwikkelen, hebben **folio-materiaal** en niet-digitale werkvormen en activiteiten nog steeds meerwaarde. De leraar moet dan wel voortgang en resultaten apart



vastleggen in het **LAS/LVS**. Ook is meer instructie en regie van de leraar nodig om maatwerk te bieden. Folio-materiaal biedt immers beperkte differentiatie, verzamelt geen data over het leerproces en biedt geen adaptiviteit. In het kader van werkdruk en efficiëntie blijft folio-onderwijs daarom beperkt tot waar het echt waarde toevoegt of waar nog geen digitaal alternatief voorhanden is.





Keten 1. Technologie zichtbaar in het dagelijkse onderwijsproces

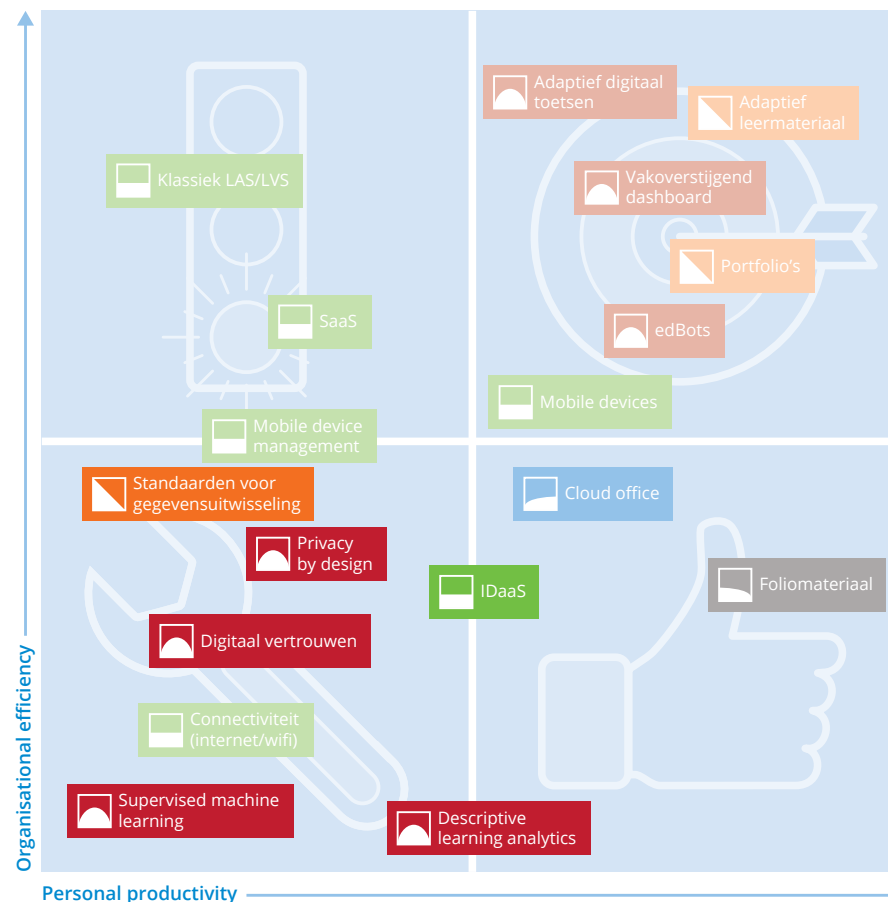
3. Met **Cloud office** (bijvoorbeeld G Suite for Education, Apple Classkit/Classroom of Office 365 for Education) werkt de leerling aan werkstukken en opdrachten en communiceert hij met leraren of medeleerlingen met wie hij samenwerkt. Deze systemen kun je gebruiken bij het organiseren van activiteiten die gericht zijn op complexe denkvaardigheden en vormen daarmee een aanvulling op adaptieve leermiddelen. **Portfolio's** bieden inzicht in aanpak van opdrachten, helpen bij het volgen van het proces en sturen de handmatige beoordeling van producten (automatisch) door naar het LAS/LVS en een vakoverstijgend dashboard.
4. Dit **vakoverstijgend dashboard** biedt overzicht door de voortgangs- en resultaatinformatie uit verschillende leermiddelen en omgevingen (automatisch) bij elkaar te brengen. Met het LAS/LVS als basis biedt het dashboard de leerling en de leraar een vakoverstijgend beeld van de ontwikkeling en het leerproces. Dit bespaart de leraar tijd. Zo ontstaat ruimte en richting voor gepaste aandacht per leerling. Mede op basis van dit vakoverstijgende beeld, plannen leraar en leerling interventies.
5. **EdBots** ontlasten leraren met routinematige begeleiding van leerlingen. Denk aan het proactief en op het juiste moment sturen van tekstberichten en klikbare links voor lesvoorbereiding, inzichten uit het dashboard, roosterwijzigingen en andere aandachtspunten rond het dagelijkse onderwijs. Deze eenvoudige chatapplicaties geven met AI gegenereerde antwoorden op vragen. Bedrijven zetten chatbots in om de meest eenvoudige vragen van klanten af te vangen via WhatsApp en Facebook om de kosten van klantenservices te verlagen.



Onder de motorkap: informatie uit het digitale leerproces automatisch verzamelen en analyseren

Maatwerktechnologie maakt intensief gebruik van realtime data uit het leerproces. Technologie 'onder de motorkap' regelt dit efficiënt door slim en automatisch relevante data te verzamelen, ordenen en analyseren.

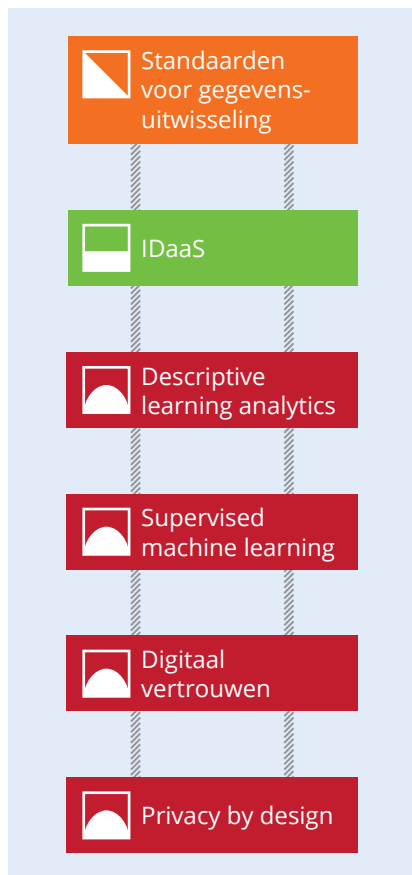
1. De intelligentie in adaptieve leermaterialen en toetsen en het inzicht in voortgang in vakoverstijgende dashboards leunt zwaar op actuele data uit het leerproces. Door consequent beschikbare **standaarden voor gegevensuitwisseling** in te zetten – bijvoorbeeld gegroepede informatie over voortgang rond een leerdoel – kunnen relevante gegevens over de (resultaten en voortgang van de) leerling snel (automatisch) worden verzameld en door leraar en leerling worden ingezien. Zo beschrijft de UWLR-standaard van Edustandaard voor Nederland de uitwisseling van leerlinggegevens en resultaten.
2. Maatwerk per leerling vereist informatie op individueel niveau. Leerlingen melden zich met hun eigen, unieke identiteit aan in alle leermiddelen en toepassingen waarvan ze gebruik maken. **IDaaS** (Identity as a Service) biedt diensten waarmee leerlingen en leraren eenduidig en eenmalig (ook wel SSO – Single Sign On) kunnen aanmelden zodat ze daarna ongestoord en zonder extra moeite gebruik kunnen maken van alle digitale leermiddelen en toepassingen die de school gebruikt in haar onderwijsaanbod.
3. De in het leerproces verzamelde data per leerling wordt met **descriptive learning analytics** geanalyseerd om in het vakoverstijgende dashboard inzichtelijk te kunnen maken wat de leerling heeft gedaan en tot welke



resultaten dat heeft geleid. Deze vorm van learning analytics kijkt alleen terug op het leerproces en trekt geen conclusies. Dit is aan de leraar.

4. Diezelfde data wordt door **supervised machine learning** (een vorm van artificial intelligence) benut om de zelflerende of periodiek aangepaste algoritmen in adaptieve leermaterialen en adaptieve





Keten 2. Informatie uit het digitale leerproces automatisch verzamelen en analyseren

toetsen te verbeteren. Zo worden materialen met nieuwe gegevens weer beter geprogrammeerd om adequaat in te spelen op de leerbehoeften van leerlingen en passend om te gaan met voorkomende situaties in het leerproces. Deze algoritmes nemen kleine didactische beslissingen in het leerproces van elke leerling.

5. Zoveel mogelijk data verzamelen per individuele leerling en dat dagelijks benutten in het onderwijsproces roept terecht vragen op over de manier waarop het **digitaal vertrouwen** van leerlingen, leraren en ouders is geborgd. Zonder dat vertrouwen ontstaat geen draagvlak voor digitalisatie in het onderwijsproces. De school beschermt de privacy van leerlingen en leraren door de vertrouwelijkheid, correctheid en beperkte toegankelijkheid van data te borgen, verdient daarmee hun digitaal vertrouwen en – niet onbelangrijk – voldoet aan wet- en regelgeving.
6. Met **privacy by design** denk je bij het ontwerpen, ontwikkelen, selecteren of implementeren van een proces of software proactief na over hoe je privacy en informatiebeveiliging wilt regelen. Privacy by design is een wettelijke verplichting vanuit de AVG die geldt voor aanbieders van software, maar ook voor scholen die hun onderwijsproces ‘ontwerpen’. Als school zorg je ervoor dat de data die ontstaat in je leerproces alleen beschikbaar is voor diegenen die het nodig hebben. Daarmee is de data preventief beschermd tegen ongeautoriseerd gebruik. Aanbieders van digitale leersystemen moeten hun producten zo bouwen, dat de privacy van hun gebruikers is geborgd. Door inzet van pseudonimisering is de identiteit van de leerling alleen inzichtelijk wanneer en voor wie dat toepasselijk is. Met eenvoudig toepasbare encryptie (versleuteling) is data alleen leesbaar voor wie hiervoor geautoriseerd is. Als school ben je volgens de wet verantwoordelijk voor de zorgvuldige inrichting van dergelijke maatregelen, ook als de implementatie ervan bij leveranciers belegd is.

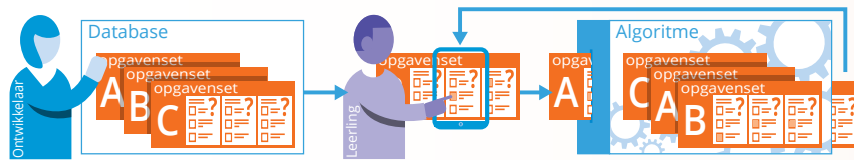


Adaptiviteit met algoritmes

Een algoritme is een set regels die tot een vooraf vastgesteld doel leidt als deze stap voor stap in de juiste volgorde wordt uitgevoerd. Je kunt het vergelijken met een recept. De regels zijn de kookinstructies en het doel is de maaltijd die wordt gemaakt van ingrediënten, door deze instructies te volgen. Ook in adaptief leermateriaal en adaptieve toetsen zijn algoritmes verwerkt door een programmeur. Doel hiervan is het niveau van de leerling te bepalen en telkens weer het aanbod aan te passen.

Algoritmes in adaptief leermateriaal en adaptieve toetsen kennen grofweg drie vormen.

Multistage testing



Bij deze vorm krijgt een leerling een set van opgaven achter elkaar. Op basis van de antwoorden schat het algoritme opnieuw zijn niveau in en zet een volgende set opgaven klaar die daarbij past. Deze sets van opgaven zijn vooraf bij elkaar gezet door ontwikkelaars van deze opgaven en zijn geassocieerd met een bepaald niveau.

Computer adaptive testing

Bij deze vorm selecteert het algoritme steeds een nieuwe opgave passend bij het niveau van de leerling op basis van het antwoord

bij de vorige opgave. Dit gaat door totdat het algoritme



een vooraf bepaald niveau van meetprecisie bereikt. Het algoritme haalt de opgave uit een database met opgaven waar van tevoren het niveau van is vastgesteld door ontwikkelaars.

Elo-ratingsysteem

Bij deze vorm wordt het niveau van de opgaven niet



van tevoren vastgesteld. De opgaven zijn gekoppeld aan een onderwerp of kerndoel. Op basis van de antwoorden die de leerling geeft, stelt het algoritme het beheersingsniveau vast. Geeft de leerling goede antwoorden? Dan gaat de score op die onderwerpen of doelen omhoog. Hierdoor krijgt hij andere opgaven die hij nog minder goed beheerst.

Al deze vormen van adaptiviteit komen in digitale producten voor. Soms slechts één van de drie, maar vaak ook in een mengvorm. Adaptiviteit is nog volop in ontwikkeling. Het is daarom goed om je van tevoren te informeren over de manier waarop adaptiviteit wordt toegepast. De manier waarop een leermiddel of toets in elkaar steekt zou namelijk geen black box voor de leraar (en leerling) moeten zijn.

Privacy in het perspectief van maatwerk: de transactie

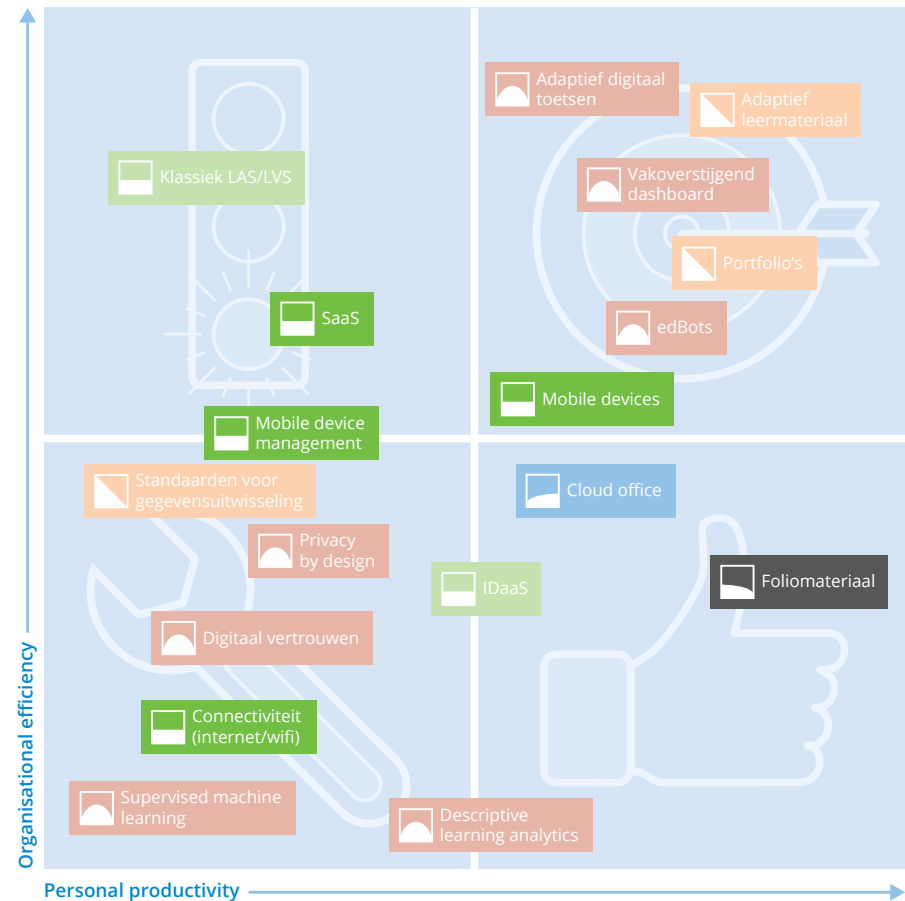
De ambitie van maatwerk staat op gespannen voet met de plicht de privacy van leerling en leraar te borgen. Maatwerk vereist immers detailinformatie over behoeften van de leerling en vaardigheden van de leraar om een optimale aanpak te bepalen bij de inzet van adaptieve leermiddelen en effectieve begeleiding van het leerproces. Hoe behoud je als onderwijs de juiste balans? Het leidend principe moet zijn dat vastgelegde informatie een aantoonbare bijdrage levert aan maatwerk voor de individuele leerling. Het moet een eerlijke transactie zijn: vastgelegde informatie biedt de leerling beter onderwijs.

De fundering onder alle digitale toepassingen

Opfrisser nodig over ict-infrastructuur?

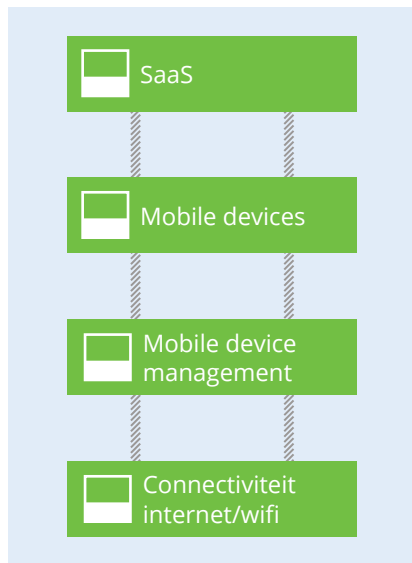
Lees paragraaf 1.2.5 nog eens.

Alle software en leermiddelen in dit scenario zijn inmiddels cloud-gebaseerd. De dagelijkse afhankelijkheid van die technologie in het primaire proces eist daarom een betrouwbaar, schaalbaar en veilig ict-fundament dat – net als stroom uit het stopcontact – onzichtbaar en vanzelfsprekend aanwezig is.



1. **SaaS** (Software as a Service) maakt kennis- en kapitaalintensieve voorzieningen zoals eigen servers en datacenters overbodig. De aanbieder van de software organiseert de beschikbaarheid,





Keten 3. Ict-infrastructuur als fundament onder alle digitale toepassingen

schaalbaarheid (meer of minder gebruikers), betrouwbaarheid en het onderhoud als onderdeel van de dienstverlening. Dit maakt tijd en investeringsruimte vrij op scholen voor taken die dichter bij het onderwijs liggen.

2. Doordat leerlingen dagelijks met digitale leermiddelen werken aan opdrachten, beschikken ze over bij die werkvorm passende **mobile devices** (tablets, chromebooks en/of laptops).
3. Het vanzelfsprekend goed functioneren van het mobile device met de juiste instellingen en toepassingen is geregeld met **mobile device management** (MDM). Hiermee voert de school regie op de inrichting en het gebruik van mobile devices in het onderwijs en kan ze flexibel (beheer)verantwoordelijkheden toewijzen aan zowel leerlingen, leraren als ict-ondersteuners. Met MDM kan een school mobile devices bijvoorbeeld op afstand voorzien van tijdelijke instellingen voor een toets.
4. Volledige afhankelijkheid van toegang tot cloudtoepassingen met mobile devices in het onderwijsproces eist betrouwbare, schaalbare en beveiligde draadloze **connectiviteit (internet/wifi)**. Leerling en leraar kunnen daardoor plaats-, tijd- en device-onafhankelijk werken zonder tijdverspillende onderbrekingen.

2.2.4 SWOT-analyse voor individueel maatwerk

Er zijn voors, tegens, mitsen en maren bij het goed inrichten van individueel maatwerk met technologie. Een SWOT-analyse helpt om de

voor- en nadelen van dit scenario te ordenen en af te wegen. We zien een aantal krachten en zwakten van de technologie en kansen en bedreigingen voor het onderwijs.

|  Kracht van de technologie |  Zwakte van de technologie |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Kansen voor het onderwijs |  Bedreigingen voor het onderwijs |
| <ol style="list-style-type: none">1. Faciliteert individueel maatwerk met gerichte interventies.2. Verhoogt objectiviteit en kansengelijkheid door onbevooroordeelde blik op leerling.3. Zorgt voor meer stuurinformatie door rijke vastlegging van het leerproces.4. Vermindert afhankelijkheid van tijd en plaats omdat leren overal en op elk moment mogelijk is.5. Biedt flexibiliteit in het leerproces door onderwijs anders te (kunnen) organiseren. | <ol style="list-style-type: none">1. Ondersteunt waardevolle aspecten zoals complexe denkvaardigheden of welzijn niet, omdat deze moeilijk te modelleren en te meten zijn.2. Verlaagt objectiviteit en kansengelijkheid door achterhaalde (organisatie) kaders, aannames en bevooroordeelde data.3. Ondersteunt maatwerk in beperkte mate wanneer vakoverstijgend inzicht ontbreekt.4. Maakt samenstellen van zinvolle informatie complex door fragmentatie, lage kwaliteit en slechte duiding van data.5. Vermindert flexibiliteit en keuzevrijheid in je ict-omgeving door onderlinge afhankelijkheid van componenten. |
| <ol style="list-style-type: none">1. Verhoogt de leeropbrengst door oefenen op niveau en directe, effectieve feedback.2. Ondersteunt maatwerkambitie door flexibele organisatie en betere vastlegging van het leerproces.3. Verlaagt werkdruk door automatisering van routinematige en administratieve taken.4. Creëert ruimte bij de leraar voor ontwikkeling complexe denkvaardigheden van leerlingen.5. Biedt kansen voor brede kwaliteitsverbetering door detailinzicht in het leerproces. | <ol style="list-style-type: none">1. Vergroot mogelijk blind vertrouwen in technologie waardoor variatie in onderwijs vermindert.2. Vergt nieuwe (ict-)vaardigheden van leraren, anders blijft leeropbrengst van maatwerk achter of helemaal uit.3. Kan overkomen als onpersoonlijk onderwijs door ongenueanceerde nadruk op koude technologie.4. Vraagt expliciete aandacht voor invulling van vrijkomende onderwijstijd, anders is de meeropbrengst van maatwerk beperkt.5. Roept weerstand op bij leerlingen/ouders als school niet transparant is in datagebruik en borging van privacy. |



Kracht

Adaptieve leermiddelen maken gerichte interventies mogelijk en bieden kansen voor verbreding van het leeraanbod. Objectieve toetsing kan zorgen voor gelijke kansen, leren kan overal en op elk moment. Met de rijke data die het leerproces oplevert, geeft een school betere sturing aan haar organisatie. Door het werken met adaptieve leermiddelen wordt duidelijk waar huidige onderwijskaders knellen en hoe je onderwijs flexibeler kunt organiseren.

Kansen

Adaptieve leermiddelen ondersteunen de ambitie van maatwerk. Enerzijds doordat per leerling flexibel planbaar en organiseerbaar is wat hij wanneer moet doen. Anderzijds door rijke vastlegging van wat de leerling heeft gedaan. Oefenen op eigen niveau en directe, effectieve feedback verhoogt de leeropbrengsten, terwijl de werkdruk van de leraar wordt verlaagd omdat routinematige en administratieve taken worden overgenomen. Hierdoor ontstaat ruimte om meer onderwijstijd te besteden aan de ontwikkeling van complexe denkvaardigheden zoals analyseren, evalueren en creëren. De gedetailleerde vastlegging van het leerproces biedt kansen tot kwaliteitsverbetering van alle processen in de school.

Zwakte

Niet alles dat waarde heeft voor het leerproces, of daarin inzicht geeft, is te modelleren of te vangen in data. Denk aan inzicht in de oplossingsstrategie van een leerling of zaken buiten school die resultaten beïnvloeden. Een ander probleem is dat dataverzameling moeilijk is en de verzamelde data vaak van lage kwaliteit. Ook kunnen onbewuste vooroordelen van ontwikkelaars en het gebruik van niet-representatieve data juist de objectiviteit en kanselijkheid in het onderwijs verkleinen.

Bedreigingen

Overmatig gebruik van technologie kan het onderwijsaanbod verschrompelen en variatie verminderen. Zonder investeringen in nieuwe ict- en analysevaardigheden van leraren bestaat de kans dat de leeropbrengst van maatwerk juist achterblijft. Ook vullen leraren de ruimte die vrijkomt door inzet van adaptieve leermiddelen niet per se in met activiteiten gericht op de complexe denkvaardigheden. Het stereotype beeld van maatwerk als onpersoonlijke technologie kan dan de overhand krijgen. Ook kan gebrek aan transparantie in de omgang met data weerstand oproepen. Met name als leerlingen en ouders vinden dat hun privacy in het geding komt terwijl de onderwijsopbrengsten niet duidelijk zijn.



2.2.5 Adviezen voor de implementatie van maatwerk-technologie

Adaptieve leermiddelen bieden heel veel kansen, maar als je ze niet op de juiste manier inzet kan ook de kwaliteit van het onderwijs verminderen. De SWOT in ogenschouw nemend: wat kun je het komend jaar doen met beperkte risico's en zonder dat je een doodlopende route inslaat? En wat kun je nu al voorbereiden zodat je de komende jaren je ambitie op het gebied van maatwerk op individueel niveau kunt waarmaken?

1. Bepaal waar je staat, waar je naartoe wilt en hoe je daar komt

Als school bepaal je eerst waar je staat en waar je naartoe wilt, voordat je kunt beginnen aan enige verandering. Zo voorkom je dat je onrealistische toekomstdromen als doel stelt. Je doorloopt daarvoor een aantal stappen:

A. Bepaal op basis van je pedagogische visie wat je ambitie is op het gebied van maatwerk op individueel niveau. Wil je daarbij een digitale voorloper zijn? Of wacht je liever af?

- **Tip:** maak gebruik van hulpmiddelen als je merkt dat je moeite hebt om je visie scherp te krijgen of het gesprek erover goed op gang te krijgen. Op kennisnet.nl bieden we bijvoorbeeld de 'ict-puzzel voor het onderwijs' en de 'visieversneller' aan.
- ▲ **Valkuil:** vermijd in deze fase zoveel mogelijk discussies over de makkelijke dingen zoals hoeveel devices of welk dashboard je nodig hebt. In deze stap moet het juist gaan over de manier waarop je onderwijs wilt vormgeven en welke rol je technologie daarin wilt geven.

B. Stel samen met je onderwijsteam vast wat voor jullie de juiste toepassing, rol en gewicht van adaptief leer materiaal in het leerproces is. Daarbij hoort ook een discussie over welke data je wilt verzamelen en waarvoor je die data wilt gebruiken. Zowel tijdens het onderwijsproces als om het onderwijsproces te verbeteren. Bepaal een passende, elkaar versterkende *blend* tussen digitaal, foliomateriaal en activiteiten.



- **Tip:** bepaal je meerjarig leermiddelenbeleid. Is dat in lijn met de visie op het onderwijs? In welk tempo verandert de *blend*? En wat zijn daarvan de consequenties? Bijvoorbeeld voor de vaardigheden die leraren nodig hebben en de invloed op je ict-infrastructuur?
- ▲ **Valkuil:** de discussie over welke technologie nodig is, kan verzanden doordat de eerdere discussie over je pedagogische visie op maatwerk niet volledig is gevoerd. Ter illustratie: als iemand fel tegen tablets is, komt dat misschien omdat tabletgebruik niet past in zijn beeld van goed onderwijs.



C. Heb je zo samen je onderwijskaders bepaald en vastgesteld waar je over drie of misschien vijf jaar wilt zijn? Maak hiervoor samen met je ict-verantwoordelijke een roadmap of implementatieplan, waarin helder beschreven staat wat je op welk moment gaat doen.

- **Tip:** deel je implementatieplan in kleine, behapbare en overzichtelijke stappen op. Benoem ambitieuze maar haalbare doelen per schooljaar en bouw duidelijke evaluatiemomenten in. Laat je hierbij informeren en inspireren door de technologieën uit de ingevulde Hype Cycle en de samenhang ervan uit de Benefit Map.

- ▲ **Valkuil:** laat je niet afschrikken door alles wat er moet gebeuren en kies er ook voor om sommige dingen nog niet te doen.

2. Ga op reis en stel indien nodig je ambitie bij

Veel scholen zijn al bezig met adaptieve leermiddelen en doen hiermee noodzakelijke kennis en ervaring op. Deze ervaringen wil je binnen je onderwijsteam met elkaar kunnen vergelijken zodat je zoveel mogelijk van elkaar leert. Structureer dit proces als volgt:

A. Bepaal van tevoren hoe en binnen welke randvoorwaarden en kaders je een adaptief leermiddel gaat inzetten.

- **Tip:** denk van tevoren na welke informatie je nodig hebt in je leerproces om je onderwijs te kunnen plannen, monitoren en verbeteren. En uit welk (soort) leermiddelen je de benodigde data veilig kunt halen.



- ▲ **Valkuil:** het verzamelen van (zoveel mogelijk) data zonder duidelijk doel en zonder dat je het koppelt aan mogelijke interventies in het leerproces. Ga met elkaar na wie wat wanneer gaat doen met beschikbare informatie.

- ▲ **Valkuil:** het blijven wachten op het ultieme leermiddel dat al jouw problemen gaat oplossen of het zelf bouwen van het ultieme dashboard. Beter is gewoon alvast te beginnen en te leren op basis van technologie die er nu al is en die je misschien kunt helpen verbeteren. Hieruit kun je ook voordeel behalen.

B. Denk bij investering in (maatwerk)technologie na over de interoperabiliteit met achterliggende systemen en standaardisatie van koppelingen. Zodat je data over groepsindeling, profielkeuzes of behaalde resultaten maar één keer vastlegt en goed kunt gebruiken bij het organiseren van maatwerk.



- **Tip:** stel eisen aan producten die je selecteert en onderzoek of die de data kunnen leveren die jij nodig hebt. Zoek ook goed uit of uitwisseling met andere systemen op basis van standaarden wordt ondersteund. Dit moet op termijn een expliciet onderdeel worden van je inkoopbeleid en moet dan bij elke investering geborgd zijn, zodat je je op termijn kunt verzekeren van soepel samenwerkende systemen.
 - ▲ **Valkuil:** verwacht niet dat alle onderwijssoftware standaarden zonder meer ondersteunt. Vooral uitwisseling van leerresultaten en het verkrijgen van overzicht in een dashboard zijn hiervan afhankelijk. Maak daarom van tevoren afspraken over standaard gegevensuitwisseling. Zo voorkom je dat je leverancier onverwachte kosten in rekening brengt of dit niet op orde heeft.
- C. Zorg ervoor dat je praktijkervaringen kunt vergelijken en voorkom geïsoleerde experimenten. Zet in op bredere implementatie, bijvoorbeeld bij één vak in één leerjaar. Zo optimaliseer je het leerproces stapsgewijs en continu met elkaar.
- **Tip:** geef je onderwijsteam tijd en ruimte om het leerproces te optimaliseren. Dit kan bijvoorbeeld in een wekelijks terugkerend overleg waarbij je zoveel mogelijk leraren betreft. Belangrijk is dat je de doelstellingen die je voor maatwerk formuleert, tijdens deze overleggen bespreekt en evalueert. En dat je afspraken maakt over noodzakelijke aanpassingen in de aanpak.
 - **Tip:** als het goed gaat, zorgen adaptieve leermiddelen ervoor dat leraren tijd beschikbaar krijgen omdat een deel van hun taken wordt overgenomen. Bespreek met hen hoe zij deze tijd kunnen invullen met aandacht voor zaken zoals complexe denkvaardigheden of het verdiepen van de leerling-leraar relatie.
 - **Tip:** zet kleine stapjes waarmee je je niet compleet vastzet en sta jezelf toe te leren van voortschrijdend inzicht en doelen bij te stellen en/of plannen aan te passen.
 - ▲ **Valkuil:** het bespreken van praktijkervaringen zonder dat je beoordeelt of doelstellingen worden gehaald en daadwerkelijke verbeteracties worden gekoppeld aan geconstateerde knelpunten. Hierdoor stagneert optimalisatie van het leerproces.
- D. Stel je roadmap bij als blijkt dat bepaalde keuzes in middelen, onderwijs of dataverzameling niet het gewenste effect hebben. Accepteer dat je daarmee misschien ook je stip op de horizon moet aanpassen.
- **Tip:** richt binnen het bestuur een proces in waarmee je continu kunt leren van praktijkervaringen, observaties en andere bevindingen op scholen en op basis waarvan je je roadmap kunt bijstellen. Een klassiek meerjarenplan biedt hiervoor onvoldoende flexibiliteit.
 - ▲ **Valkuil:** het krampachtig vasthouden aan het plan en geen ruimte bieden voor voortschrijdend inzicht en aanpassing van de koers.





3. Regel de randvoorwaarden voor je reis

Je kunt je ambitie op het gebied van maatwerktechnologie alleen waarmaken als alles rond die technologie optimaal functioneert. Een betrouwbare, veilige ict-infrastructuur is hiervoor een noodzakelijk fundament.

A. Investeer daarom compromisloos in wifi, internetverbinding, de inrichting van cloudplatforms, devices en mobile device management. Je weet dan zeker dat de gebruikerservaring met maatwerktechnologie niet wordt vertroebeld door bijvoorbeeld een haperende internetverbinding.

- **Tip:** formuleer een strategie voor cloudmigratie. Vraag je hierbij het volgende af: welke toepassingen draaien al in de cloud en zijn ze goed geïntegreerd? Zijn er nog toepassingen die je moet migreren? Welke meerjarige planning heb je daarvoor zodat dubbele licentie-

kosten of technische voorzieningen zo snel mogelijk wegvallen?
Houdt deze planning voldoende rekening met je andere ambities?

- ▲ **Valkuil:** de implementatie van infrastructuurtechnologie is lastig en niet per se goedkoop, en wordt daarom nogal eens uitgesteld. Je kunt en moet dit echter 100% goed regelen. Maak daarom gebruik van professionals, leun op hun kennis en knowhow, en zet producten in van zakelijke kwaliteit die passen bij de afhankelijkheid van deze technologie in de school.

B. Richt je informatiebeveiliging en privacybeleid goed in. Maak hiertoe goede afspraken met je leveranciers.

- **Tip:** zorg ervoor dat je leveranciers het privacyconvenant hebben ondertekend. En dat er een verwerkersovereenkomst is met elke leverancier.
- **Tip:** voorkom dat leraren voor hun lessen zelfgekozen apps gebruiken waarin persoonsgegevens van leerlingen worden opgeslagen terwijl hiervoor geen bewerkersovereenkomst met de school is. Dit is niet toegestaan en de school is hiervoor verantwoordelijk. Vertel leraren duidelijk welke apps wel zijn toegestaan.
- ▲ **Valkuil:** denk niet dat je er bent als je een convenant hebt ondertekend en afspraken hebt gemaakt. Het gaat om bewustzijn binnen de hele schoolorganisatie.



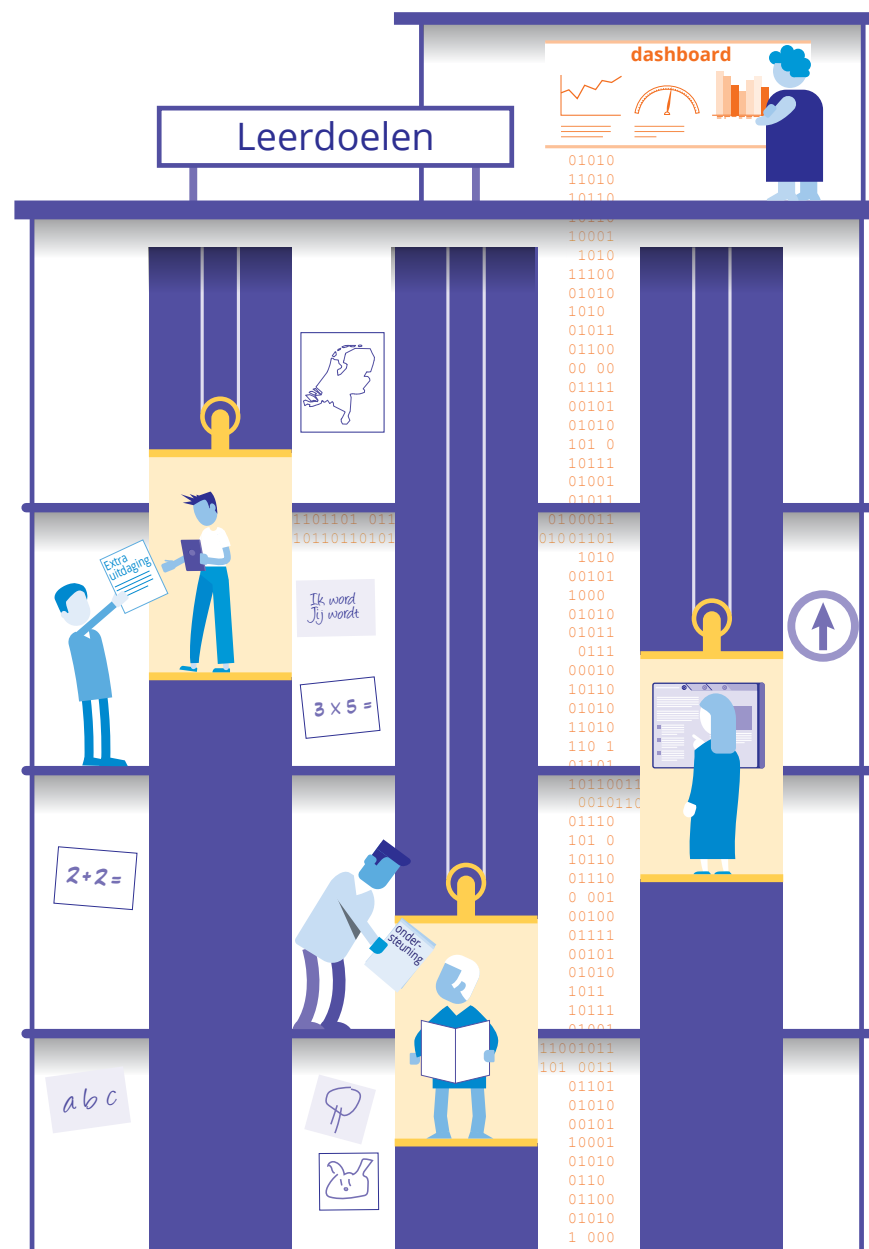
2.3 Maatwerk op individueel niveau: vraagstukken voor het onderwijs

Maatwerk – en de technologie die dit ondersteunt – beïnvloedt de organisatie van het onderwijs. Eerst door optimalisatie van het huidige onderwijsproces, later door het loslaten van dit proces en het transformeren naar een meer flexibel onderwijssysteem. Deze optimalisatieslag – en vervolgens transformatie - heeft vanzelfsprekend gevolgen voor het leer- en onderwijsproces, de vaardigheden van mensen in verschillende rollen en de ict-inrichting.

In deze paragraaf schetsen we de belangrijkste vraagstukken en de gevolgen die daarmee gepaard gaan. We schrijven natuurlijk niet voor hoe onderwijs eruit moet zien, wel met welke vraagstukken de school aan de slag moet.

2.3.1 Wil je differentiëren in de tijd die een leerling aan verschillende vakken besteedt?

Binnen afzienbare tijd wordt relevante data van een leerling uit alle digitale leermiddelen overzichtelijk getoond in een vakoverstijgend dashboard. Een inzicht dat wordt getoond op zo'n dashboard kan zijn dat een leerling meer tijd moet besteden aan rekenen of wiskunde, dan aan taal. Een rooster waarin elke leerling hetzelfde aantal uren kan besteden aan elk vak, voorziet niet in die behoefte. De rol van een leermiddel beperkt zich in zo'n situatie tot het op niveau aanbieden van oefeningen. Uiteindelijk worden de verschillen tussen leerlingen dan wellicht alleen maar groter. Wil je écht maatwerk op individueel niveau



bieden? Dan moet je als school een keuze maken over de manier waarop leerlingen kunnen variëren in de hoeveelheid tijd die ze aan een vak mogen besteden om op een bepaald niveau te komen.

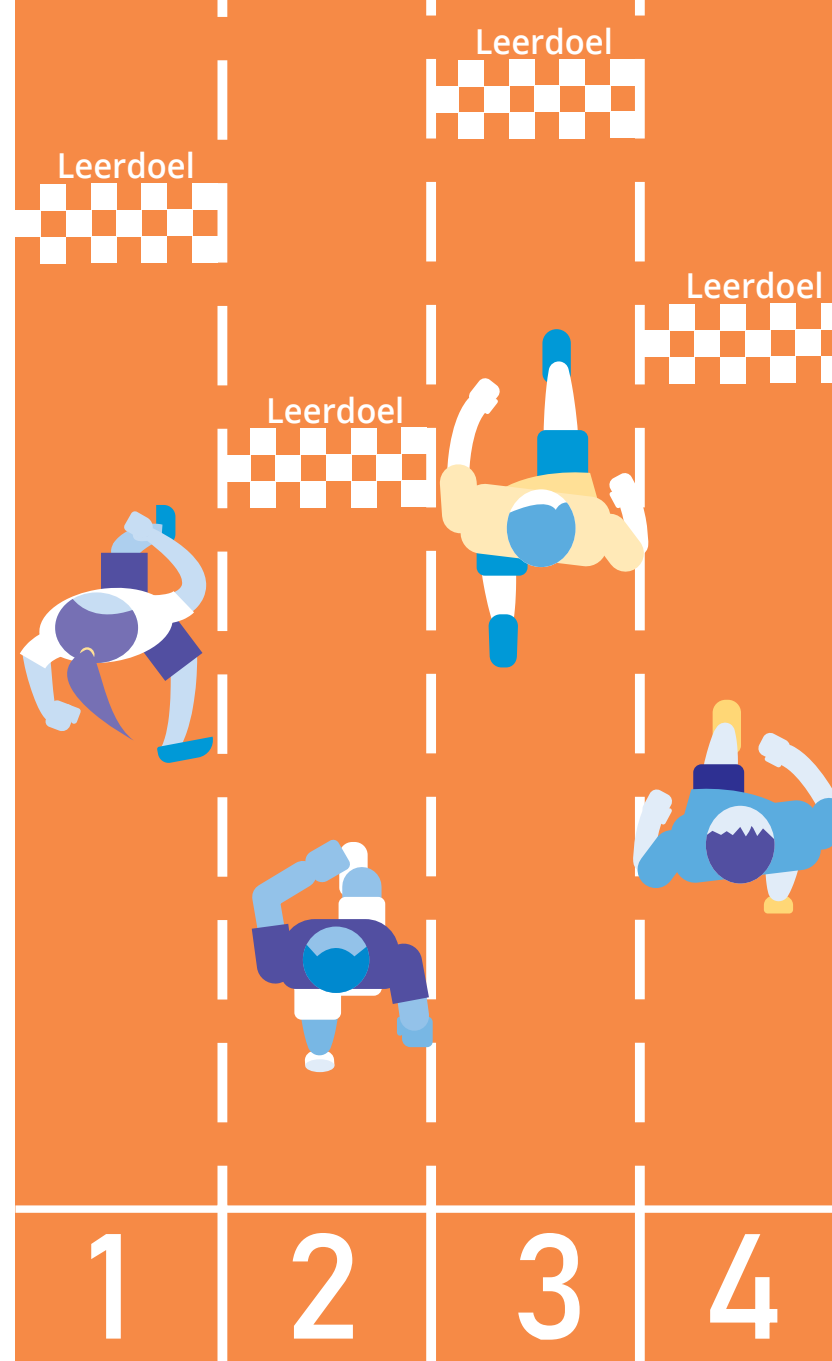
Overweging: denk na over hoe je maatwerk wilt organiseren en faciliteren

Je kunt een leerling bijvoorbeeld de mogelijkheid bieden langer op school te zijn. Of besteed minder tijd aan bijvoorbeeld taal als een leerling daar al goed op scoort. Je kunt ook kiezen voor een per leerling wisselend eindniveau passend bij talent en ambitie.

2.3.2 Wil je dat leerlingen op eigen niveau, tempo en manier het leerproces kunnen doorlopen?

Sommige leerlingen hebben meer tijd en begeleiding nodig om leerstof te begrijpen dan andere. Adaptief leermateriaal en vakoverstijgende dashboards helpen deze verschillen inzichtelijk te maken. Ligt al voor een geheel jaar vast wat er in verschillende periodes aan bod komt en wanneer dat wordt getoetst? Dan is er slechts beperkte ruimte om leerlingen sneller of langzamer door de stof te laten gaan. Elke leerling moet dan wat leerdoelen betreft aan het einde van het jaar op precies hetzelfde eindpunt zijn, zodat een leraar in het volgende leerjaar hierop kan voortborduren. Als je meer maatwerk wilt bieden, moet je ook overwegen om dit soort organisatiestructuren los te laten.

We onderscheiden in het onderwijs twee verschillende soorten van differentiatie. Bij convergerende differentiatie spits je het onderwijs toe op de verschillende behoeftes van leerlingen om ze uiteindelijk allemaal hetzelfde leerdoel te laten halen. Bij divergerende differentiatie



werken leerlingen naar verschillende leerdoelen toe. Beide vormen van differentiatie hebben een positief effect op de leerprestaties.

Divergerend differentiëren vraagt om de grootste veranderingen in de organisatie van je onderwijs, omdat je de verschillen tussen leerlingen groter laat worden. Leerlingen van dezelfde leeftijd zijn dan bijvoorbeeld op hetzelfde moment in het jaar met verschillende leerdoelen bezig. Het leerproces vastleggen, daar zicht op houden en passende leeractiviteiten organiseren voor individuele leerlingen kan dan veel van de organisatie vragen. Technologie helpt daarbij door oefeningen op maat aan te bieden. Het overzichtelijk ordenen van voortgang van leerlingen in vak-overstijgende dashboards is vervolgens cruciaal om grip te houden op waar leerlingen staan. Je neemt veel meer kortcyclische beslissingen op basis van de huidige inzichten in voortgang en er is veel minder sturing op basis van een vaste planning. Uit onderzoek blijkt echter ook dat convergerende differentiatie motiverend kan werken voor leerlingen. Dat effect lijkt zelfs groter te zijn dan bij onderwijs dat alleen gericht is op divergerende differentiatie. Ook is het mogelijk om convergerende bij sommige, en divergerende differentiatie bij andere leerdomeinen toe te passen.

Maatwerk vereist heroverweging van bestaande organisatiestructuren

Wettelijke kaders en overgang tussen onderwijssectoren van leerlingen zorgen ervoor dat je een convergerend eindpunt niet geheel los kunt laten. Ze vormen een beperking op de reikwijdte van beslissingen die je kunt nemen. Maar in de jaren die een leerling doorbrengt op een school is er wel ruimte voor andere keuzes.

Overweging: zorg voor goede communicatie tussen teamleden

Kies je ervoor om het convergerend eindpunt los te laten? Dan kunnen leraren die later met een leerling werken er niet meer op rekenen dat leerlingen op elk moment met dezelfde inhoud bezig zijn. De overdracht tussen leraren wordt dan een essentieel onderdeel. Dit gaat dan niet meer per klas, maar per leerling. Leg dus het leerproces en het individuele niveau per leerling goed vast en zorg ervoor dat je heldere afspraken maakt over hoe je die informatie overdraagt.

2.3.3 Sluiten formatieve en summatieve toetsing voldoende op elkaar aan?

Adaptief leermateriaal past zogenaamde formatieve toetsing toe zodat je voortdurend inzicht hebt in de prestaties en het beheersingsniveau van de leerling. Het zijn toetsen die tijdens het leren met een hoge frequentie plaatsvinden en die worden gebruikt om te bepalen hoe het leerproces van de leerling het beste vorm kan krijgen. De toetsresultaten, gecombineerd met de dagelijkse indrukken van de leerling, geven over meerdere jaren een zorgvuldig beeld van het leerproces van een leerling. Toch blijven summatieve toetsen noodzakelijk. En niet alleen vanwege de waarde die de samenleving en het onderwijssysteem hecht aan normering, certificering en verantwoording. Maar vooral omdat de kans op goede leerprestaties toeneemt als je summatief en formatief in samenhang bekijkt en ontwikkelt.

Voor een summatieve eindtoets moet je eerst eindtermen, kerndoelen en beoogde leereffecten definiëren. Met andere woorden: wat moeten leerlingen aan het eind van bijvoorbeeld de basisschool of een opleiding kennen en kunnen? Dit operationaliseer je door een examenprogramma





met normen en toets-items te ontwikkelen en vast te stellen. Dat is het summatieve proces. Op basis van deze vastlegging van eindtermen, kerndoelen en leereffecten kan het onderwijs vorm worden gegeven. Je stippelt de weg uit naar hoe die bereikt kunnen worden: dit is het formatieve proces. Daarin maak je ook keuzes over middelen, methodes en vorm, wat weer resulteert in het curriculum.

Overweging: stem summatieve toetsing en het formatieve proces goed op elkaar af

Als summatieve toetsen en het formatieve proces goed op elkaar afgestemd zijn, worden ook de eventuele verschillen tussen de uitkomsten kleiner. Daarmee zou de frequentie van summatieve toetsen op termijn

omlaag kunnen en zullen de resultaten veel meer op elkaar aansluiten. Begin dus met opstellen van de doelen die je in summatieve toetsen wilt gaan toetsen. Bedenk daarna per doel welke middelen je wilt gebruiken om die doelen aan te leren. Daarin zul je een mix van middelen, werkvormen en activiteiten moeten gebruiken. Je kunt adaptief leer materiaal immers alleen effectief inzetten voor eenvoudige denkvaardigheden. Summatieve toetsen gebruik je dan niet alleen om aan het eind te toetsen maar ook voor de inrichting van het formatieve proces.



2.3.4 Past het vaardigheidsniveau van je leraren bij de middelen die je gebruikt voor het verzorgen van maatwerk?

Het leveren van maatwerk met gebruik van adaptieve leermiddelen vereist meer dan een basisniveau van ict-vaardigheden en kennis en ervaring. Leraren moeten met de middelen kunnen werken, maar de informatie hieruit ook goed kunnen interpreteren en omzetten naar effectieve handelingen.

Algoritmes nemen kleine didactische beslissingen in het leerproces van elke leerling

Overweging: zorg dat leraren goed kunnen omgaan met voortgangsinformatie uit dashboards in adaptieve leermiddelen en wissel ervaringen uit

Ter illustratie: slimme inzet van een dashboard geeft een leraar sneller zicht op de vorderingen in de klas. Op basis hiervan kan hij effectiever de juiste interventies kiezen en plannen. Alleen de technologie aanschaffen werkt niet, hij moet wél weten hoe hij een dashboard optimaal benut bij het kiezen van interventies. Een korte training bij aanvang van het schooljaar is hiervoor niet afdoende. Belangrijk is dat ook tijdens de implementatie tijd voor scholing wordt vrijgemaakt. Er is ook tijd nodig om het middel in de praktijk te doorgronden en ervaringen uit te wisselen met collega's.

2.3.5 Past het vaardigheidsniveau van je ict-ondersteuning bij je visie op maatwerk?

Maatwerk op individueel niveau vraagt om een gedegen aanpak op verschillende aspecten. Als de onderliggende technologie niet werkt, of niet goed aansluit op maatwerk op individueel niveau, heeft dit direct

impact op het leerproces. Het verandert daarmee ook de rol van ict-verantwoordelijken binnen een school of bestuur. Hun taak is niet meer het oplossen van kleine dagelijkse problemen. Ook niet: welke devices zouden we moeten aanschaffen? Dat is te beperkt. Wel: welke combinatie van technologie kunnen we benutten om onze visie op maatwerk uit te kunnen voeren? Het is de taak van de ict-verantwoordelijke om dit soort dingen uit te zoeken en met een investerings- en implementatieplan te komen.

Overweging: investeer in ict-deskundigheid en denk na over de veranderende rol van je ict-verantwoordelijke

Naast het verbeteren van vaardigheden van je onderwijsteam, moet je ook tijd en geld steken in professionalisering van je ict-deskundigheid. De ict-verantwoordelijken moeten – in samenwerking met de schoolleiders – op beleidsniveau nadenken over hoe zij de ambities voor het onderwijs binnen het bestuur kunnen ondersteunen, met de juiste inzet van ict.

De ict-verantwoordelijken maken een investerings- en implementatieplan

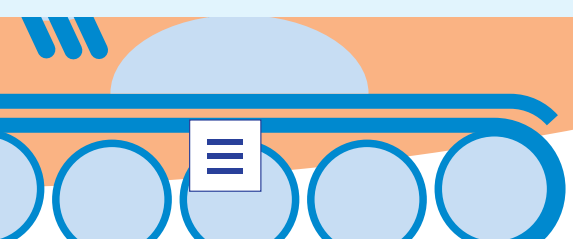
Daarnaast organiseren ze begeleiding van leraren bij de implementatie van ict in het leerproces binnen de scholen. Het ict-beleidsplan dat dit beschrijft, moet jaarlijks tegen het licht worden gehouden om te kijken of het nog aansluit bij de onderwijsambitie.





Hoofdstuk 3

Leven, leren en werken met artificial intelligence





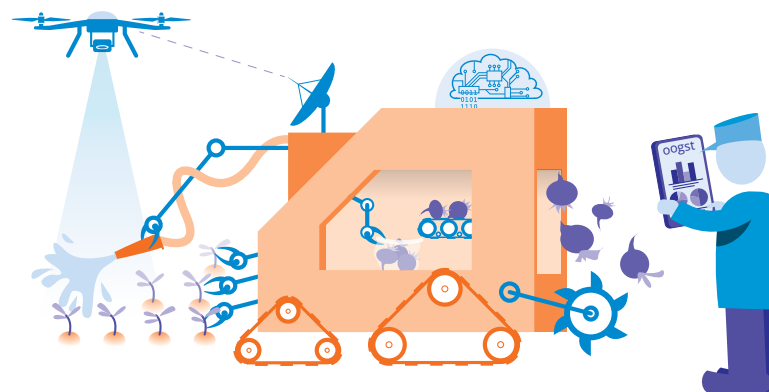
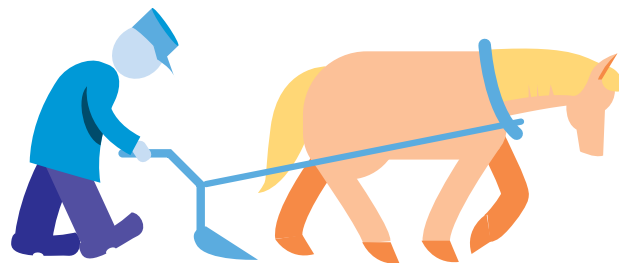
3.1 Leven, leren en werken met artificial intelligence in een notendop

3.1.1 Van spierkracht- naar denkrachtmachines

Sinds mensenheugenis maken we gebruik van gereedschap om onze spierkracht aan te vullen. Soms is zo'n middel zo fundamenteel dat het een vliegwiel vormt voor allerlei nieuwe innovaties. Denk aan de uitvinding van het wiel of recenter de introductie van de stoommachine of elektriciteit. Met kunstmatige intelligentie of artificial intelligence (AI) hebben we opnieuw zo'n middel uitgevonden. Alleen nu niet om onze spierkracht, maar om onze denkracht te ondersteunen.

We leiden leerlingen op voor een zinvol bestaan in een complexe wereld

Artificial intelligence is aan een opmars bezig met ingrijpende gevolgen in onze maatschappij en in ons onderwijs. Hoewel er nog een lange weg te gaan is, zijn de gevolgen in specifieke taken en beroepen al zichtbaar. Bestaande beroepen veranderen en nieuwe ontstaan. Ook in het onderwijs nemen adaptieve leermiddelen al routinematige onderwijstaken over. En dat is nog maar het begin: AI-toepassingen kunnen steeds completer het leerproces van een leerling volgen en op basis van analyses en voorspellingen, gerichte feedback geven en aanpassingen voorstellen in de leerroute. Leraren kunnen zich hierdoor nog meer richten op begeleiding en coaching. Bijvoorbeeld bij het aanleren van sociaal-emotionele vaardigheden, die leerlingen in de toekomst meer dan ooit nodig hebben. Zo leiden we leerlingen niet alleen op voor een beroep, maar ook voor een zinvol bestaan in een complexe wereld. Daarmee heeft AI zowel de



potentie om het onderwijs beter te maken, als om het beroep van leraar aantrekkelijker te maken.

Opfrisser nodig over AI? Lees paragraaf 1.2.1 nog eens.

Denkkrachtmachines hebben kaders nodig

Alle nieuwe gereedschappen die ons leven verbeteren, brengen risico's met zich mee. Elektrische apparaten brengen naast gemak in het huishouden het risico op brand. Auto's bieden mobiliteit maar eisen ook verkeersslachtoffers. Door afspraken – brandveiligheidsnormen en verkeersregels – kunnen we die gereedschappen veilig gebruiken met acceptabele risico's. Dergelijke afspraken zijn ook nodig voor AI. Omdat AI nog sterk in ontwikkeling is, zijn de kaders waarbinnen deze technologie kan en mag acteren nog onvoldoende uitgekristalliseerd. Ook in het onderwijs kunnen we door discussies te voeren invloed uitoefenen op een passende rolverdeling tussen mens en technologie. Zodat we de kracht van AI volop en ethisch verantwoord benutten.

Artificial intelligence in de maatschappij: leven en werken

Artificial intelligence is overal. Het helpt de politie bij het voorspellen van woninginbraken of artsen bij het kiezen van de meest effectieve behandel-methode voor kankerpatiënten. In de toekomst neemt de invloed van AI en robotisering verder toe. Zo zullen robots operaties uitvoeren en algoritmen de gevolgen van nieuw overheidsbeleid voorspellen. Mensenwerk zal zich toespitsen op die taken en functies waar machines nog niet rendabel of effectief inzetbaar zijn, zoals het met beleid oppakken van voorwerpen. De juiste hoeveelheid druk toepassen op telkens verschillende objecten is bijvoorbeeld heel ingewikkeld voor een robot. Vooral waar sprake is van

routinematige of zelfs ingewikkelde taken die zich goed laten vangen in algoritmes, zullen beroepen veranderen. Denk aan belastingadviseurs, magazijnmedewerkers en accountants. Deze beroepen worden ondersteund met AI-analyses zodat mensen zich kunnen richten op onderscheidende activiteiten zoals beslissingen en handelingen waarbij empathie en moreel besef belangrijk zijn.

Over 25 jaar hebben robots en AI-systemen veel taken overgenomen

Artificial intelligence in het onderwijs: leren

De impact van AI op de maatschappij zal ook in het onderwijs zichtbaar zijn: zowel in wat we leren (de inhoud van het curriculum), hoe we leren (op welke manier en met welke middelen) als hoe we het onderwijs organiseren (op welke plaats en op welk moment) en de keuzes die we maken over leerlingen, vakken en scholen.

Leerinhoud bereidt voor op een maatschappij met AI

Leerlingen moeten de kennis en vaardigheden opdoen die hen voorbereiden op een maatschappij vol AI. Ze moeten snappen wat het betekent om mens te zijn in een wereld waarin je voortdurend met AI in aanraking komt. En hoe ze kunnen omgaan met suggesties van AI-analyses. Dat betekent nogal wat voor het onderwijs. Welk fundament voor leven en werken wil je leerlingen in het basisonderwijs meegeven? Op welke beroepen oriënteer je je in het voortgezet onderwijs? Hoe ontwikkelen mbo-opleidingen zich, rekening houdend met de impact van AI op beroepen? En welk perspectief biedt dat studenten op een carrière in dat vak? Lastige, maar relevante vragen voor besturen vandaag.



Sociaal-emotionele versus denkvaardigheden

Adaptieve leermiddelen beperken zich tot eenvoudige denkvaardigheden, zoals onthouden, begrijpen en toepassen. Denk aan het automatiseren van werkwoordspelling of rekenen.

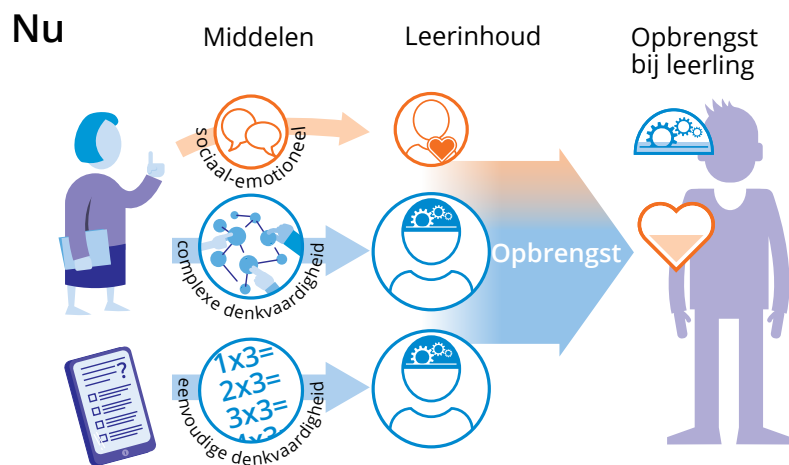
In dit hoofdstuk trekken we de lijn wat verder door naar toekomstige AI-systemen die gedetailleerde kennis hebben over een vakgebied. Die 'begrijpen' wat leerlingen zeggen of schrijven en zo een veel breder palet aan leeractiviteiten analyseren en ondersteunen. Daarmee begeeft AI zich op het terrein van complexe denkvaardigheden, zoals analyseren, reflecteren, evalueren en toepassen in nieuwe situaties. Wanneer AI het aanleren van het totale pakket aan eenvoudige en complexe denkvaardigheden ondersteunt, blijven er voor de leraar belangrijke taken over. Denk aan het aanleren van sociaal-emotionele vaardigheden, de leerling begeleiden in zijn leerproces waar nodig en het organiseren van authentieke, contextrijke leerervaringen. Deze ervaringen bieden context en relevantie aan de geleerde kennis en vaardigheden.

Als je een complexe taak zoals onderwijzen automatiseert, is het belangrijk om goed te overwegen welke deeltaken AI overneemt en welke deeltaken de leraar uitvoert. En of er onbedoeld geen deeltaken tussen wal en schip vallen. Ter illustratie: door handdroogmachines in openbare toiletten kun je altijd je handen drogen en hoef je nooit meer doekjes bij te vullen. Maar je kunt nu niet meer je gezicht opfrissen en afdrogen.

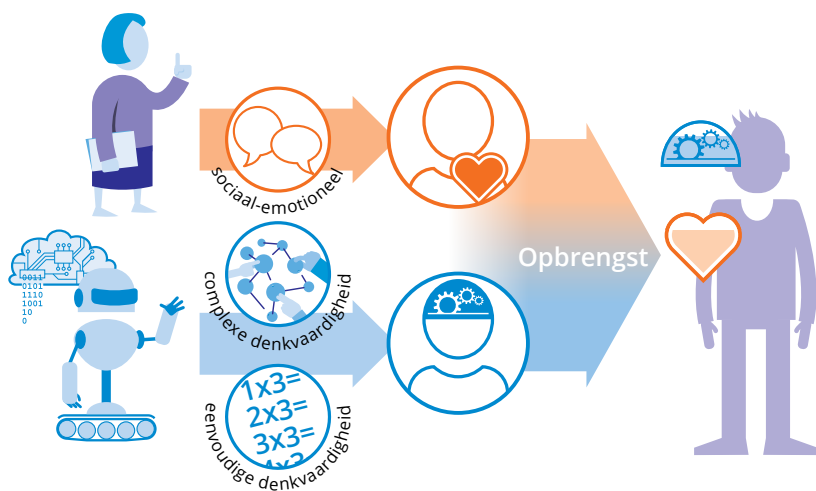
Als je constateert dat een belangrijk deel van de onderwijstaak wegvalt, kun je aanvullende maatregelen nemen. Of ervoor kiezen de taak niet te automatiseren. Een AI-systeem zou zelfstandig feedback kunnen verzorgen over opbouw en taalgebruik bij het schrijven van een zakelijke brief. Maar het geven van effectieve mondelinge feedback, of het in ontvangst nemen van negatieve feedback leer je pas echt als je het face-to-face oefent met elkaar. Hoe ga je om met een klasgenoot die in huilen uitbarst als je haar brief negatief beoordeelt? Vatte ze het anders op dan je bedoelde? Had je andere woorden kunnen gebruiken? Een leraar kan leerlingen helpen een spiegel voor te houden en hierover in gesprek te gaan. Juist daarin zijn leraren van cruciaal belang.

De verwachting is dat de stap naar het ondersteunen van steeds meer vaardigheden geleidelijk zal gaan. Van adaptieve leermiddelen voor eenvoudige denkvaardigheden breidt de toepassing zich uit naar ondersteuning van complexe denkvaardigheden. Eerst per vak, maar later ook integraal voor meerdere vakken, om deze ondersteuning tenslotte ook aan te vullen met informatie over sociaal-emotionele vaardigheden.





Straks



Leermiddelen ondersteunen complexere denkvaardigheden

Adaptief leermateriaal biedt nu maatwerk op individueel niveau en ondersteunt het ontwikkelen van eenvoudige denkvaardigheden. Artificial intelligence ontwikkelt zich snel en zal de mogelijkheden van leermiddelen vergroten om het denkproces van een leerling beter te kunnen volgen en begrijpen en daardoor maatwerk te bieden op individueel niveau. AI-technologie wordt al in nicheproducten ingezet voor ondersteuning bij het nakijken van open opgaven. Hierin kan AI al wel technisch, maar nog niet begrijpend lezen. Het kan bijvoorbeeld woorden tellen en grammatica checken, maar niet beoordelen wat de bedoeling, onderbouwing en opbouw van een stelopdracht is. Hiermee wordt echter al wel geëxperimenteerd. Het is een kwestie van tijd voor we ook het aanleren van complexere denkvaardigheden in volwassen Nederlandse onderwijsproducten zullen aantreffen.

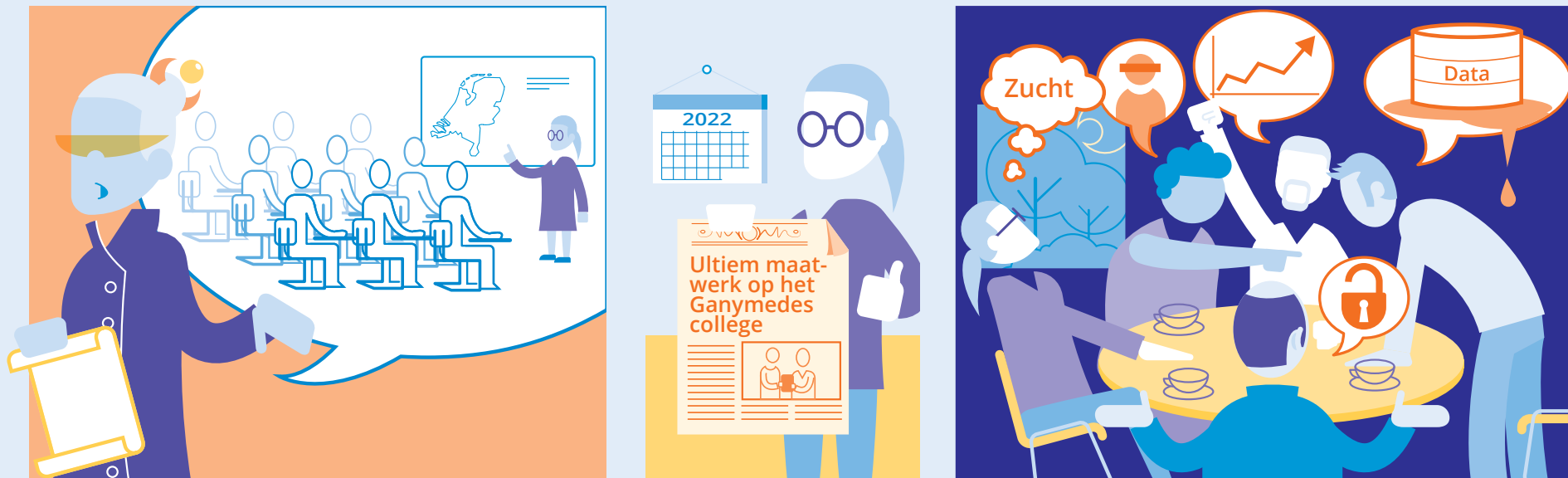
De leraar kan betere beslissingen nemen en meer tijd besteden aan begeleiding

Leerproces wordt op leerrouteniveau ondersteund

Momenteel biedt adaptief leermateriaal mogelijkheden voor maatwerk op het niveau van een leermiddel of vak. Deze toekomstschets – die verder in de toekomst kijkt – gaat over de doorontwikkeling naar maatwerk op leerrouteniveau. Op basis van analyses van gedrag en resultaten en voorspellingen over waar dit toe kan leiden, geeft AI per leerling gerichte feedback, doet aanbevelingen voor vervolgstappen en helpt potentiële risico's voor ontwikkeling in de kiem te smoren. De leraar wordt zo ondersteund, kan betere beslissingen nemen en meer



Een verhaal over onderwijs met AI: de afscheidsspeech van directrice Kepler, juni 2042



Lieve collega's, leerlingen en ouders, wat een mooie tijd heb ik hier beleefd. Weten jullie nog dat maatwerk zo in opkomst was? Jullie kunnen het je waarschijnlijk nauwelijks voorstellen, maar toen ik als docent begon, gaven we dezelfde les aan 30 leerlingen tegelijk. In één lokaal volgden ze, 30 minuten lang één vak. In de jaren '10 en '20 kwam daar verandering in. Dankzij nieuwe technologie hoefde niet iedere leerling meer hetzelfde te doen op hetzelfde moment en op dezelfde plek. Wij waren één van de eerste scholen die individuele leerroutes gingen ondersteunen. Wat waren we trots dat we daarmee de krant haalden!

Maar het ging niet allemaal vanzelf. Leerlingen ontdekten hoe zij systemen konden foppen. Er was flink wat gedoe over beveiliging van leerlinggegevens. En niet alle medewerkers konden eraan wennen dat ze niet meer lekker 30 minuten over hun vakgebied konden vertellen. Met pijn in mijn hart voerde ik gesprekken met collega's die er geen zin meer in hadden. Of simpelweg niet konden meekomen.

Ik kan me de discussies tijdens één van onze heisessies nog goed herinneren. Ik hoor Rob nóg zeggen: "Ik wil die slimme spullen helemaal niet in huis hebben, met al dat nieuws over gehackte data. Ik wil thuis ook niet constant bespied worden. En dat wil ik ook niet voor mijn leerlingen!" Ik vóelde de frustratie van sommige collega's over de in hun ogen naïeve houding over AI-technologie. En andersom waren voorstanders gefrustreerd over wat zij doemdenkerij noemden. Onze ideeën lagen nog mijlenver uit elkaar.

Tijdens de volgende heisessie heb ik de discussie omgedraaid. Ik vroeg iedereen drie redenen te bedenken waarom de inzet van AI-technologie op onze school mis kon gaan. Na al die redenen verkend te hebben, konden we op zoek naar maatregelen om het niet zo ver te laten komen. Dat hielp om weer samen op te trekken. En toen we eenmaal samen de randvoorwaarden hadden benoemd en gewend raakten aan die technologie ging het hard! Hoewel we het nog vooral gebruikten voor kennisoverdracht en de toepassing van kennis. En digitale vaardigheden werden steeds belangrijker. Ja jongens, ik heb ooit nog smartboard-les gehad. Je weet wel, dat ding dat nu in de toneelruimte staat als rekwisiet!

In de jaren '30 maakten we opnieuw een technologiespurt mee. We kregen overzichten waarin niet alleen de informatie per vak stond, maar over alle vakken. En niet alleen voor feitenkennis en niveau, maar ook over vaardigheden zoals reflectie, creativiteit en samenwerken. Om feitenkennis te beoordelen, gingen we met microfoons en camera's werken waarmee AI het kennisniveau van leerlingen analyseerde en vertaalde naar individuele lesadviezen. Deze technologie staat nu op doorbreken voor de sociaal-emotionele vaardigheden. Ik merk dat we dat opnieuw spannend vinden en ik ben eerlijk gezegd benieuwd welke kant dit op gaat.





Ik weet ook nog wel hoeveel ophef die microfoons en camera's gaven. Ouders wilden ze niet. En privacy-activisten drongen in de Tweede Kamer aan op een referendum. Toch ben ik blij dat we uiteindelijk een manier vonden om netjes met die data om te gaan. Want zonder die inzichten zouden we niet zoveel tijd kunnen besteden aan leerlingbegeleiding. Als beginnend docent had ik echt niet durven dromen dat we leerlingen in hun ontwikkeling zouden kunnen ondersteunen zoals we dat nu kunnen. Want juist het toepassen van kennis in de moderne maatschappij en de interactie met anderen daarin, is zeer waardevol.

En toch heb ook ik af en toe hard gescholden op nieuwe systemen die niet helemaal deden wat we ervan verwachtten. Of gezucht, als bleek dat net afgestudeerde nieuwe collega's bij hun start nog niet goed voorbereid waren. Ik weet nog dat ik eens een stuk ging wielrennen met Aisha, pas afgestudeerd als docent wetenschapsfilosofie. Ze vertelde me hoe ze worstelde. "Ik wil leerlingen in gesprek brengen, discussies veroorzaken, maar ik vind het lastig met al die systemen die we hebben."

Ik vertelde haar dat ik daar ook flink mee heb geworsteld. Maar dat ik al snel merkte dat systemen vooral het vervelende gedeelte van mijn werk overnamen: leerlingen steeds confronteren met wat ze nog moeten doen en controleren of ze hun planning halen. Als docent werd ik veel meer een helper: waarom loopt een leerling vast in een vak? Wat kunnen we anders doen? Daar kon Aisha wel mee uit de voeten. "Vragen stellen over wetenschapsfilosofie, dat lukt wel", lachte ze.

Toen ik zelf op de basisschool zat, moest ik de tafels opdreunen. Na de middelbare school had ik geen idee wat ik met mijn leven wilde. En van het vak dat ik koos, begreep ik pas echt hoe het in elkaar zat, toen ik goed en wel aan het werk was. Mijn kleinkinderen ontdekten nu tijdens hun schooltijd waar hun talenten en interesses liggen. Zonder vooroordelen van hun omgeving over wat ze zouden moeten kunnen of willen. We leiden hen niet alleen op voor een beroep, maar vooral voor een zinvol bestaan in deze ongelofelijk complexe wereld. En dat doet mij zoveel plezier!

We zijn in het diepe gesprongen en hebben gaandeweg geleerd om te zwemmen. Maar er kwamen steeds meer momenten waarop het allemaal niet zo nieuw meer was. Waarna we ons niet meer konden voorstellen hoe het eerder was. Ik ben blij dat ik deze ontwikkelingen met jullie heb mogen doormaken. De komende tijd ga ik lekker reizen en reflecteren op mijn tijd als docent en directeur op deze school. Misschien schrijf ik wel heel ouderwets een boek. Of ga ik toch eens op vakantie naar de Maan. Ik las dat er weer aanbiedingen zijn.

aandacht besteden aan begeleiding en coaching van zijn leerlingen. Het samenbrengen van gegevens uit verschillende systemen met verschillende scoringsschalen in één geïntegreerd overzicht is hiervoor een must. En hoewel dit ingewikkeld is, worden er al stappen in die richting gezet.

Onderwijsorganisatie beter onderbouwd door data en analyses

Een leerproces waarin data en analyses een grote rol spelen, vraagt om een andere rol van leraar, schoolleider, vaksecties en bestuurder. Omdat nakijken van opgaven en administreren van cijfers grotendeels tot het verleden behoren, ontstaat tijd die besteed kan worden aan het beter geïnformeerd nadenken over interventies op leerling-, vak- of zelfs instellingsniveau. Alle beschikbare gegevens uit AI-gebaseerde leermiddelen, verrijkt met aanvullende informatie van de leraar, kunnen we razendsnel verwerken, analyseren en presenteren in dashboards op leerling-, leerjaar-, klas-, school-, instellings- of opleidingsniveau. Met die informatie kunnen we op de verschillende niveaus plannen en monitoren. Voor de leerling ontstaat zo een leerroute waarin hij het beste tot zijn recht komt.

*De leerling volgt een leerroute
waarin hij het beste
tot zijn recht komt*

Vaksecties, schooldirecteuren en bestuurders kunnen beter geïnformeerde beslissingen nemen op een meer overkoepelend niveau. Denk aan het starten van een nieuwe opleiding of schrappen van een opleidingslocatie op basis van bijvoorbeeld teruglopende leerlingaantallen.

Hoe gaat AI ons vooruit brengen in leven, leren en werken?

Daarover gaat dit hoofdstuk. We schetsen eerst een beeld van hoe een gemiddelde schooldag er in de toekomst uit kan zien. Daarna analyseren we in paragraaf 3.2 de belangrijkste technologieën rond artificial intelligence en hoe deze beter, persoonlijker onderwijs kunnen ondersteunen. In paragraaf 3.3 gaan we in op de impact die AI heeft op de schoolleiding, leraren en leerlingen.

3.1.2 Toekomstschets: leven, leren en werken met AI

Hoe de wereld er op termijn precies uitziet weet niemand. Maar dat AI grote impact zal hebben, is zeker. Om de impact te helpen concretiseren, nemen we je mee in een gedachtenexperiment: een toekomstschets van een dag uit het leven van een mbo-student, zijn docent en een opleidingsdirecteur.

De student

De virtuele assistent wekt de student om 7.30 uur en neemt zijn dagplanning met hem door. Hij heeft om 8.30 uur een online bespreking met een medestudent om hun gezamenlijke presentatie van later die dag voor te bereiden. Om 11.00 uur moet hij op school zijn voor een generale repetitie voor een theaterstuk over het einde van de Koude Oorlog, om 13.00 uur geeft hij een presentatie over zijn stage bij een fabrikant van zelfrijdende auto's. De huisrobot heeft op basis van dagindeling en weersvoorspelling al kleding klaargelegd. Op de keukentafel staan een kopje thee en een boterham klaar. Hij bespreekt met zijn vader tijdens het ontbijt hun agenda en die van moeder die al weg is. Ze spreken af wie kookt en hoe laat ze 's avonds samen zullen eten. De huisrobot plaatst intussen de boodschappen die drone Bertus heeft afgeleverd, in de koel- en voorraadkast.





8.00 uur: De virtuele assistent van de student geeft tijdens het ontbijt aan dat hij over 30 minuten zijn online bespreking heeft. De student chat eerst op zijn kamer nog even via de adaptieve leeromgeving met zijn AI-tutor Engels om de vorderingen in zijn opstel te bespreken. Het leermiddel test door middel van vragen in hoeverre hij de eerder besproken leerstof echt begrepen heeft en gaat in op punten die nog minder goed gaan. Het leermiddel maakt daarbij gebruik van tekst- en spraakherkenning en geeft tijdens het gesprek feedback op de uitspraak van de student.

10.00 uur: De student zit met zijn vader in de zelfrijdende auto die op basis van verkeersinformatie, beschikbare routes en planning om 9.57 uur vertrokken is om beiden op tijd op hun plaatsen van bestemming te kunnen afzetten. Vader belt onderweg met oma die op dat moment door haar persoonlijke zorgrobot uit bed getild en geholpen wordt bij het wassen en aankleden. De student gaat eerder naar school omdat hij heeft afgesproken met zijn beste vriend.

10.55 uur: Na samen uitgebreid het voetbal van gisteren geanalyseerd te hebben, loopt hij naar de ruimte waar hij zijn generale repetitie heeft.

Na afloop loopt hij even naar de supermarkt. Zijn drankje wordt automatisch afgerekend, waarna hij terug wandelt en zijn moeder vertelt hoe spannend hij de repetitie vindt.

12.10 uur: Terug op school stelt zijn virtuele assistent voor om in zelf-studieruimte 3A zijn stageverslag af te maken, omdat de deadline morgen is. Van de AI-tutor krijgt hij feedback op taalgebruik, grammatica en opbouw van zijn verslag. Op het hoofdstuk over transmissie scoort hij nog onvoldoende, met hulp van een link naar een verdiepend artikel verbetert hij zijn verslag en levert het in. De videoboodschap van vader en oma in het park ziet hij onderweg naar zijn presentatie bij het stagebedrijf.

De docent

De docent wordt om 8.00 uur gewekt, springt onder de douche en drinkt samen met zijn partner stipt om 8.15 uur een door zijn huisrobot geserveerde espresso voordat hij in zijn geïntegreerd dashboard kijkt hoe zijn studenten het doen en waar ze hulp nodig hebben. Hij beantwoordt enkele videoboodschappen van studenten met specifieke vragen.

8.40 uur: Hij checkt ook de feedback en beoordeling van de AI-tutor over het opstel dat de studenten moesten maken. Hij plant een gesprek in met een student die deze week minder goed presteert en ook minder vaak op school is geweest. Voor een andere student, die nog steeds moeite heeft met grammatica, plant hij een voortgangsafspraak in bij de vakexpert Nederlands. Voor de rest van de studenten bekijkt hij welke stappen de AI-leermiddelen adviseren binnen het vakgebied, maar vooral ook de analyses die AI per studentprofiel heeft gemaakt voor het gehele leerproces en de leerroute die het adviseert. Hij kijkt naar

beoordelingen, feedback van leermiddelen en wat studenten ermee gedaan hebben, controleert vorderingen op sociaal-emotioneel gebied en doet per student persoonlijke suggesties.

10.25 uur: De docent gaat naar school waar hij samen met de vakexpert Engels en tien studenten eerder gemaakte zakelijke brieven bespreekt. Alle studenten hebben van tevoren de opdracht gekregen om drie brieven van andere studenten uit te kiezen en mondeling van feedback te voorzien aan elkaar. Dit wordt vervolgens gezamenlijk besproken. Studenten leren tijdens deze activiteit hoe bepaalde feedback – zowel positief als negatief – over kan komen op anderen. De docent begeleidt het proces, houdt studenten een spiegel voor en geeft tips hoe ze hun feedback goed kunnen onderbouwen.

12.30 uur: De docent luncht op school en vraagt zijn virtuele assistent met andere collega's een videocall in te plannen om de voortgang van zijn mentorstudenten te bespreken. Ter voorbereiding op dit gesprek bekijkt hij de inzichten en adviezen uit het geïntegreerde dashboard alvast.

De opleidingsdirecteur

De opleidingsdirecteur kijkt na zijn ontbijt in zijn werkkamer thuis op zijn dashboard naar de rendementen van opleidingen in voorbereiding op de vergadering van morgen met het college van bestuur. Ook bereidt hij afspraken voor die teamleden met hem hebben ingepland.

8.50 uur: Hij ziet dat de opleiding Magazijnbeheerder nog steeds geliefd is, maar weet dat er steeds minder perspectief is op een baan. Tijdens een bedrijfsbezoek vorige week bleek dat robotisering sterk doorzet in



magazijnen. Daarentegen is er juist meer vraag naar goede, vooral creatieve koks. De koksopleiding zou wel kunnen vernieuwen door nieuwe technologieën beter te integreren. Ook ziet hij dat de personal branding van koks steeds belangrijker wordt.

9.21 uur: Crisis! Een datalek in de adaptieve leeromgeving, gelukkig bleek in een korte videocall dat de ict-afdeling snel maatregelen heeft genomen. Het moet wel direct gemeld worden om boetes en negatieve publiciteit te voorkomen. De opleidingsdirecteur dicteert gelijk een brief voor studenten en ouders aan zijn virtuele assistent.

10.25 uur: Hij vraagt in de online teamomgeving het onderwijsteam van de koksopleiding te onderzoeken in hoeverre deze kan groeien en welke inhoudelijke veranderingen nodig zijn. Zijn virtuele assistent plant alvast de bespreking van de voorstellen in.

13.00 uur: Op de agenda van de teamvergadering Engels staat de evaluatie van het AI-leermiddel dat dit schooljaar voor het eerst is ingezet. Hij vraagt naar hun ervaringen en merkt dat bepaalde aspecten van de oorspronkelijke leer methode beter werkten. Hij onderzoekt samen met zijn docenten of dit een acceptabele trade-off is en welke compenserende maatregelen mogelijk zijn.

3.1.3 Adviezen voor de weg naar AI-ondersteund onderwijs

De verwachte impact van AI op onze samenleving en het onderwijs is ingrijpend en nu al zichtbaar. Welke kansen biedt AI in het waarmaken van ambities en onderwijsdoelen? Hoe kan het je onderwijsvisie helpen waarmaken? En wat is voor jullie een passende taakverdeling tussen

leraar en digitale hulpmiddelen? Denk samen met je onderwijsteam na over de toekomstige rol van AI-technologie in je school. En inventariseer de risico's die hiermee samenhangen. Zodat je toekomstige beslissingen over digitale hulpmiddelen met een gezamenlijk opgesteld kader kunt toetsen. Want de overgang naar een schoolorganisatie waarin mens en technologie naadloos samenwerken, betekent een veranderproces waarin moeilijke beslissingen moeten worden genomen.

1. Bespreek hoe AI jullie onderwijs kan versterken en concretiseer dit

Door zowel utopische als dystopische scenario's te bespreken met het onderwijsteam verplicht je jezelf na te denken over ongemakkelijke vragen die samenhangen met de impact van AI op het dagelijkse onderwijs. Het biedt tegelijk een realitycheck. Want zien jouw collega's wel dezelfde taak en rol voor de leraar en AI weggelegd als jij?

Bepaal een passende taakverdeling tussen leraar en digitale hulpmiddelen

Bekijk met het team per onderwijstaak kritisch of en op welke manier automatisering door AI de ontwikkeling of het welzijn van leerlingen of leraren kan verbeteren of juist zal verslechteren. Hoe zou het leerstofjaarklassensysteem bijvoorbeeld ruimte kunnen bieden aan meer individuele leer routes met behulp van AI? Door deze oefening samen te doen, creëer je nu al draagvlak in het onderwijsteam voor noodzakelijke veranderingen.





2. Onderzoek de concrete impact van AI-producten op school en organisatie

Stel, je onderwijsdoelen zijn: werkdruk verlagen en beter geïnformeerde beslissingen nemen. Hoe kun je AI-technologie daarvoor inzetten? Onderzoek van concrete AI-producten wat de gevolgen zijn voor je onderwijs en of ze bijdragen aan je doelen. Begin bij AI-technologie die nu al wordt gebruikt en die didactische keuzes in het leerproces beïnvloedt. Breid je onderzoek vervolgens uit naar meer geavanceerde technologie. Beoordeel en evalueer investeringen in nieuwe digitale hulpmiddelen op basis van vooraf expliciet gemaakte verwachtingen en doelstellingen. Gebruik ervaringen met wat werkt voor de ontwikkeling van een toetskader en het inrichten van randvoorwaarden. Gebruik onderzoeksresultaten en casestudies, benut ook ervaringen en expertise van andere besturen en betrek marktpartijen. In een doorlopend, cyclisch proces vul je als schoolbestuur steeds concreter in welke rol AI-technologie kan spelen bij het waarmaken van je onderwijsvisie.

3. Randvoorwaarden bij de effectieve toepassing van AI

Een aantal belangrijke randvoorwaarden kun je nu al inrichten. Om een met AI versterkte adaptieve leeromgeving op leerrouteniveau te laten floreren, is actuele data uit het leerproces nodig. Dit betekent dat systemen voldoende, direct inzetbare data moeten kunnen uitwisselen. Een voorwaarde is daarom dat je zoveel mogelijk kiest voor digitale leermiddelen en volgsystemen die gegevensuitwisseling ondersteunen zodat je een integraal beeld van de leerling en diens leerroute hebt. Daarnaast is het belangrijk om heldere afspraken te maken over het gebruik van persoonsgegevens, intern en door derden. Daarmee voer je regie op passende inzet van onderwijsdata en voorkom je privacy-incidenten die wetgeving schenden.





3.2 Leven, leren en werken met artificial intelligence: de technologie

Hoe gaat artificial intelligence (AI) ons leven, leren en werken veranderen? Hoe gaan mens en technologie samenwerken zodat leren zo goed mogelijk kan worden vormgegeven? In dit hoofdstuk lichten we met behulp van drie instrumenten toe welke technologieën rond AI het leerproces de komende jaren gaan transformeren.

De **Hype Cycle** toont de volwassenheid per technologie. Duidelijk zichtbaar is dat bijna alle AI-technologie nog volop in ontwikkeling is, zeker in het onderwijs. Hoewel een concrete vertaling naar het onderwijs lastig is en veel onzekerheden kent, is de ontwikkeling in leven en werken al duidelijk merkbaar.

De **Benefit Map** toont de samenhang tussen technologieën. Er ontstaan drie ketens die in combinatie het onderwijs in staat stellen om optimaal te profiteren van AI-gebaseerde technologie. Een kunstmatig intelligente leeromgeving die voor leerlingen een geïndividualiseerd leerproces organiseert. De cognitieve services die deze leeromgeving tot leven brengen. En het ict-fundament dat de leeromgeving in staat stelt veilig en betrouwbaar te functioneren.

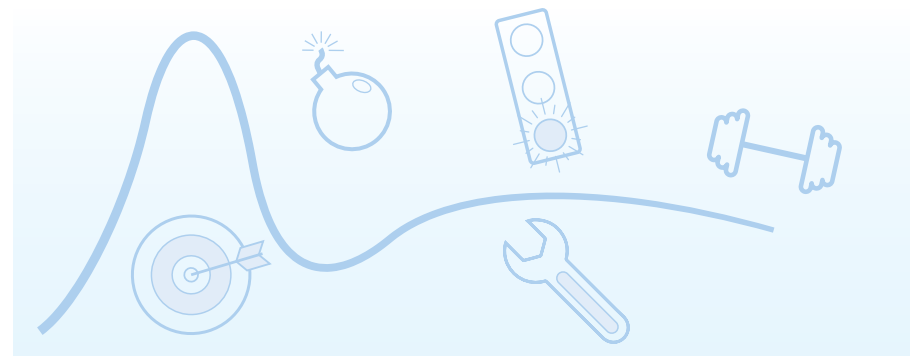
In de **SWOT-analyse** ordenen we de sterke en zwakke punten van AI-technologie en de kansen en bedreigingen daarvan voor het onderwijs. Een adaptieve leeromgeving geeft leraren een dieper en objectiever inzicht

in het leerproces, en – doordat AI routinetaken overneemt – ruimte om zich nog meer te richten op begeleide, contextrijke leerervaringen. Mits het AI-systeem gebaseerd is op de correcte, relevante informatie en leraren de stap weten te maken naar een nieuwe invulling van hun takenpakket.

De analyse vormt de opmaat voor de adviezen waarmee we deze paragraaf afsluiten. Deze helpen om nu al voorbereidingen te treffen. Zodat je meer grip krijgt op het proces dat je als school moet doorlopen om AI verantwoord en op de juiste manier in jouw onderwijs toe te passen.

Opfrisser nodig over de Hype Cycle en Benefit Map?

Lees de uitleg in de inleiding nog eens.

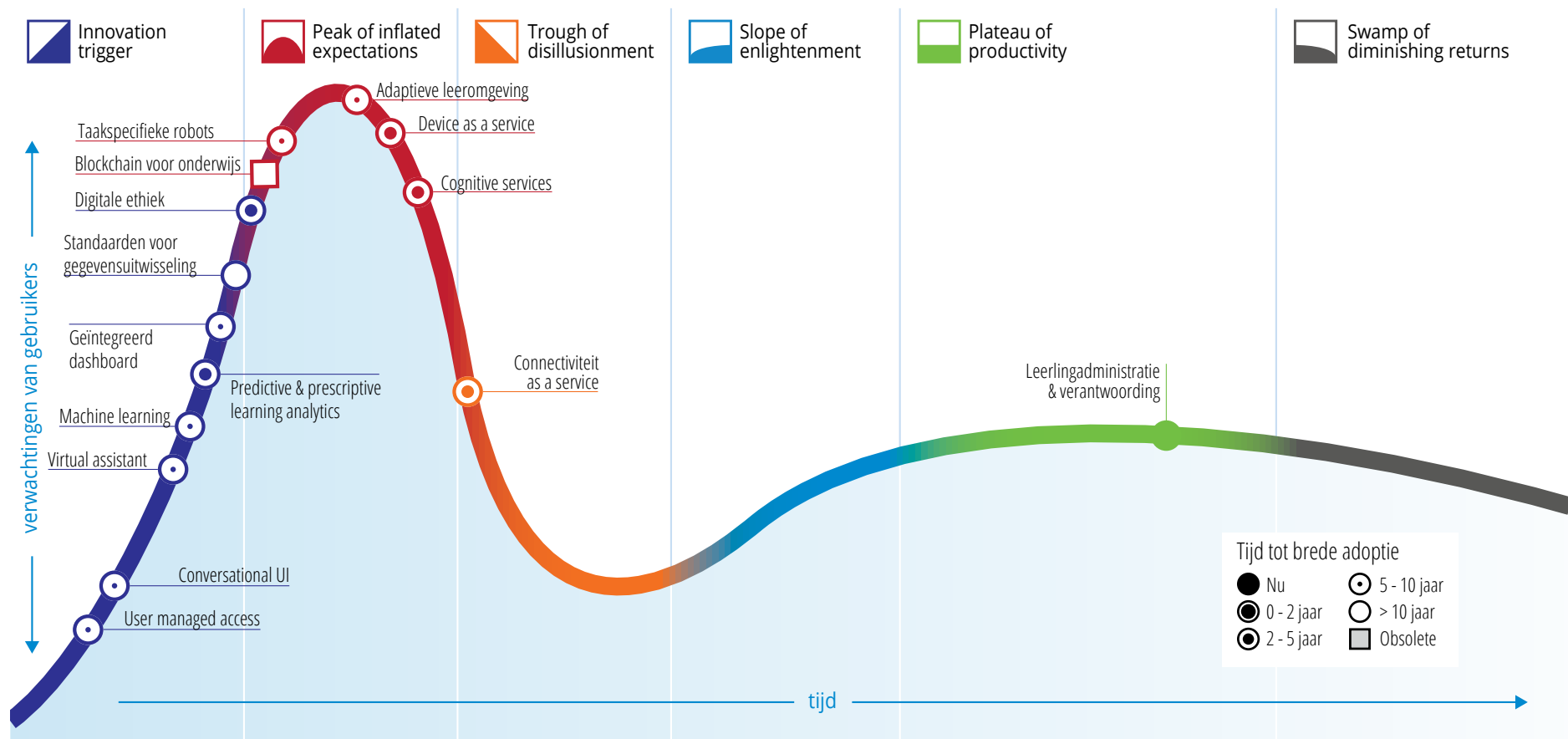


3.2.1 Hype Cycle voor leven, leren en werken met AI

Op onderstaande Hype Cycle zijn AI-technologieën gerangschikt die leven, leren en werken in de toekomst mede zullen vormen. Hun plaats op de Hype Cycle toont een momentopname van de relatieve volwassenheid van de technologie en het potentieel ervan in de toekomst. De Hype Cycle helpt je beslissen wat voor jou het juiste moment is om technologie

toe te passen en met welk risico de inzet ervan gepaard gaat binnen je school.

Deze Hype Cycle is het resultaat van een analyse van verschillende onderzoeken en bestaande Hype Cycles.



Innovation trigger: eerste introductie van innovatieve, nieuwe technologie

In deze fase vinden we verschillende soorten technologie terug. Technologieën die de intelligentie achter onderwijstoepassingen bevatten, denk aan **machine learning** en **user managed access**. Maar ook technologieën die het mogelijk maken dat leerlingen via spraak en tekst met leermiddelen kunnen interacteren, zoals **conversational UI**. Daarnaast zien we **standaarden voor gegevensuitwisseling** die moeten doorontwikkelen om **geïntegreerde dashboards** te kunnen ondersteunen.

Hoewel veel van deze technologieën zich in het onderwijs in een vroege fase van ontwikkeling bevinden, wil dat niet zeggen dat ze breder in de maatschappij niet al volop in gebruik zijn. Denk aan gebruik van robots in verpleeghuizen en voice assistants in huis.

Peak of inflated expectations: gehypte technologie maakt hoge verwachtingen nog niet waar

De technologieën in deze fase zien we al in beperkte mate in het onderwijs. **Cognitieve services** bieden generiek inzetbare AI-bouwblokken. Dit stelt ontwikkelaars van onder andere **adaptieve leeromgevingen** in staat hun product toegankelijk te maken via bijvoorbeeld natuurlijke taal, zonder zelf de expertise en middelen te hebben om zulke functionaliteit te ontwikkelen en te verbeteren. Met **device as a service** ontzorgen hardwareleveranciers het snel digitaliserende onderwijs bij het gebruik van digitale dragers. **Taakspecifieke robots** worden in transport, zorg, veiligheid en andere sectoren al breed toegepast. Denk aan fabriekshallen waar geen licht nodig is omdat er alleen maar robots werken. De schoolomgeving met al zijn complexiteit, waaronder intensieve menselijke

Nog geen impactvolle rol voor robots

Robots zijn vooral sterk in het uitvoeren van specifieke, fysieke taken. Daarom zien we bijvoorbeeld dat robots taken overnemen in de zorg en logistiek. Dus is robotica in het beroepsonderwijs een noodzakelijk onderwerp. Verder kunnen ze vooral de illusie van empathie opwekken, zoals sommige robots die in de zorg worden toegepast. Maar ze benaderen nog geenszins het empathisch vermogen van een mens. Als studieobject zijn robots dus wel relevant, maar niet als vervanging van de leraar.

Opfrisser nodig over robotica?

Lees het kader in paragraaf 1.2.1 nog eens.

interactie, zorgt voor een setting waarin robots nog lang niet inzetbaar zijn in het leerproces. Toepassingen richten zich op de robot zelf als studieobject.

Trough of disillusionment: hoge verwachtingen niet waargemaakt, teleurstelling overheerst, potentie wordt onderschat

AI-gerelateerde technologie is nog niet lang genoeg toegepast om problemen in beeld te brengen. We zien nu vooral mogelijkheden en zijn nog niet teleurgesteld. In deze fase bevindt zich maar één onderliggende technologie: **connectiviteit as a service**. De netwerkinfrastructuur binnen scholen en de verbinding naar internet staat onder zware druk door versnellende digitalisatie. De markt biedt wel dienstverlening maar levert het onderwijs daarmee nog niet het niveau



van ontzorging, de schaalbare capaciteit en veiligheid met een passende prijs-/kwaliteitverhouding.

Slope of enlightenment: obstakels zijn overwonnen, randvoorwaarden raken bekend, opbrengsten worden zichtbaar

De slope is leeg omdat er nog geen brede praktijkervaring is met beschreven technologieën. We weten dus nog niet wat wel en wat niet werkt. Laat staan dat we weten hoe we risico's kunnen vermijden en obstakels kunnen overwinnen.

Blockchain: obsolete before plateau

In onze analyse hebben we blockchain als *obsolete before plateau* geduid op het Hype Cycle kenmerk 'tijd tot brede adoptie'. Wij schatten in dat de technologie in deze verschijningsvorm niet tot grootschalige implementatie zal komen.

Is dat het einde van blockchaintechnologie in het onderwijs? Niet per se. Technologietrends met de breedte en impact van blockchain zullen terugkomen in diverse sectorspecifieke toepassingen die rekening houden met de kaders en eigenschappen van die sector, zoals onderwijs.

Opfrisser nodig over blockchain?

Lees het kader in paragraaf 1.2.4 nog eens.

Plateau of productivity: bewezen opbrengsten, verbreding adoptie, versnelling groei

De functionaliteiten **leerlingadministratie** en **verantwoording** blijven noodzakelijk in een kunstmatig intelligente leeromgeving. Het zou goed kunnen dat de technologie of functionaliteit die deze activiteiten ondersteunt, onderdeel wordt van een groter systeem dat bijvoorbeeld ook een geïntegreerd dashboard of een adaptief leersysteem bevat. Maar als functionaliteit op zich bevindt deze zich in het plateau. Daarnaast zullen nieuwe perspectieven op verantwoording ontstaan onder invloed van technologie. Denk daarbij aan ethische kaders bij toepassing van AI in leren, zoals recente privacywetgeving kaders biedt bij de verwerking van leerlingdata in digitaal ondersteund onderwijs.

3.2.2 Benefit Map

Door de technologieën uit de Hype Cycle op de Benefit Map te positioneren, maken we inzichtelijk welke technologieën de school, leraren of leerlingen om welke redenen belangrijk vinden. Dit creëert draagvlak voor de keuzes en afspraken die je maakt. Het laat zien waar de belangen en interesses van de school en de belangen en interesses van de leraar en leerling liggen en maakt de onderlinge verbanden en afhankelijkheden van technologie inzichtelijk. Door de technologieën uit de Hype Cycle op de Benefit Map te positioneren, maken we inzichtelijk wie (leraar/leerling of school) welke technologieën om welke redenen belangrijk vindt.

Deze Benefit Map is geïnspireerd op diverse rapporten en analyses van de impact van artificial intelligence op onze maatschappij.



Enerzijds is er directe impact die AI-technologie zal hebben op de inrichting en organisatie van onderwijs. Anderzijds zal AI een transformatie teweegbrengen in de taakverdeling tussen mens en technologie in leven en werken. Dat heeft indirect impact op wat dit inhoudelijk vraagt van het onderwijs. De onderstaande Benefit Map biedt een startpunt voor een gesprek binnen besturen en scholen.

Hot spot: gedeelde belangen/belangstelling

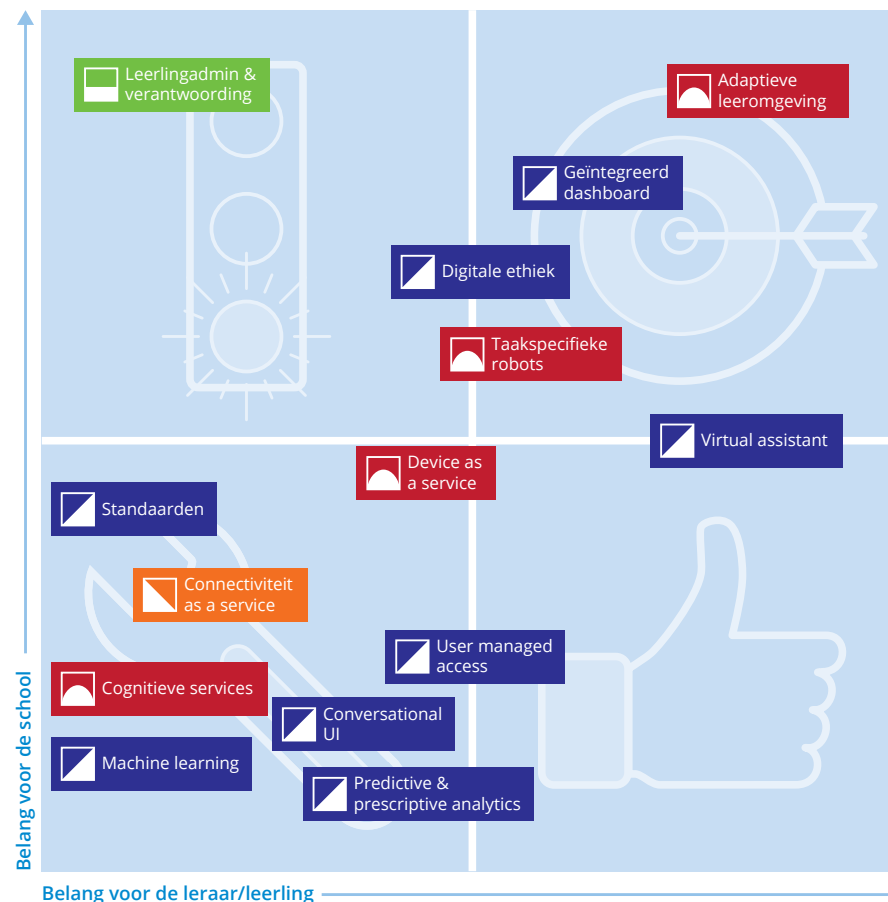
De Hot spot bevat die technologie waar zowel school als leraar en leerling veel van verwachten en daarom grote belangstelling voor hebben. Voorbeelden zijn de adaptieve leeromgeving en het geïntegreerde dashboard die we in de dagelijkse praktijk kunnen inzetten om het leren individueel te organiseren en flexibel te kunnen inspelen op bevindingen op wekelijkse of zelfs dagelijkse basis indien wenselijk.

Enabler: verschil tussen wensdenken en realiteit

Het Enabler-kwadrant bevat veel technologie die zowel school als leraar en leerling minder interessant vinden. Er is een lage bereidheid hier structureel aandacht en middelen aan te besteden omdat beide partijen het directe belang niet 'zien'. Terwijl we de hoge verwachtingen van de Hot spot adaptieve leeromgeving alleen kunnen waarmaken met probleemloos functionerende ict-infrastructuur en veilige omgang met data uit het leerproces en daaruit met AI-bouwblokken afgeleide informatie als *enablers* voor flexibele leerroutes.

Green light: de organisatie heeft verantwoordelijkheden

Het Green light-kwadrant bevat technologie waar met name de organisatie belang aan hecht om de processen en informatievoorziening te kunnen



borgen. Zo heeft elke onderwijsorganisatie wettelijke plichten en moet zij verantwoording kunnen afleggen over prestaties en middelen. De leerlingadministratie aangevuld met geconsolideerde informatie over leerlingprestaties vormt de basis voor die verantwoording. Dankzij *enabler*-technologie is dat steeds minder handwerk.



People's choice: leraar en leerlingen leggen prioriteit bij het leerproces

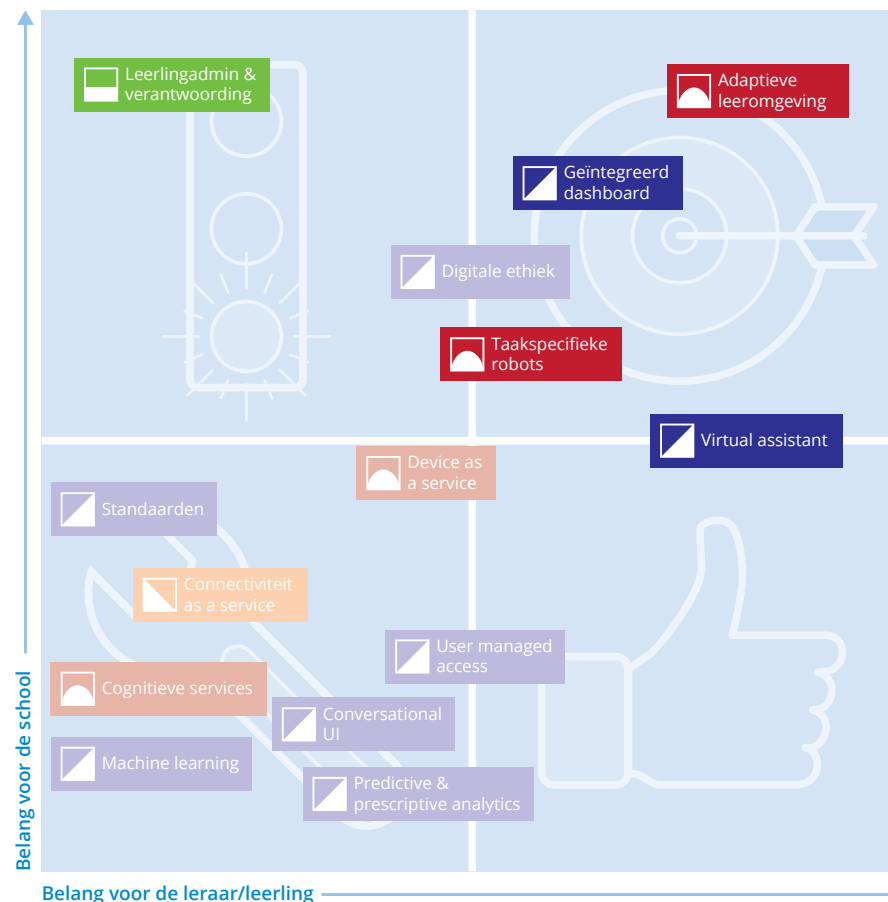
Het People's choice-kwadrant bevat technologie die met name leraren en leerlingen belangrijk vinden vanwege de direct praktische ondersteuning in het dagelijkse onderwijsproces. Denk aan virtual assistants die individuele ondersteuning bieden bij gebruik van systemen en devices en user managed access die de gebruiker regie geeft op wie zijn data waarvoor mag gebruiken.

3.2.3 Samenhang van technologieën

Nadat de technologieën zijn gepositioneerd, bekijk je hoe ze met elkaar samenhangen. Een bepaalde technologie werkt vaak alleen veilig en effectief als je ook in een andere technologie investeert. Door het koppelen van deze technologieën ontstaat een 'keten'. Wij kwamen tot drie ketens: één met technologie die je als gebruiker ervaart (de 'voorkant'), een set van technologie 'onder de motorkap' en tenslotte een keten met daarin de technologische 'fundering'.

De voorkant: de kunstmatig intelligente leeromgeving bereidt voor op leven en werken

In deze toekomstschets wordt met een kunstmatig intelligente leeromgeving een leerproces voor leerlingen georganiseerd dat afgestemd is op individuele behoeften. Leerlingen krijgen aangereikt wat ze dagelijks nodig hebben, leraren houden zicht op de voortgang van individuele leerlingen en worden ondersteund in de effectieve inrichting en organisatie van zowel gezamenlijke leermomenten als individuele begeleiding.

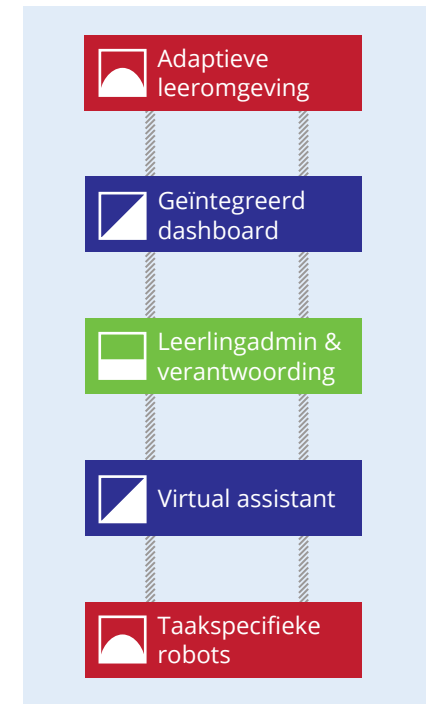


1. Een **adaptieve leeromgeving** adviseert over stappen die leerlingen binnen een vak, maar vooral ook binnen het gehele leerproces, kunnen zetten. In deze leeromgeving krijgen leerlingen een leer-route aangeboden die past bij hun tempo en niveau per vak en



die rekening houdt met hun voorkeuren bij de samenstelling van hun lesdag. Denk daarbij aan tijdstip en volgorde van voorgestelde leeractiviteiten, de leervorm die het beste past en of een activiteit thuis of op locatie kan plaatsvinden. De leeromgeving bevat ook de aanvullende, handmatig ingevoerde observaties van leraren over de sociaal-emotionele ontwikkeling van leerlingen. Ook deze observaties worden meegenomen bij het dagelijks vormgeven van de leerroute.

2. Het **geïntegreerd dashboard** is een doorontwikkeling van het vakoverstijgende dashboard dat kan helpen bij het analyseren van de voortgang van leerlingen. Het presenteert de voorspellingen van de adaptieve leeromgeving over het verloop van het gehele leerproces. Het biedt leerling en leraar inzicht in alle beschikbare voortgangsinformatie en behaalde resultaten uit verschillende leermiddelen, omgevingen en leercontexten. Daarnaast toont het de ontwikkelingen op sociaal-emotioneel gebied die handmatig zijn vastgelegd. Het vormt daarmee een objectieve, gezamenlijke basis voor een gesprek tussen leraar en leerling. Samen bespreken ze suggesties van het systeem voor mogelijke vervolgstappen. Of aanpassingen in de leerroute om gestelde doelen tijdig te halen of bij te stellen.
3. De **leerlingadministratie** vormt de basis voor het leerlingdossier en wordt aangevuld met een geconsolideerde weergave van de prestaties van de leerling. Met deze combinatie van gegevens legt de school **verantwoording** af over het geboden onderwijs en het behaalde rendement.
4. **Virtual assistants** voorzien leerling en leraar gevraagd en ongevraagd van advies in de vorm van huiswerkreminders, tips of andere aanwijzingen. Dit helpt leerlingen en leraren om tijdig voorbereidend werk te doen voor de les morgen, of juist de noodzakelijke opvolging van leeractiviteiten niet te vergeten. Via een chat- of spraakinterface kan de leerling zich laten overhoren om te controleren of hij de stof goed heeft begrepen en welke passages hij nog even extra moet bestuderen. Door beschikbare gegevens uit de leeromgeving en het dashboard met AI te analyseren en proactief na te denken over wenselijke interventies ondersteunt de virtual assistant actief het leerproces. Alsof elke leerling en leraar beschikt over een menselijke persoonlijke assistent die alle details in de gaten houdt, en leerling en leraar ontzorgt.



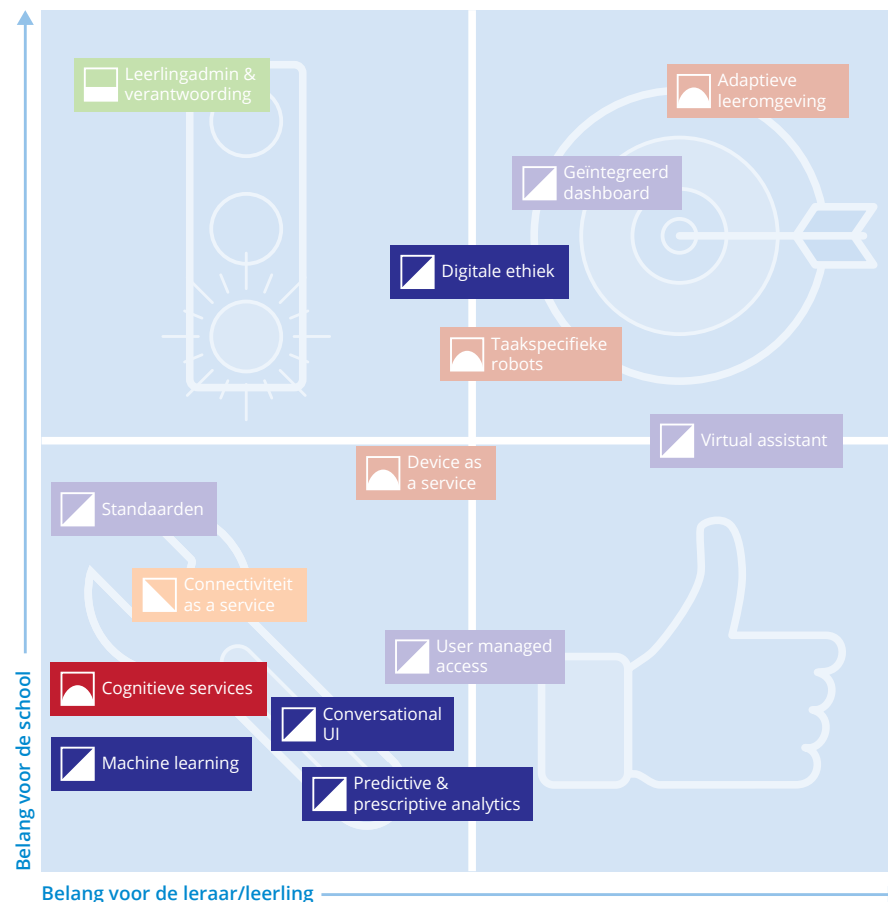
Keten 1. De kunstmatig intelligente leeromgeving bereidt voor op leven en werken

- In de bredere context van leven en werken ondersteunen **taak-specifieke robots** mensen bij zwaar, gevaarlijk of onaangenaam werk. Dit heeft nu al impact op de kennis en vaardigheden die leerlingen nodig hebben.

Onder de motorkap: cognitieve services brengen de kunstmatig intelligente leeromgeving tot leven

De kunstmatig intelligente leeromgeving ontleent zijn intelligentie aan een diverse verzameling van op AI-gebaseerde services. Naast de specialistische analytische motor zijn er diverse cognitive services die de omgeving voorzien van mensvriendelijke manieren om ermee te werken.

- Met een **conversational UI** (UI staat voor User Interface) kunnen gebruikers van de omgeving in natuurlijke taal vragen stellen aan een systeem zoals een geïntegreerd dashboard of leermiddel. De systemen antwoorden ook in voor mensen begrijpelijke taal. Zo zal “toon me de resultaten van Jan Janssen uit 2H3” een overzicht opleveren van alle resultaten van deze havo-leerling uit de tweede klas. En zal de vervolgoopdracht “alleen voor wiskunde en Frans” de lijst beperken tot die twee vakken.
- Dergelijke interfaces worden mogelijk gemaakt met **cognitive services** die in staat zijn gesproken of geschreven natuurlijke taal te interpreteren en te verwerken als vraag binnen het systeem. Het antwoord op die vraag kan vervolgens weer gepresenteerd worden in de gewenste vorm, bijvoorbeeld als tekst, beeld of gesproken woord. Soortgelijk kunnen beelden, gebaren of andere input worden gebruikt om het systeem te bevragen of opdrachten te geven. Deze breed toepas-



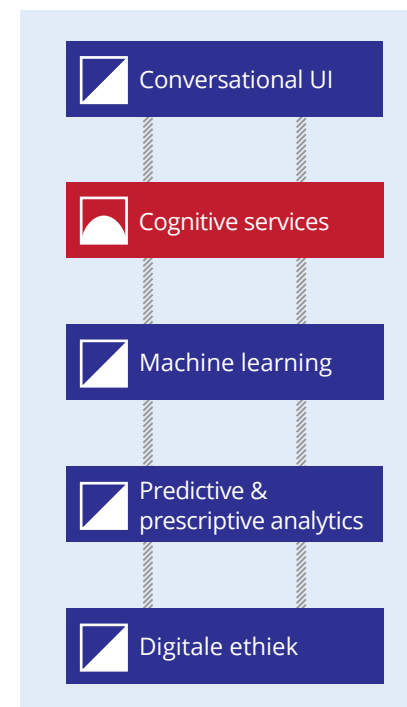
bare services hebben een vlucht genomen omdat we de algoritmen die AI hierbij toepast kunnen trainen met ongekende hoeveelheden data die online beschikbaar zijn. Denk aan beelden, geluidsopnamen, teksten en video's op YouTube en andere platforms. Productontwikkelaars kunnen deze generiek inzetbare AI-bouwblokken vervolgens toepassen in specifieke sectoren, bijvoorbeeld in een intelligente leeromgeving.



3. Aan de basis van dit soort AI-toepassingen ligt **machine learning**. Deze vormen van artificial intelligence verbeteren zelfstandig om een probleem succesvol te kunnen oplossen. Bijvoorbeeld het herkennen van objecten in afbeeldingen. Data wordt zowel gebruikt om de algoritmen te ontwikkelen, als om te testen welk algoritme het meest succesvol is in de beoogde taak. Deze algoritmes worden ook toegepast in de adaptieve leeromgeving. Hierbij wordt de data binnen de omgeving naast het dagelijks analyseren en verbeteren van de leerroutes van leerlingen ook door ontwikkelaars benut om het algoritme te verbeteren in nieuwe versies van hun producten.

Opfrisser nodig over AI en machine learning? Lees paragraaf 1.2.1 nog eens.

4. De uit het leerproces beschikbare data wordt per leerling geanalyseerd met **predictive & prescriptive learning analytics** en gepresenteerd in het geïntegreerde dashboard. Op basis van eerdere handelingen, activiteiten en prestaties van een leerling wordt een voorspelling (predictive) gedaan over de ontwikkeling van de resultaten. Op basis daarvan wordt een advies (prescriptive) gegeven om te helpen goede resultaten te behouden of slechtere resultaten of studievertraging te voorkomen. Met deze vorm van analytics wordt vooruitgekeken en worden proactief interventies geadviseerd of direct uitgevoerd op basis van voorspelde uitkomsten.
5. De toepassing van bovenomschreven technologie roept de nodige ethische vragen op die onder het label **digitale ethiek** aan de orde worden gesteld. In onze onderwijscontext zou zo'n vraag kunnen zijn: "Onder welke voorwaarden en binnen welke kaders mag AI zelfstandig beslissingen nemen over het leerproces van leerlingen?" In een bredere context doemen ook belangrijke vragen op over wie verantwoordelijkheid kan, moet of mag nemen voor beslissingen die AI neemt en wellicht ook zelfstandig uitvoert. Dit is letterlijk niet ver van ons bed omdat AI al succesvol ondersteunt bij het stellen van medische diagnoses en het aanbevelen van behandelplannen. Wie kan het analyseproces volgen en keurt het voorstel goed? Denk bijvoorbeeld aan de verantwoordelijkheid voor een intelligente leeromgeving, waarin dagelijks zoveel beslissingen moeten worden genomen dat een onderwijsinstelling alleen vooraf randvoorwaarden kan meegeven. Maar ze blijft wel verantwoordelijk voor de geadviseerde leerroutes van leerlingen en het slagingspercentage van de opleiding.

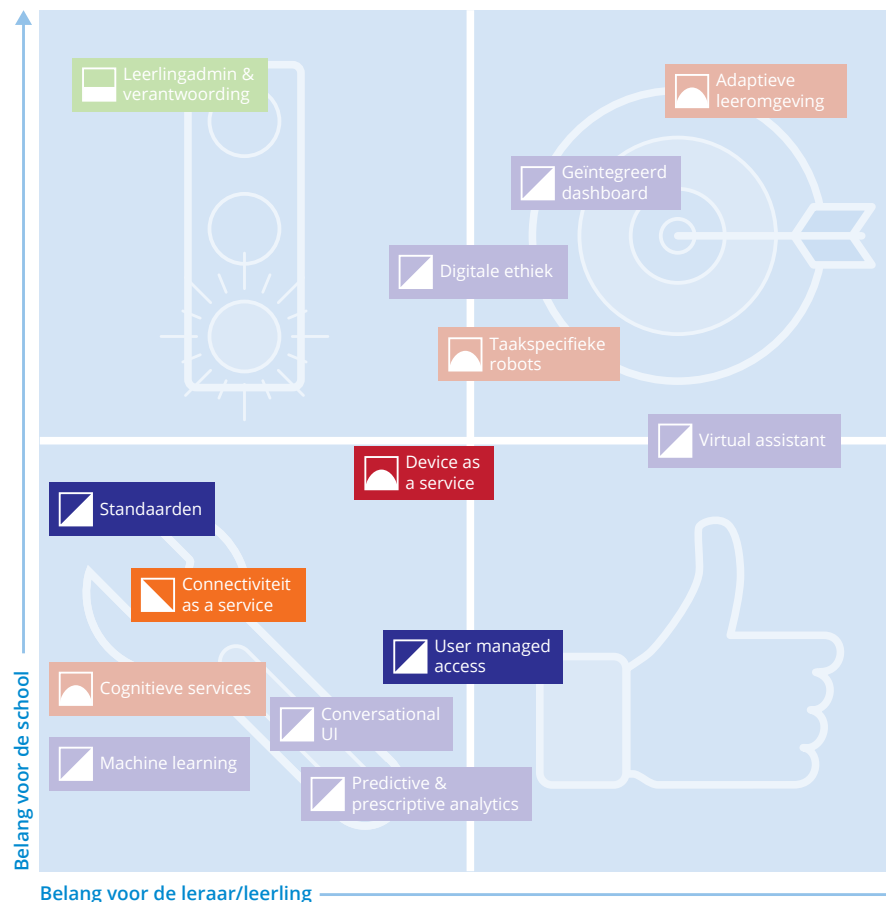


Keten 2. Cognitieve services brengen de kunstmatig intelligente leeromgeving tot leven

De fundering voor de kunstmatig intelligente leeromgeving

Er zijn drie bestanddelen die de kunstmatig intelligente leeromgeving in staat stellen betrouwbaar en veilig te functioneren. Een betrouwbare, veilige en duurzame onderliggende ict-infrastructuur. Technologie om effectief en veilig met data om te kunnen gaan en generieke AI-bouwstenen om te kunnen leren en analyseren. En de zorgeloze uitwisseling van de informatie die daarvoor nodig is.

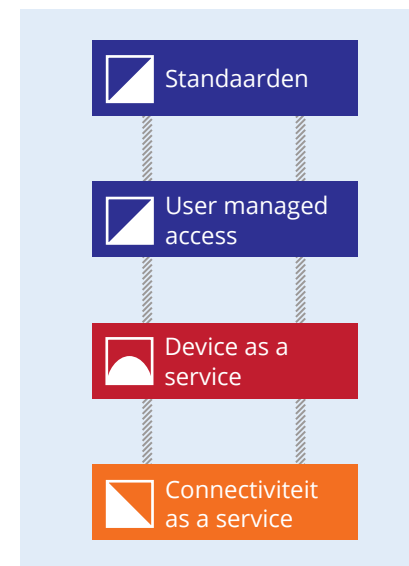
1. De adaptieve leeromgeving maakt volop gebruik van data uit het leerproces. Die data komt uit verschillende digitale bronnen zoals leer-middelen, toetsomgevingen en allerlei platforms waarop leerlingen (samen)werken aan opdrachten. Om die gegevens efficiënt te kunnen verzamelen zijn **standaarden** nodig die de betekenis van data helder beschrijven. Alleen dan kunnen verschillende digitale componenten zonder menselijke tussenkomst samenwerken om informatie te verzamelen, te ordenen en te duiden.
2. **User managed access** (UMA) biedt de mogelijkheid transparant, beheersbaar en conform wet- en regelgeving toegang tot gegevens te organiseren. Deze werkwijze legt de regie op de data bij de persoon die het betreft en biedt instrumenten om efficiënt op gepaste momenten toestemming te vragen voor toegang tot data in een specifieke context of toepassing. Zo zal routinematig ieder jaar de leerling (of zijn ouders/ verzorgers) conform zijn vakkenpakket toestemming worden gevraagd om de leraren en mentor van dat jaar toegang te geven tot zijn dossier, eerdere resultaten en andere voor dat jaar relevante informatie. Blijkt tegen de herfstvakantie dat wiskundebijles wenselijk is? Dan wordt de



leerling gevraagd de werkstudent van het bijlesbureau tot de Kerst toegang te geven tot zijn wiskundedossier. Maatwerk per leerling zal ook maatwerk in toegang tot gegevens vergen, met UMA kan dat transparant en beheersbaar.



3. De adaptieve leeromgeving vereist dat elke leerling en leraar kan beschikken over een goed ingericht, veilig bruikbaar device als drager van digitale leermiddelen en toepassingen in onderwijs. Met **device as a service** – een soort leaseconstructie voor devices – ontzorgen leveranciers leerlingen en leraren door hun persoonlijke device in goed werkende staat te houden, passende veiligheidsmaatregelen te nemen en de door het onderwijs vereiste software op het device te installeren en actueel te houden.
4. Moderne devices vertrouwen intussen volledig op cloudplatforms om data en toepassingen op te slaan en te kunnen benaderen waar en wanneer dat nodig is. Daartoe is **connectiviteit as a service** noodzakelijk als betrouwbare, veilige verbinding tussen het device en internet. Daarvoor is zowel binnen de school, tussen schoollocaties als naar internet infrastructuur nodig die professioneel ingericht en beheerd wordt. Zodat de beschikbaarheid vanzelfsprekend is. De betrouwbaarheid moet geborgd zijn door adequate maatregelen om storingen en de impact van hacks, DDoS- en andere aanvallen te beperken. Dergelijke dienstverlening vraagt structurele aandacht en schaarse technische expertise die scholen om die redenen aan de markt moeten uitbesteden.



Keten 3. De fundering voor de kunstmatig intelligente leeromgeving

3.2.4 SWOT

Er zijn voors, tegens, mitsen en maren bij het goed inrichten van leren met AI. Een SWOT-analyse helpt om de voor- en nadelen van dit scenario

te ordenen en af te wegen. We zien een aantal krachten en zwakten van de technologie en kansen en bedreigingen voor het onderwijs.

|  Kracht van de technologie |  Zwakte van de technologie |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none">1. Biedt nieuwe inzichten in voortgang door analyse van de gehele leerroute samen met inzicht per vak.2. Verhoogt flexibiliteit door continu inzicht in het leerproces en snelle interventies daarop.3. Vermindert saai, gevaarlijk, herhalend werk, ondersteunt mensen en compenseert (fysieke) beperkingen door automatisering en robotisering.4. Kan in producten goed worden gecombineerd met onderwijsspecifieke kennis en functionaliteit door de modulaire opbouw van cognitive services.5. Biedt menselijke communicatie met en begrip voor gedrag/beslissingen van machines door toepassing van cognitive services in de conversational UI. | <ol style="list-style-type: none">1. Maakt conclusies en opbrengsten kwetsbaar door afhankelijkheid van objectiviteit en representativiteit van onderliggende datasets en daaruit resulterende algoritmen.2. Goede, geïntegreerde overzichten zijn moeilijk haalbaar doordat gegevens uit verschillende bronnen niet zomaar valide te vergelijken zijn.3. Kan slechts ontwikkeld, verbeterd en effectief ingezet worden door enkele grote spelers doordat veel, correcte data, rekencapaciteit en schaarse expertise nodig is.4. Maakt (publieke) infrastructuur en samenleving kwetsbaar door complexiteit van uitbestede, intelligente services.5. Maakt mogelijk onbegrijpelijke beslissingen door onnavolgbaar complexe algoritmes die niet transparant zijn. |
|  Kansen voor leren, leven en werken |  Bedreigingen voor leren, leven en werken |
| <ol style="list-style-type: none">1. Verrijkt onderwijs door betere balans tussen geautomatiseerd oefenen en door leraren begeleide contextrijke leerervaringen.2. Ondersteunt ambitie individuele leerroutes door flexibilisering van de organisatie en begeleiding van het leerproces.3. Verrijkt menselijke interactie, verhoogt comfort en veiligheid door overname saai, routinematig en gevaarlijk werk door ontzorgende machines.4. Biedt beter inzicht in vooroordelen en voorkeuren door analyses van menselijke beoordelingen en de data waarop die gebaseerd zijn.5. Biedt kansen voor het leraarschap als aantrekkelijk beroep doordat leraren zich meer kunnen toeleggen op interessantere didactische/ pedagogische en dus hoger gewaardeerde taken. | <ol style="list-style-type: none">1. Zet onderwijsorganisatie en team onder druk door (radicaal) andere organisatie-eisen van individuele leerroutes.2. Holt (onderdelen van) menselijke taken uit door automatisering en robotisering en verschaalt mogelijk het onderwijs als leraren het veranderende takenpakket niet kunnen invullen.3. Verhoogt risico op data-dominant onderwijs en self-fulfilling prophecies door gebrek aan tijd of expertise van mensen bij beoordeling van AI-adviezen.4. Vergroot kansenongelijkheid door beperkte toegang tot benodigde middelen en kennis om technologie te kunnen benutten.5. Conflicteert met het recht om vergeten te worden doordat de samenleving draait op data die nodig zijn voor zich verbeterende AI. |



Kracht

Artificial intelligence is in staat steeds meer informatie en inzichten uit het bredere leerproces te analyseren. Dit geeft nieuwe inzichten in de voortgang van leerlingen. Omdat dit inzicht vrijwel direct beschikbaar is, kun je bijsturen in het leerproces zodra dit nodig is. AI-toepassingen nemen ook in het onderwijs routinematige taken over, hierin gesterkt door toepassing van conversational UI die met cognitieve services steeds meer mensvriendelijke interactie mogelijk maakt met technologie. Door de modulaire opbouw van dergelijke services kunnen innovaties snel worden geïntegreerd in onderwijsproducten. De onderliggende infrastructuur en mobiele devices vormen een nutsvoorziening die steeds minder aandacht vraagt en die met AI intelligent kan inspelen op de behoeften van het onderwijs.

Kansen

AI maakt individuele leerroutes mogelijk en kan onderwijs verrijken door een betere balans tussen geautomatiseerd oefenen en contextrijke leerervaringen. Inzet van adaptieve leermiddelen met mensvriendelijke interfaces, zoals bots die spraak en tekst kunnen herkennen en analyseren, zorgt voor taakdifferentiatie. Ze nemen saai en routinematig werk over waardoor leraren zich meer kunnen richten op het aanleren van sociaal-emotionele vaardigheden, iets wat leermiddelen (nog) niet kunnen. Dit heeft mogelijk een positief effect op het lerarentekort omdat leraren zich meer kunnen toeleggen op didactisch/pedagogische taken die het aanzien van het beroep vergroten en de leraar meer voldoening geven. Ook bevorderen AI-analyses objectiviteit, doordat ze met analyses van menselijke beoordelingen helpen om onbewuste vooroordelen over leerlingen te voorkomen. Door user managed access hebben leerlingen en hun ouders meer grip op de eigen gegevens en gebruik door derden.

Zwakte

AI-toepassingen doen analyses en nemen beslissingen op basis van verzamelde data en door mensen verrijkte informatie. Maar als de onderliggende datasets niet representatief, objectief of toereikend zijn, of als andere relevante informatie niet meegenomen wordt in algoritmes, kunnen deze beslissingen (gedeeltelijk) onjuist zijn. Mogelijk met grote, ongewenste gevolgen voor het onderwijsproces. Een ander risico is dat algoritmes zo complex worden dat je niet meer kunt achterhalen hoe beslissingen of conclusies tot stand komen en je ze dus niet altijd durft te vertrouwen. Onze infrastructuur en samenleving worden alleen maar kwetsbaarder naarmate de diensten die gebruikmaken van AI complexer worden en de kennis ervan in handen is van een beperkte groep mensen. Daarom zijn duidelijke afspraken en kaders nodig om de risico's te beperken.

Bedreigingen

De belofte van individuele leerroutes wordt pas waargemaakt als een onderwijsorganisatie kan transformeren naar een datagestuurde leeromgeving waarin leraren leerlinggegevens verrijken met gegevens over sociaal-emotionele ontwikkeling. Gebeurt dit niet of onvoldoende? Bijvoorbeeld omdat leraren de stap naar hun nieuwe takenpakket onvoldoende weten te maken? Dan kan de inzet van AI juist zorgen voor verschraling van het onderwijs. Zeker als mensen te weinig tijd of expertise hebben voor beoordeling van machine-adviezen is er een risico op data-dominant onderwijs. Daarnaast vergroot AI het risico op een tweedeling in onze maatschappij omdat niet iedereen toegang heeft tot middelen en kennis op het gebied van AI. Doordat een AI-samenleving draait op data als grondstof is er een potentieel conflict met privacy-overwegingen.



3.2.5 Adviezen

Artificial intelligence heeft het onderwijs ontzettend veel te bieden. Het is de meest kansrijke technologie gezien de ambities van het onderwijs. Toch kan het klinken als toekomstmuziek. Waarom zou je hier nu al mee aan de slag moeten? Omdat deze technologie nu al invloed heeft op leven, leren en werken.

Peuters groeien al op met virtuele assistenten zoals Siri en Alexa in huis, zelfrijdende auto's in het verkeer en overal rondvliegende drones. Tegelijkertijd worden de gevolgen voor specifieke taken en beroepen nu al zichtbaar. Administratieve processen worden verder geautomatiseerd en adaptieve leermiddelen nemen al onderwijstaken over. Wat betekent dat voor de taakverdeling tussen leraar en digitale hulpmiddelen en werkdruk? Hoe kan AI bijdragen aan het waarmaken van je onderwijsvisie in een wereld waarin AI niet meer is weg te denken?

Om dat soort vragen te kunnen beantwoorden, is het belangrijk om nu al na te denken en met elkaar van gedachten te wisselen over de rol van AI-technologie in jullie school. Zodat je een stevig, gezamenlijk fundament vormt voor toekomstige beslissingen over digitale hulpmiddelen. De volgende drie stappen helpen je dat proces in goede banen te leiden.

1. Bespreek hoe AI jullie onderwijs kan versterken en concretiseer dit met behulp van toekomstscenario's

Discussieer samen over toekomstscenario's (zowel droom- als doem-scenario's). Dat verplicht je om na te denken over ongemakkelijke vragen over bijvoorbeeld de taak en rol van de leraar. Zo ben je beter voorbereid

op toekomstige dilemma's en creëer je begrip voor verandering omdat je het onderwijsteam nu al meeneemt in het veranderproces.

A. Denk na over wie je erbij wilt hebben, hoe vaak, welke scenario's je wilt uitwerken en op welk detailniveau.

- **Tip:** schets zowel dystopische scenario's zoals datagestuurd robotonderwijs, als de utopische droomscenario's die iedereen voor zichzelf kent. Ziet jouw droomscenario er wel hetzelfde uit als dat van je collega?
- **Tip:** richt je in deze fase vooral op elkaars argumenten, uitgangspunten en principes. Niemand kan de exacte toekomst voorspellen, dus discussie over waarschijnlijkheid is niet relevant.

▲ **Valkuil:** waak voor een gepolariseerde dialoog met een romantisch beeld van de leraar en technologie die alleen maar slecht is. Verken verschillende standpunten zonder die als goed of fout te bestempelen.

B. Denk per specifieke onderwijstaak na in hoeverre automatisering door AI de ontwikkeling of het welzijn van leerlingen of leraren kan verrijken of schaden.

- **Tip:** wees je bewust van de rol die AI speelt in leermiddelen en de invloed die algoritmen hebben op het leerproces. Hoe gaan we om met de didactische beslissingen die algoritmen in leermiddelen nemen?

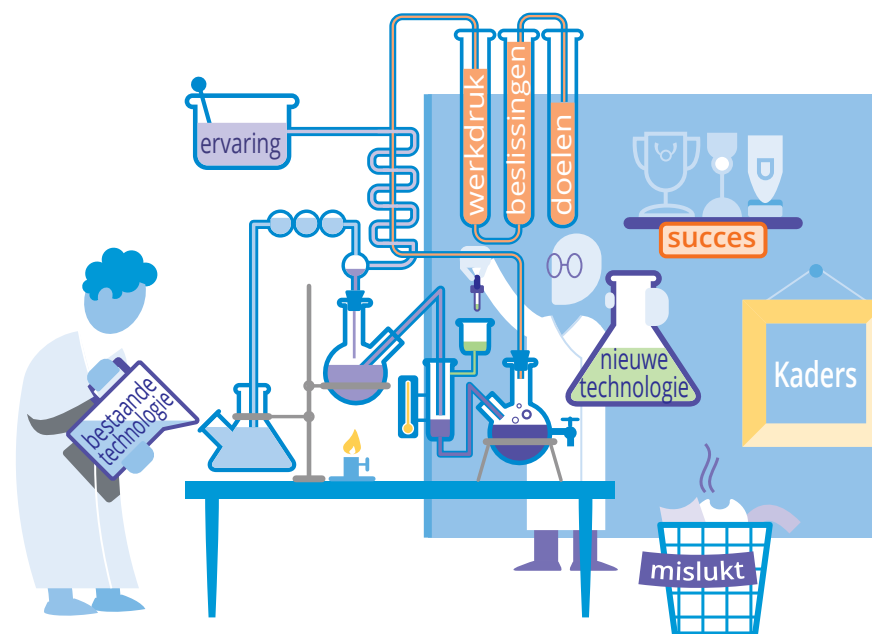


- ▲ **Valkuil:** werk niet alleen de grote lijnen uit, bijvoorbeeld 'in 2025 werken we allemaal met een persoonlijke virtual assistant'. Maar discussieer ook over praktische dilemma's zoals hoe het leerstofjaarklassensysteem stapsgewijs ruimte zou kunnen bieden aan meer individuele leerroutes.

2. Onderzoek de concrete impact van AI op school en organisatie

Bepaal welke tussenstappen op kortere termijn resultaten opleveren. Hoe ga je AI-technologie gebruiken om het werk leuker te maken, werkdruk te verlagen, beter geïnformeerde beslissingen te nemen? Welke rolverdeling tussen leraar en technologie is wenselijk in jullie onderwijs? Deze stap is in werkelijkheid een voortdurend, cyclisch proces. Als schoolbestuur vul je steeds concreter in hoe AI-technologie een rol kan spelen bij het waarmaken van je onderwijsvisie. Hieronder enkele concrete tips:

- Onderzoek van verschillende AI-producten welke gevolgen het kan hebben voor jullie onderwijs.
 - **Tip:** ga uit van de huidige situatie. Bedenk welke AI-technologie nu al wordt gebruikt om didactische beslissingen te nemen of ondersteunen. Stel elkaar de vraag: welke taken en beslissingen neemt die technologie nu al van ons over en hoe verwachten we dat dit in de toekomst zal gaan? Breid je onderzoek pas uit naar meer geavanceerde technologie wanneer jullie daaraan toe zijn.
 - **Tip:** benut de in de SWOT benoemde kansen en bedreigingen bij deze stap.



- ▲ **Valkuil:** blijf weg van discussies over de ontwikkelsnelheid en (on)mogelijkheden van systemen en technologie. Het is aan anderen dit op de voet te volgen. Het is veel belangrijker een gezamenlijke taal en kaders af te spreken, bijvoorbeeld over het waarderen van de ontwikkeling van sociaal-emotionele vaardigheden van leerlingen. Dat stelt je in staat eisen te formuleren aan jullie adaptieve leeromgeving.
- Bepaal of de inzet van AI-producten bijdraagt aan de onderwijsvisie en -doelen die je wilt bereiken. Beoordeel op basis van vooraf uitgesproken verwachtingen hoe je dat evalueert.
 - **Tip:** doelen hoeven niet concreet meetbaar te zijn, maar het is belangrijk om te evalueren of investeringen brengen wat je ervan



verwacht. Maak de verwachtingen die je hebt van nieuwe leer- middelen of werkwijzen van tevoren expliciet. Zodat je achteraf ook onderbouwd kan vaststellen of beoogde doelen gehaald zijn.

- **Tip:** leg op basis van je ervaringen met (nieuwe) AI-technologie vast wat werkt in afspraken, kaders en randvoorwaarden. En leg ook vast wat je wel en niet met technologie wilt ondersteunen. Nu nog niet, of helemaal nooit. Daarmee ontwikkel je een toetskader voor nieuwe leermiddelen met mogelijkheden die we ons nu nog niet kunnen voorstellen.

- ▲ **Valkuil:** wees niet bang om een ingeslagen weg te beëindigen als blijkt dat de afslag je niet dichterbij de beoogde bestemming brengt, maar probeer hiervan wel te leren.

C. Profiteer van ervaringen van andere besturen en de expertise van marktpartijen. Het kost veel tijd om te onderzoeken wat wel/niet werkt en hoe je bepaalde hindernissen kunt overwinnen.

- **Tip:** meng je als bestuur, samen met andere besturen, in de discussie en maak deze zoektocht samen met leveranciers van leermiddelen door. Dat maakt leermiddelen sneller beter en leert je hoe je ze het beste kunt inzetten en onder welke randvoorwaarden.
- **Tip:** sluit je aan bij bestaande initiatieven en discussieer mee over afspraken en standaarden zodat je mee kunt denken over oplossingen en op de hoogte blijft van ontwikkelingen.

- ▲ **Valkuil:** vertrouw niet enkel op kwantitatieve onderzoeksresultaten. Soms kan een set van kwalitatieve casestudies ook een waardevolle indicatie geven van resultaten. Zijn er geen onderzoeksresultaten of casestudies beschikbaar? Informeer dan bij scholen die de technologie al gebruiken of hebben geprobeerd.

3. Randvoorwaarden voor het gebruik van AI

Tijdens het proces dat we in stap 2 beschrijven, leg je op basis van je ervaringen met AI-technologie allerlei kaders vast en richt je randvoorwaarden in. Een aantal kun je nu al zonder risico's inrichten.

A. Richt de randvoorwaarden rondom data goed in. Algoritmen in AI-technologie kunnen alleen verbeteren door te trainen en te testen met data. Daarmee analyseren ze vervolgens de actuele data uit het leerproces. Maar dan moeten systemen wel voldoende, bruikbare en uitwisselbare data produceren.

- **Tip:** investeer zoveel mogelijk in digitale leermiddelen en volg-systemen die het uitwisselen van gegevens ondersteunen. Als gegevensuitwisseling soepel verloopt kun je een integraal beeld van de leerling en later de leerroute opbouwen in de adaptieve leeromgeving.
- ▲ **Valkuil:** vergeet niet dat AI-toepassingen doorgaans werken met persoonsgegevens. Maak duidelijke afspraken met leveranciers van AI-toepassingen over gebruik van data zodat je geen privacy-wetgeving schendt. Hiermee voer je regie op passende en effectieve toepassing van onderwijsdata.





3.3 Leven, leren en werken met artificial intelligence: vraagstukken voor het onderwijs

Dertigers van nu hadden 20 jaar geleden nog niet van cybersecurity gehoord, maar velen van hen hebben nu een baan in dat domein. Tegelijkertijd zijn veel administratieve functies over vijf jaar drastisch veranderd. Hetzelfde geldt voor een groot aantal taken van accountants en magazijnmedewerkers. De precieze impact van AI op onze maatschappij kent niemand. Wel weten we dat afwachten hoe de toekomst zich ontvouwt onverstandig is. Onderwijs moet kinderen zo goed mogelijk voorbereiden op een maatschappij waarin AI overal is. Er zijn verschillende belangrijke vraagstukken waaraan we op korte termijn onze aandacht kunnen en moeten schenken. In dit hoofdstuk hebben wij deze vraagstukken geïnventariseerd.

3.3.1 Wat betekent AI voor de leerling die in de toekomst aan het werk gaat?

Leerlingen moeten straks samenwerken met AI-systemen en machines. Ze moeten snappen wat de kenmerkende verschillen zijn tussen mensen en machines en hoe ze informatie uitwisselen, hoe resultaten en suggesties van AI-analyses tot stand komen en hoe ze deze kunnen en mogen gebruiken. Ook het lezen en interpreteren van data-overzichten en dashboards zal voor een groot deel van de leerlingen onderdeel worden van hun werk. Hoe werkt dat als je niet meer kunt achterhalen hoe een AI-toepassing een beslissing heeft genomen?



Het verdwijnen van bestaande en het ontstaan van nieuwe beroepen door AI en robotica vergt van het beroepsonderwijs een antwoord op de vraag hoe het aanbod in opleidingen zich moet ontwikkelen. En hoe zij dit gaan reguleren, als zij hun studenten perspectief willen blijven bieden op een baan of carrière. Misschien zijn er ook in het mbo numeri fixi nodig om de instroom van studenten te beperken voor beroepen waarvoor straks nog slechts een klein aantal mensen nodig is.

In het voortgezet onderwijs kun je nadenken over hoe je leerlingen begeleidt naar beroepen waarin AI ongetwijfeld een rol zal spelen. Hoe blijf je goed op de hoogte van alle aangeboden opleidingen en de kansen die deze bieden op de arbeidsmarkt? En ook in het primair onderwijs verschuift wellicht de nadruk op bepaalde kennis en vaardigheden die van belang zijn om ze goed voor te bereiden op leven en werken in een door AI en robotica omgeven maatschappij. Digitaal burgerschap is van essentieel belang. Waar we nu nog aan kinderen leren hoe ons rechtssysteem werkt, wordt dat in de toekomst misschien een combinatie van hoe beslisondersteuning werkt en wat de rechter daar aan menselijkheid toevoegt tijdens de rechtszaak.

Overweging: ga nu al in gesprek over de veranderende wereld

Bespreek met je team welke vaardigheden je bij de leerlingen extra wilt benadrukken. Denk ook na over gesprekken die je met leerlingen kunt voeren over de impact van AI op hun leven. Onderwerpen kunnen bijvoorbeeld zijn welk beroep zij willen gaan uitoefenen en hoe dit zich zal ontwikkelen in de toekomst, en wat machines straks kunnen en wat zij daaraan toevoegen met hun vakkennis. Maar ook wat het betekent dat zij straks meer moeten vertrouwen op de adviezen en beslissingen van

AI-systemen. De hierboven genoemde AI-ondersteuning voor rechters zou bijvoorbeeld een dankbaar onderwerp kunnen zijn tijdens een les maatschappijleer of loopbaanoriëntatie en burgerschap.

3.3.2 Hoe zorg je voor juiste en onbevooroordeelde pedagogische beslissingen over leerlingen?

Wanneer AI-systemen steeds 'slimmer' worden en meer taken voor ons gaan uitvoeren, moeten we waken voor *bias*. Dit zijn vooroordelen van deze systemen door de manier waarop ze ontwikkeld zijn. Zo kan de ontwikkelaar bewust of onbewust vooroordelen in het algoritme programmeren. Ook kan de dataset waarop het algoritme wordt getraind, onvolledig, vervuild of incorrect zijn. Zo sloeg een automatisch zeepompje alleen aan bij handen met een lichte huidskleur, omdat de dataset waarschijnlijk geen of te weinig foto's bevatte van handen met een donkere huidskleur. Heel pijnlijk, maar niet te herleiden naar kwade opzet. Een AI-systeem kan je ook bewust maken van je eigen vooroordelen. Want wat doe je als leraar als jouw inschatting steevast afwijkt van dat van het systeem bij bijvoorbeeld kinderen uit een bepaalde wijk, of met een bepaald accent?

Zelfs als een AI-systeem onbevooroordeeld is gemaakt, zijn nog niet alle problemen van de baan. AI-systemen gaan namelijk adviezen geven en voorspellingen doen, bijvoorbeeld over hoe leerlingen het komende jaar of zelfs in hun loopbaan zullen presteren. Uit onderzoek weten we dat de verwachting die een leraar heeft over de prestaties van zijn leerling van grote invloed is op zijn daadwerkelijke prestaties. Als het systeem een bepaald niveau voorspelt, beïnvloedt dat de leraar en daarmee de leerling misschien wel zodanig dat er niet meer aan die voorspelling te





ontkomen valt. Terwijl we met de huidige stand van AI nog niet precies kunnen achterhalen hoe het algoritme tot die conclusie is gekomen.

Een ethische vraag die hiermee nauw samenhangt: in hoeverre kun je het je nog veroorloven om af te wijken van het AI-advies zonder in de problemen te komen met leerlingen, ouders of schoolleiding, zoals nu soms al het geval is met de uitslag van de eindtoets? In de toekomst worden voorspellingen op basis van historische gegevens en leerresultaten alleen maar nauwkeuriger. Als we niet meer kunnen beoordelen of we het eens zijn met deze voorspelling, is het gevaar dat we niet, of juist blind gaan vertrouwen op het advies van AI-systemen. De vraag is of je dat moet willen. Mogelijk worden er dan AI-systemen ontwikkeld die een deel van de redenering als argumentatie inzichtelijk maken, of AI-systemen die de redeneerlijn van andere AI-systemen uitleggen. Vergelijkbaar met het vierogenprincipe dat al jaren wordt toegepast bij beoordelingen.

Overweging: bespreek de pedagogische beslissingen die AI kan en mag nemen

Bespreek samen met je team welke beslissingen de systemen die je nu al gebruikt nemen, zowel impliciet als expliciet. Denk aan adaptief leer-materiaal en dashboards voor managementinformatie. Bespreek vervolgens of je dat verantwoord vindt. Stel vast welke toelichting of onderbouwing je van AI-systemen verwacht en neem dat mee bij de selectie van toekomstige leermiddelen. Ga ook in discussie over de mate waarin beslissingen je eigen vooroordelen als mens beïnvloeden. Zodat je je ervan bewust bent en eventueel ongewenst effect kunt verminderen.

3.3.3 Wat betekent de komst van AI voor het leraarschap?

Onderwijzen is complex. Maar er zijn onderdelen van zo'n complexe taak die een machine kan overnemen. AI-systemen kunnen bijvoorbeeld voor het aanleren van denkvaardigheden de instructie verzorgen en opgaven



aanbieden, nakijken en voorzien van feedback. In de toekomst komen er AI-toepassingen die kunnen ondersteunen bij opdrachten waar complexere denkvaardigheden nodig zijn, zoals analyseren. Dit zijn bijvoorbeeld systemen die opdrachten met een meer open karakter kunnen voorzien van feedback.

Leraren krijgen hierdoor meer tijd om zich toe te leggen op taken die meer voldoening geven en het aanzien van het beroep vergroten. Bijvoorbeeld het bedenken, ontwerpen en uitvragen van contextrijke opdrachten waarin expliciet aandacht is voor vakoverstijgende vaardigheden zoals samenwerken. Zo wordt leerlingen duidelijk waarom de denkvaardigheden die zij opdoen relevant zijn. Een ander voorbeeld is het uitvoeren van didactische interventies in de leerroute die de adaptieve leeromgeving adviseert, op basis van voortgangsinformatie over denkvaardigheden en eigen waarnemingen over sociaal-emotionele ontwikkeling.

Omdat de gemiddelde werkdag van een leraar gaat veranderen, vergt dit nieuwe kennis en vaardigheden die nu nog nauwelijks onderdeel zijn van het takenpakket van leraren. Bijvoorbeeld het interpreteren van analyses en overzichten in dashboards. Wat zeggen deze analyses over de leerling en de klas? En voor de schoolleider en bestuurder: over de school of het bestuur? Als onderwijsprofessional moet je de redenering van een AI-systeem kritisch kunnen bekijken, op basis hiervan een inschatting kunnen maken en vervolgens daarop kunnen handelen. Niet alleen de leraar, maar alle onderwijsprofessionals zullen een manier moeten vinden om effectief samen te werken met AI, zoals een piloot ook samenwerkt met de auto-piloot in een vliegtuig en vertrouwt op het instrumentarium in zijn cockpit.

Er zijn te weinig leraren, die bovendien bijna allemaal een te hoge werkdruk ervaren. Met AI kunnen we die leraren ondersteunen in meer routinematige taken. De hoop en verwachting is dat dit leidt tot minder werkdruk en een aantrekkelijker beroep. Het is de verantwoordelijkheid van het onderwijs dit te onderzoeken.

Overweging: welke vaardigheden hebben jouw toekomstige leraren nodig?

Bespreek met je team hoe ze de vrijgekomen tijd willen inzetten zodat het onderwijs verbetert, het leraarschap interessanter en creatiever wordt en er bijvoorbeeld meer tijd en informatie is voor kwalitatief betere mentorgesprekken. Denk ook na over nieuwe vaardigheden die leraren nodig hebben om in de toekomst goed te kunnen blijven functioneren. Wijs een AI-toepassing niet meteen af als blijkt dat deze een bepaalde onderwijstaak wel versterkt maar niet helemaal vervangt, maar bespreek binnen het team hoe AI-technologie en leraar elkaar kunnen aanvullen en wat dat voor leerlingen betekent.

3.3.4 Wat betekent een toekomst met AI voor de schoolleiding?

Door de komst van AI gaat de organisatie van scholen er anders uitzien. Met andere processen en met andere rollen voor medewerkers. Dit kunnen leraren als bedreiging ervaren. In de 19e eeuw sloegen fabrieksarbeiders weefmachines kapot omdat ze hun banen inpikten. In het onderwijs loopt dit misschien minder vaart, maar automatisering kan zeker onrust veroorzaken. Hier moet vanuit de schoolleiding aandacht voor zijn.

Voor jou als bestuurder gaat het dus niet alleen om de vraag wat mensen en machines in de toekomst doen. Belangrijker is misschien nog wel hoe



je de ruimte creëert om dat met elkaar uit te zoeken en hoe je moeilijke beslissingen neemt. De vraag is hoe je beschikbare middelen, mensen en kapitaal zodanig kunt inzetten dat er een optimale mix ontstaat. Deze economische afweging die in de industrie al jaren wordt gemaakt, passen we in het onderwijs nog te weinig toe. Hoewel het in het onderwijs niet draait om winstmaximalisatie maar om het begeleiden van jonge mensen, blijft het zeker van belang leerlingen optimale leerresultaten te laten bereiken en de productiviteit van medewerkers te verhogen.

Een integraal beeld van de leerling op basis waarvan een gepersonaliseerde leerroute kan worden gemaakt, vraagt een nog nauwere samenwerking tussen school, ouders en leerbedrijven dan nu. Denk aan afspraken over de uitwisseling van vertrouwelijke informatie over de leerling, met die partijen. Of een dialoog met leerbedrijven over de invulling van de beroepsopleiding en stages.

En hoe verandert het gesprek tussen bestuur en onderwijsinspectie wanneer een groot deel van de leeractiviteiten meetbaar is gemaakt? Misschien treedt de inspectie wel op als een soort keuringsdienst van AI-systemen en AI-functionaliteit, zodat deze en de onderwijstaken die ze overnemen niet ter discussie staan. In de toekomst gaat de inspectie op scholen dan mogelijk steeds meer over de minder hard meetbare resultaten, zoals de sociaal-emotionele ontwikkeling van de leerlingen.

Overweging: bereid je als bestuur en schoolleiding alvast voor op de veranderende organisatie en nieuwe relaties met samenwerkingspartners

De overgang naar een schoolorganisatie waarin mensen en machines

naadloos samenwerken betekent leiding geven aan een veranderproces waarin moeilijke beslissingen moeten worden genomen. Bijvoorbeeld over de relatie tussen een ideale mix van mensen en machines, of je early adopter wilt zijn of voorlopig nog even wacht met investeringen in AI-toepassingen en hoe je het gesprek daarover met de inspectie, leerbedrijven en ouders vormgeeft.

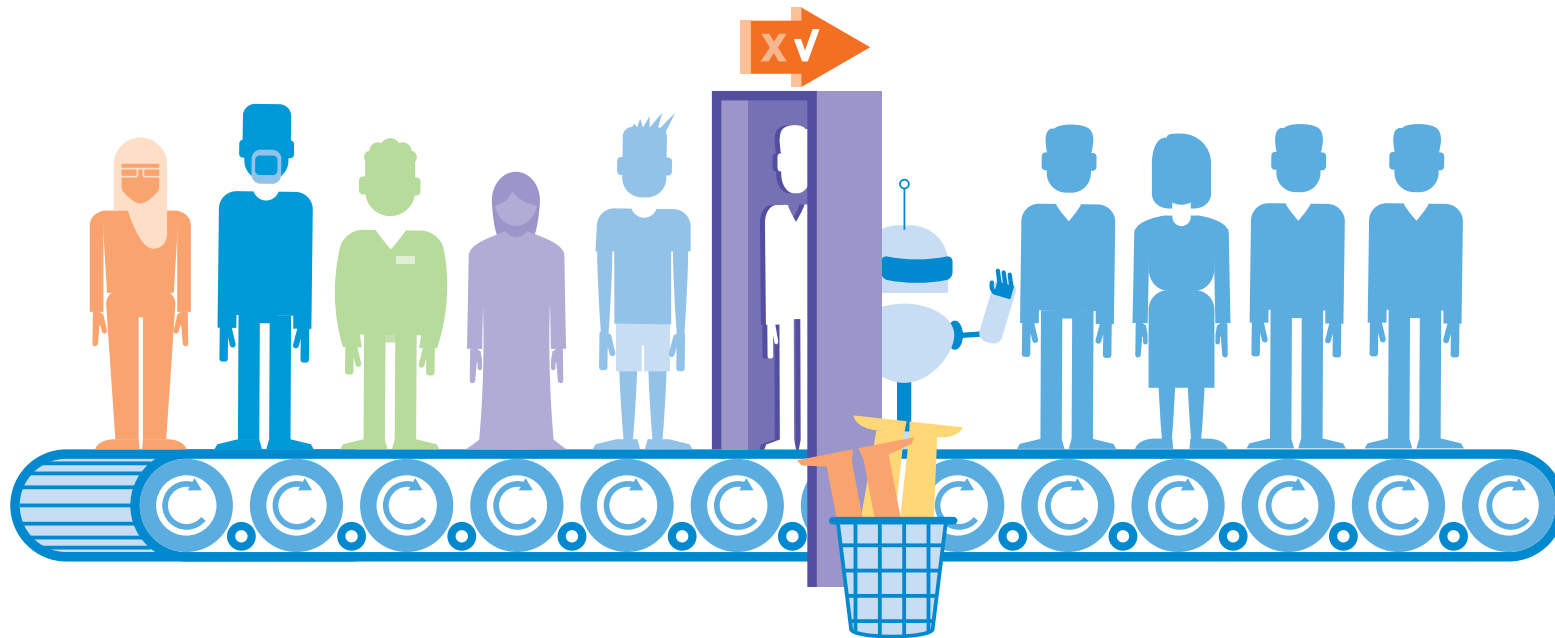
AI biedt kansen om de werkdruk te verlagen

Voor het nadenken over dit soort kwesties moet je ruimte scheppen in de schoolorganisatie. Moedig kritisch denken en discussie over ingewikkelde onderwerpen aan. Creëer gaandeweg ruimte tijdens reguliere overleggen om dit soort gesprekken te voeren. Kijk ook naar goede voorbeelden buiten je eigen school of bestuur en laat je inspireren door discussies op landelijk niveau. En betrek de omgeving hierbij, bijvoorbeeld leerlingen en hun ouders, of leerbedrijven in het geval van beroepsonderwijs.

3.3.5 Hoe zorg je ervoor dat AI het onderwijs verrijkt en niet verschaamt?

Artificial intelligence heeft veel potentie om het onderwijs te verrijken. Door AI in te zetten voor het aanleren van zowel eenvoudige als complexe denkvaardigheden, kunnen leraren zich meer richten op de ontwikkeling van sociaal-emotionele vaardigheden. Leerlingen opleiden omvat immers veel meer dan leren vermenigvuldigen of een vreemde taal leren spreken. Onderwijs heeft ook een socialiserend doel. Het leert kinderen de grenzen opzoeken van eigen en door anderen opgelegde kaders, omgaan met successen en tegenslagen, en de verschillen in onze diverse maatschappij. Deze taak van het onderwijs is niet eenvoudig in algoritmes en data te





vatten. Bovendien, als je alles in het leerproces of in je leven door algoritmes laat bepalen, blijf je in feite binnen de kaders van dat algoritme opereren, de zogenaamde filterbubbel. Terwijl het juist heel waardevol is om in aanraking te komen met andere denkbeelden en opvattingen, en te leren daar respectvol mee om te gaan. Daarnaast zijn authentieke, contextrijke activiteiten nodig om de relevantie en functie van opgedane kennis te kunnen begrijpen en voelen. Zeker in het beroeps- onderwijs.

Een ander risico van AI en datagedreven onderwijs is de focus op meetbare resultaten. Er zijn natuurlijk verschillende aspecten van belang voor de ontwikkeling van een leerling die niet of minder gemakkelijk meetbaar zijn en dus niet in harde resultaten zijn uit te drukken. Het gevaar is dat we sociaal-emotionele vaardigheden ook eindeloos in cijfers en dashboards willen vatten en daarmee een maakbare wereld proberen te creëren waarin

iedereen aan dezelfde meetlat moet voldoen. Terwijl juist de diversiteit van mensen leidt tot synergie in teams en gemeenschappen.

Overweging: bespreek met je team wat jullie onderwijsopdracht is en welke rol AI daarin heeft

Als je een willekeurige leraar vraagt waarom hij voor het onderwijs heeft gekozen, is de kans groot dat hij iets antwoordt in de lijn van “kinderen helpen op te groeien tot volwaardig burgers” en niet “ervoor zorgen dat mijn leerlingen heel goed kunnen vermenigvuldigen”. Voer in je team discussie over wat je als jullie onderwijstaak ziet en wat je daarvan wel en niet aan technologie wilt overlaten. Besteed je geen expliciete aandacht aan dit vraagstuk? Dan loop je het risico dat je een geprogrammeerde opleiding gaat verzorgen, zonder ruimte voor verwondering. Of dat je de minder meetbare resultaten laat ondersneeuwen door de, soms kille, meetbare feiten en cijfers.



Nawoord

Beste lezer,

Ik probeerde in de jaren negentig van de vorige eeuw, als beginnend systeemontwikkelaar bij de faculteit bedrijfskunde in Rotterdam, hoogleraren en studenten ervan te overtuigen dat het best wat kon worden met dat wereldwijde web. Zelf had ik toen ook nog geen idee dat internet elke sector op zijn kop zou zetten.

Als het om innovatie gaat, hebben we al snel de neiging om te proberen twintig of dertig jaar vooruit te kijken. Maar hoewel vergezichten interessant en inspirerend zijn, hebben we voor het maken van meerjarenplannen vooral concrete inzichten nodig die ons in staat stellen een goede koers uit te zetten voor de komende jaren. Dit technologiekompas beoogt daarbij te helpen.

*Hoewel vergezichten inspirerend zijn
helpen vooral concrete inzichten
een goede meerjarenkoers uit te zetten*

De toekomst is moeilijk te voorspellen. Maar het maakt niet zoveel uit of we het eens zijn over onze voorspellingen voor de toekomst. Ook is het niet relevant in welke mate en wanneer die daadwerkelijk zullen uitkomen. Waar het om gaat, zijn de rode draden in die voorspellingen, die bepalend zullen zijn. Zoals de impact van denkkrachtmachines op ons leven, leren en werken, die we beschrijven in dit technologiekompas. Het pad naar de

toekomst is vooral een ontdekkingsreis. Dit kompas kan onderweg als gids dienen. Om te helpen richting te bepalen, die bij te stellen wanneer nodig en hopelijk onderweg wat doodlopende paden en ravijnen te vermijden.

Een oprecht woord van dank aan de vele bestuurders die tijd hebben vrijgemaakt om onze eerste concepten te bekijken. Hun tips hebben we dankbaar verwerkt. Ook hebben we diverse experts en wetenschappers op hun terrein het hemd van het lijf gevraagd als input voor onze analyses. Dank ook aan collega's die conceptteksten kritisch hebben gelezen. We hebben alle tips tot verheldering geprobeerd recht te doen. Zowel bestuurders, opleidingsdirecteuren, schoolleiders als ict-verantwoordelijken willen we concreet ondersteunen met dit rapport. Tegelijkertijd hebben we gepoogd beknopt te blijven.

Als laatste maar zeker niet minst belangrijk, dank aan mijn teamgenoten Els en Wietse. Het was veel leuker, soms moeilijker en daarom veel beter om dit rapport samen te maken. Dankjulliewel ;-)

Groet,

Michael van Wetering
Strategisch Adviseur Innovatie
Stichting Kennisnet



Colofon

Onderwijs in een kunstmatig intelligente wereld – Kennisnet Technologiekompas 2019-2020

© 2019 Kennisnet

Auteurs

Michael van Wetering – Strategisch Adviseur Innovatie
Els Booij & Wietse van Bruggen – Adviseurs Innovatie

Redactie

Steven van Dort – Voxx Content in Context

Eindredactie

Martine Schlingemann – Voxx Content in Context

Illustratie

Marcel François – Tappan Communicatie

Vormgeving

Cyril Tjahja – Tappan Communicatie

Instrumenten

Hype Cycle en Benefit Map ontwikkeld met Gartner toolkits

Meer informatie

kn.nu/technologiekompas

Over Kennisnet

Goed onderwijs legt de basis voor leven, leren en werken en daagt leerlingen en studenten uit om het beste uit zichzelf te halen. Dat vraagt om onderwijs dat inspeelt op sociale, economische en technologische ontwikkelingen. Kennisnet ondersteunt besturen in het primair onderwijs (po), het voortgezet onderwijs (vo) en het middelbaar beroepsonderwijs (mbo) bij een professionele inzet van ict en is voor scholen de gids en bouwer van het ict-fundament.

Kennisnet wordt gefinancierd door het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW).



kennisnet.nl

Kennisnet
Paletsingel 32
2718 NT Zoetermeer

T 0800 321 22 33
E support@kennisnet.nl
I kennisnet.nl

Postbus 778
2700 AT Zoetermeer



Laat ict werken voor het onderwijs