



in onderwijs

NATIONAAL ONDERWIJSLAB AI | JUNI 2024

Samen werken aan slimme technologie

Wat weten we?

Wat willen we?

Wat kunnen we?

Richting een gedeelde taal voor
onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven

NOLAI
NATIONAAL
ONDERWIJSLAB AI

“ Het is de verbinding die zorgt voor oplossingen die in de praktijk echt gaan werken ▶ **De vertaalslag tussen onderzoek en praktijk blijft een uitdaging** ▶ **Er is altijd sprake van samenwerking tussen mens en AI** ▶ *NOLAI is met vliegende vaart gestart met dank aan een bevlogen team en de enthousiaste partners* ▶ **In het beroep van leraar moet je groeien, en dat doe je in de praktijk**

- ▶ *Meer zelfregulerend vermogen bij het schrijven gaat leerlingen enorm helpen*
- ▶ *Goed om gericht en met de school te kijken hoe we met generatieve AI omgaan*

▶ **Het Nederlandse basis- en voortgezet onderwijs is een voorloper ten opzichte van de rest van Europa** ▶ *De technologie helpt leerlingen hun vraag goed te formuleren*

”

Inhoud

P. 4 ► VOORWOORD

Onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven bundelen hun krachten om verantwoord gebruik van AI in het onderwijs mogelijk te maken.



P. 6 ► HOOFDSTUK 1

Inleiding

Wat bedoelen we precies met slimme technologie en welke vormen van AI zijn er?



P. 11 ► HOOFDSTUK 2

De gedeelde taal

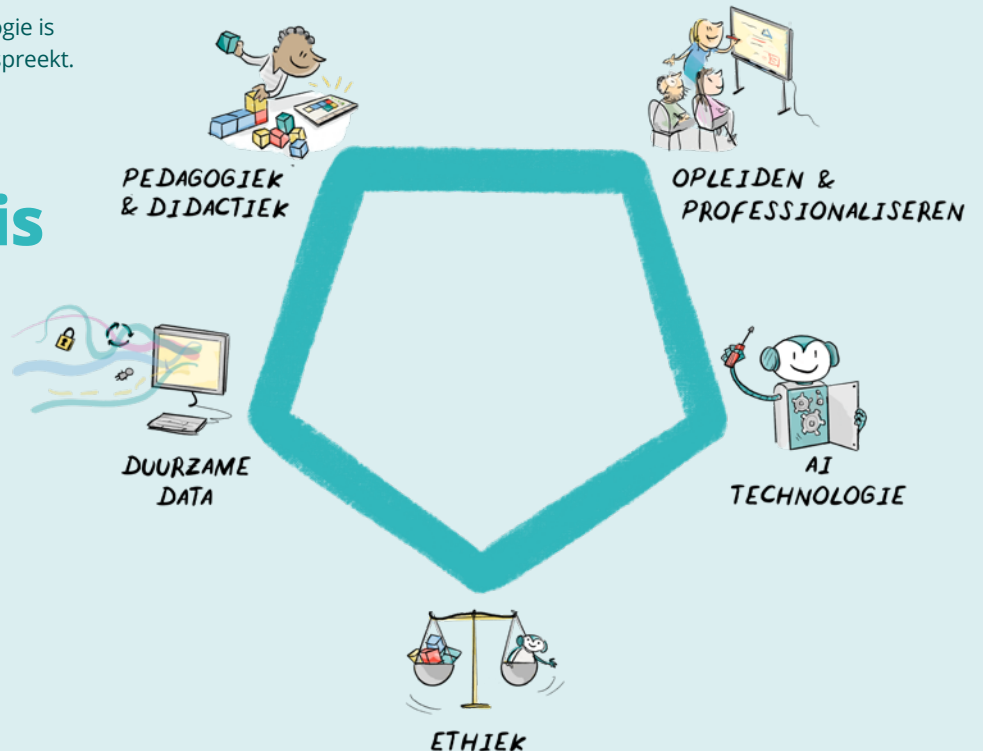
Om samen te werken aan slimme technologie is het van belang dat iedereen dezelfde taal spreekt.

P. 17 ► HOOFDSTUK 3

Actuele kennis

Wat weten we?

Ontdek wat we nu al weten over slimme technologie in het onderwijs.



COLOFON

AUTEURS: ANNE HORVERS, KARCIE SNOEIJEN* EN INGE MOLENAAR **REDACTIE:** SYLVIE SMEETS, YANNICK BAAY EN MONIQUE GORIS
FOTOGRAFIE: ROB GIELING, GETTY IMAGES **TEKENINGEN:** SUUS VAN DEN AKKER **ONTWERP:** GLOEDCOMMUNICATIE **DRUKWERK:** ZALSMAN

* Gedeeld eerste auteurschap

P. 34 ► HOOFDSTUK 4

Samenwerken in de driehoek

P. 37 A. Tien co-creatieprojecten

Wat willen we?

Vanuit vragen uit het onderwijs zijn tien co-creatieprojecten opgezet. Hierin wordt slimme technologie ontwikkeld voor toepassing in het onderwijs. NOLAI pakt met AI praktijkproblemen van leraren en schoolbesturen aan.

P. 64 B. Tien bedrijven met slimme technologie

Wat kunnen we?

Versillende bedrijven ondersteunen leraren en leerlingen met slimme technologie. In dit hoofdstuk vind je tien bedrijven en kom je erachter hoe hun slimme technologie werkt.

P. 80 C. Tien onderzoeksgroepen

Wat weten en kunnen we?

Welke onderzoeken voeren wetenschappers die de focusgebieden binnen NOLAI leiden zelf uit naar AI in het onderwijs?

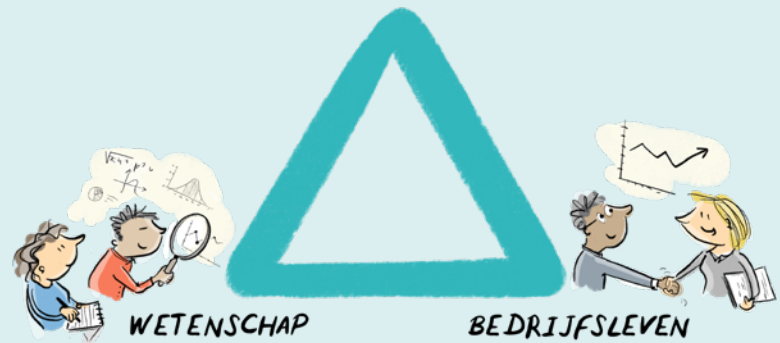
P. 89 ► HOOFDSTUK 5

Conclusie

Vanuit de vragen van het onderwijs werken we samen aan slimme technologie en verantwoord gebruik van AI in het onderwijs.



ONDERWIJS



“NOLAI verbindt scholen met bedrijven en wetenschappers. Het is juist die verbinding die zorgt voor oplossingen die in de praktijk echt gaan werken.”

KEVIN VAN DER POL, TEACHER IN RESIDENCE





Samen werken aan slimme technologie

Wat weten we, wat willen we en wat kunnen we?

Voor je ligt het eerste magazine van NOLAI over AI in onderwijs.

Het eerste jaar NOLAI zit erop. Een jaar waarin hard gewerkt is en ons team aan alle kanten gegroeid is. Scholen en onderwijsbesturen hebben zich bij ons aangesloten, nieuwe onderzoekers zijn NOLAI komen versterken en er zijn connecties gelegd met verschillende bedrijven. Onze werkwijze, waarin onderwijs centraal staat en verbonden wordt met de wetenschap en het bedrijfsleven, zien we terug in de dagelijkse praktijk van ons werk.

In dit magazine blikken we terug op wat wij het afgelopen jaar gedaan en bereikt hebben. Om de vragen die op scholen liggen zo goed mogelijk te beantwoorden, zijn we uitgebreid in gesprek gegaan met het onderwijs. In vraagarticulatiesessies hebben we de vragen van leraren en schoolleiders opgehaald en met

elkaar de mogelijkheden van AI in het onderwijs besproken. Onze gedeelde taal over AI speelt een belangrijke rol in deze gesprekken en bij het uitwerken van de vragen naar co-creatieprojecten.

Om de vraag van de school als leidraad te nemen, zoeken we ondersteuning vanuit de wetenschap en het bedrijfsleven. Dus vroegen we ons af: *Wat weten we?* Gelukkig is er al veel kennis, doordat verschillende onderzoeksgebieden al jaren onderzoek doen naar AI in het onderwijs. Om een overzichtelijke basis neer te zetten, zijn onze onderzoekers op zoek gegaan naar de huidige kennis over AI in het onderwijs, in de vorm van een overzichtsstudie. In de overzichtsstudies geven we vanuit de verschillende disciplines inzicht in de bestaande kennis. Hiermee kunnen we de vragen van het onderwijs beter beantwoorden en sneller tot passende oplossingen komen.



Met deze kennis op zak zijn we vervolgens op zoek gegaan naar de vragen in het onderwijs. Bij scholen stelden we de vraag: *Wat willen we?* Die vraag staat altijd centraal binnen NOLAI. Hier zijn onze eerste tien co-creatieprojecten uit voortgekomen. Hierin werken scholen, wetenschappers en bedrijven nauw samen om de vragen van het onderwijs te vertalen naar nieuwe prototypes met slimme technologie. We beschrijven, aan de hand van de gedeelde taal, de rol van AI en hoe de slimme technologie werkt in onze eerste co-creatieprojecten.

Tenslotte is er ook al veel slimme technologie waar scholen in het basis- en voortgezet onderwijs elke dag gebruik van maken in de klas. Wat voor slimme technologie is er al, ofwel: *Wat kunnen we?* Deze typen slimme technologie gebruiken al verschillende vormen van AI.

In het laatste deel van dit magazine beschrijven we hoe slimme technologie werkt bij tien bedrijven. Ook hier gebruiken we de gedeelde taal om toe te lichten hoe de AI werkt in deze oplossingen.

Naast het gebruik van slimme technologie in het bedrijfsleven, houden onderzoeksgroepen in de wetenschap zich ook bezig met het

vergaren van kennis, inzichten en soms zelfs het ontwikkelen van slimme technologie. Ook hiervan geven we een overzicht in dit magazine.

Het NOLAI-team is trots op wat we het eerste jaar samen met onze (strategische) partners uit het onderwijs, de wetenschap en het bedrijfsleven bereikt hebben. We wensen je veel leesplezier en hopelijk tot ziens bij NOLAI.

Inge Molenaar

Algemeen en wetenschappelijk directeur NOLAI

“NOLAI is met vliegende vaart gestart met dank aan een bevolgen team en de enthousiaste partners. We zijn heel trots op wat we in korte tijd bereikt hebben!”

INGE MOLENAAR, DIRECTEUR



► HOOFDSTUK 1

Inleiding

AI biedt kansen voor het basis-, voortgezet en speciaal onderwijs in Nederland. Om deze kansen ten volste te benutten is in 2022 het Nationaal Onderwijslab voor AI in het leven geroepen, ofwel: NOLAI.

De krachten bundelen

Wat is NOLAI?

Gefinancierd door het Nationaal Groeifonds ontwikkelt NOLAI van 2022 tot 2032 circa honderd AI-toepassingen samen met het onderwijs. Dit gebeurt in co-creatie met scholen, wetenschappers en bedrijven. De eerste tien projecten zijn reeds gestart in 2023. Samen worden prototypes met slimme technologie ontwikkeld die naadloos aansluiten op de behoeften van scholen. In deze prototypes worden verschillende vormen van AI toegepast. Zo kunnen we:

- leerling en leraar steeds centraal zetten bij de inzet van slimme technologie in onderwijs;
- passende toepassingen met AI voor het onderwijs ontwikkelen;
- het voor scholen makkelijker maken om slimme technologie in te zetten;
- samenwerken met bedrijven om AI in het onderwijs naar een hoger plan te tillen;
- een snelgroeiende schat aan kennis voor de toekomst genereren.

Parallel aan het ontwikkelen van de prototypes onderzoekt NOLAI de ethische, sociale en maatschappelijke gevolgen van AI in ons onderwijs. Wetenschappers vanuit verschillende disciplines denken bij iedere stap mee om verantwoord gebruik van AI te borgen in het Nederlandse onderwijs.

Deze werkwijze is op deze schaal uniek in de wereld. Door scholen, wetenschappers en bedrijven op deze wijze samen te brengen, ontstaat een vliegwieleffect waarmee we ons onderwijs en de Nederlands onderwijsmarkt toerusten voor een snel veranderende samenleving.

NOLAI werkt vanuit twee inhoudelijke programma's: het co-creatieprogramma (ontwikkeling) en het wetenschappelijk programma (onderzoek). Beide programma's zijn continu met elkaar in verbinding. Meer over de werkwijze van NOLAI is te vinden in de hoofdstukken over actuele kennis en de samenwerking in de driehoek.



Inge Molenaar bij het eenjarig bestaan van NOLAI.

A close-up photograph of a child's hand holding a green wooden block against a wooden post. The child's hand is positioned on the left side of the block, gripping it. The block is a rectangular prism with a green finish. The wooden post is light-colored and has a hole through it. The background is blurred, showing other wooden blocks and a red object. A teal diagonal overlay is on the left side of the image.

ER ZIJN VEEL VERSCHILLENDE
VORMEN VAN AI

Wat is slimme technologie?

Er bestaan verschillende vormen van AI. Deze verschillen in het doel waarvoor ze gebruikt worden of in de manier waarop ze gemaakt zijn. Bijna alle AI is taak-specifiek. Dit wil zeggen dat de AI alléén goed is in dat stukje taak waarvoor de AI ontwikkeld is. Bijvoorbeeld: een AI die goed is in schaken, zal met monopoly geen schijn van kans maken. Op die manier heeft elke AI een duidelijk doel, van klein (*expert model*, schaken) tot groot (*large language model*, ChatGPT). De manier waarop AI gemaakt wordt, kan dus ook verschillen. Hier kunnen we onderscheid maken tussen kennisgedreven AI en datagedreven AI.

Kennisgedreven AI

Bij kennisgedreven AI proberen we menselijke logica in computertaal te vangen, zogenaamde expert modellen. Bijvoorbeeld: 'als dag is maandag' en 'tijd is 08.25' dan 'luid eerste schoolbel'.

Zulke kennisregels worden gevat in een computer-model, ofwel een algoritme. Eenvoudige algoritmes zijn voor mensen goed te volgen, maar schieten ook snel te kort.

Datagedreven AI

Daarom kijken we ook naar datagedreven AI. Hier draait het niet om menselijke kennisregels, maar om data. Bij scholen komt data bijvoorbeeld uit het leerlingvolgsysteem of elektronische leeromgevingen. Kennisgedreven en datagedreven AI kunnen ook heel goed samenwerken.

Binnen de datagedreven AI wordt gebruikgemaakt van *machine learning*. Wij mensen maken in onzekere situaties gebruik van onze ervaring en intuïties. Een computer kan zo iets ook, door te leren van de data. Dit noem je dus machine learning. Dat kan op drie manieren: *supervised*, *reinforced* en *unsupervised*.

SUPERVISED LEARNING

Bij supervised learning leert de technologie aan de hand van voorbeelden. Geef plaatjes van honden en katten en vertel erbij wat een hond en wat een kat is. De technologie leert vervolgens te voorspellen of iets een hond of een kat is. Hoe meer voorbeelden je geeft, des te beter de technologie leert voorspellen.



De Nationale AI-Cursus: AI voor onderwijs



REINFORCEMENT LEARNING

Reinforcement learning is supervised learning die pas achteraf feedback krijgt. Dit kun je het beste vergelijken met een kind dat blokken in een kubus stopt. Door te proberen, leert het kind dat het rondje door het ronde gat moet en het vierkant door het vierkante gat. Op zo'n zelfde manier kan AI leren: voorspel of iets een hond of een kat is. Het label en dus het antwoord krijgt de technologie ná het voorspellen. Is het fout? Dan probeer je iets anders, net zo lang tot het wel goed gaat. Langzaam leert de technologie op die manier wat wel en niet goed is.

UNSUPERVISED LEARNING

De laatste vorm van machine learning is unsupervised learning. Hierbij krijgt de technologie veel data zonder labels. Bij het voorbeeld van honden en katten vertel je dit keer dus niet wat een hond of een kat is, ook niet achteraf. Je laat de technologie patronen herkennen uit de afbeeldingen.

Slimme technologie is technologie die gebruikmaakt van een bepaalde vorm van AI.

De technologie zal dus uiteindelijk kunnen aangeven dat honden en katten verschillen, maar niet weten wat een hond is en wat een kat. Unsupervised learning is dus heel bruikbaar wanneer je afwijkende patronen uit een dataset wil halen, zoals het clusteren van leerlingen op leerprestaties. Zo kan een leraar extra instructies inrichten voor verschillende groepen leerlingen.

Deep learning

Misschien heb je ook ooit de term deep learning voorbij horen komen. Deep learning is familie van machine learning. Deep learning maakt gebruik van neurale netwerken die de processen in onze hersenen nabootsen. Neem als voorbeeld het herkennen van een vriend. Het beeld dat je ziet, wordt in je hersenen in stukjes opgehakt. Je ziet ogen, een neus, een mond en oren. Je hersenen herleiden dat dit een gezicht is. De

specifieke vorm van deze elementen, samen met de vorm van het gehele gezicht, maken jouw perceptie van een persoon. De hersenen geven deze informatie door en vervolgens wordt gecheckt of je dat gezicht herkent. Zo ja, dan gaan je hersenen op zoek naar wie er bij dat gezicht hoort. Je hersenen werken dus in laagjes, waarbij elk laagje naar een bepaald deel kijkt en een specifieke rol heeft. Hoe meer laagjes, hoe beter het werkt of hoe complexer de taak kan zijn.

Dit proces wordt nagebootst in neurale netwerken. Hier wordt een groot web gebouwd van laagjes en verbindingen, waarmee de technologie een taak kan uitvoeren. Een bekend voorbeeld van deep learning zijn de large language modellen, die achter bijvoorbeeld ChatGPT zitten. Dit zijn unsupervised machine learning modellen, omdat ze grote ongelabelde datasets krijgen om van te leren. Deze slimme technologie bouwt zelf een model aan lagen op, waarmee het in staat is om patronen in data te ontdekken. Een deel houdt zich bijvoorbeeld bezig met de grammatica in de zin, een ander deel houdt zich bezig met de betekenis van de zin. Zo heeft elk deel van het model een andere taak, die vervolgens ook weer opgesplitst worden in kleinere taken. Zo kan grammatica opgesplitst worden in het onderwerp van de zin, het werkwoord, enzovoorts. Het model is echter zo complex dat de taken over verschillende lagen heen kunnen liggen, waardoor je niet zomaar kunt aanwijzen wat op welke plek in het model gebeurt. De patronen die bijvoorbeeld ChatGPT leert, kan de technologie dus niet factchecken. Het is enkel een voorspelling, gebaseerd op ontdekte patronen.

Verschillende vormen van AI

Voor elk project bij NOLAI kijken we naar welke vorm van AI het beste past, afhankelijk van het doel van het co-creatieproject en de data die daarvoor beschikbaar is. Daarom praten wij over slimme technologie: technologie die gebruik maakt van een bepaalde vorm van AI.

► HOOFDSTUK 2

De gedeelde taal

Hoe werkt slimme technologie in het onderwijs eigenlijk? Welke data gebruikt slimme technologie zoal? En welke taal gebruiken we om elkaar goed te begrijpen? Om met het onderwijs samen te werken aan slimme technologie is het van belang dat het onderwijs, de wetenschap en het bedrijfsleven een gedeelde taal hanteren.

Om de samenwerking tussen onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven makkelijker te maken, is er een gedeelde taal nodig. Deze bestaat uit drie belangrijke modellen die toelichten hoe slimme technologie werkt, hoe deze handelt en wie de controle heeft. Op die manier zorgen we dat we het gesprek over AI in onderwijs goed met elkaar kunnen voeren.

1 DETECTEREN - INTERPRETEREN - HANDELEN

2 DRIE VORMEN VAN ADAPTIVITEIT

3 ZES NIVEAUS VAN AUTOMATISERING

Hoe werkt de slimme technologie?

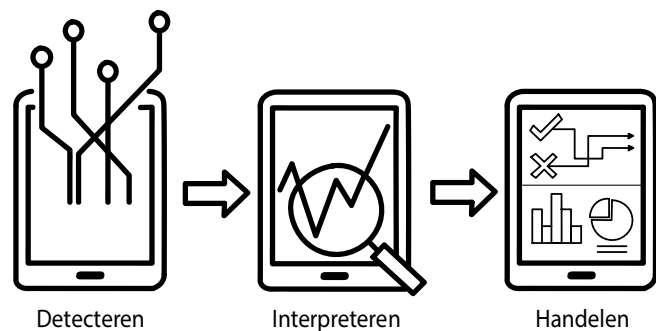
1 DETECTEREN - INTERPRETEREN - HANDELEN

Vanuit de basis kijken we naar de werking van slimme technologie en de vorm van AI. In het detecteren - interpreteren - handelen model beantwoorden we de vraag hoe slimme technologie werkt. De slimme technologie detecteert data (bijvoorbeeld een antwoord van een leerling), interpreteert deze data (bijvoorbeeld de kennis van een leerling) en bepaalt vervolgens een passende actie.

DETECTEREN beschrijft de data die de slimme technologie nodig heeft om de leerling en/of de leraar te kunnen volgen. Dit geeft aan wat de slimme technologie 'ziet' van de leersituatie. De input voor de slimme technologie kan bestaan uit verschillende vormen van informatie, zoals antwoorden van leerlingen op een vraag of de tijd waarin een leerling de vraag beantwoordt.

INTERPRETEREN omvat het vertalen van deze data naar een inzicht waarmee de slimme technologie het leren van de leerling of het lesgeven van de leraar kan ondersteunen. Zo'n inzicht kan bijvoorbeeld de kennis van een leerling zijn of de mate van zelfregulatie die een leerling gebruikt tijdens het leren. De interpretatie kan op verschillende manieren gebeuren, afhankelijk van de data en de vorm van AI die gebruikt wordt.

HANDELEN staat voor de acties die de slimme technologie uitvoert. Deze kan de geïnterpreteerde data op twee manieren vertalen: naar bruikbare informatie en/of acties. Als de slimme technologie informeert, biedt het een basis voor leraren of leerlingen om kennis op te doen en daar zelf naar te handelen. Bijvoorbeeld, wanneer een leraar in een dashboard ziet dat een leerling veel fouten maakt, kan die extra hulp bieden. De slimme technologie kan ook zelf handelen: dan neemt het taken van de leraar over. Bijvoorbeeld door de leerlingen directe feedback te geven of de volgende opdracht aan te passen aan het niveau van de leerling.



Hoe handelt de slimme technologie?

2 DRIE VORMEN VAN ADAPTIVITEIT

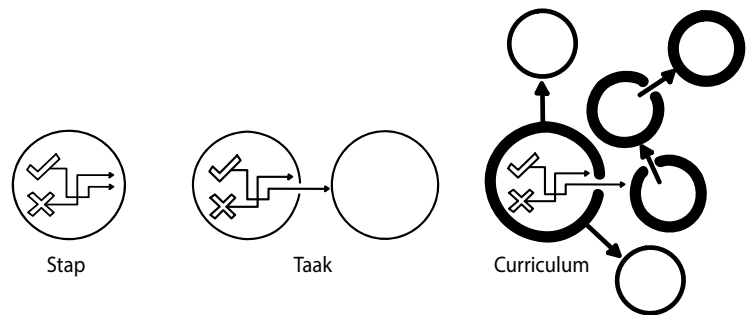
Wanneer de slimme technologie zelf een actie gaat uitvoeren (handelen), kan dit op verschillende manieren. Het uitvoeren van verschillende vormen van adaptiviteit is een van de meest voorkomende toepassingen. Hierbij wordt de omgeving van de leerling aangepast om tegemoet te komen aan de leerbehoefte.

Adaptiviteit is in te delen in drie vormen:

STAP-ADAPTIVITEIT wordt ingezet tijdens een taak, bijvoorbeeld het geven van feedback binnen de taak die de leerling uitvoert.

TAAK-ADAPTIVITEIT vindt plaats over taken heen, bijvoorbeeld door de selectie van een volgende taak.

CURRICULUM-ADAPTIVITEIT bepaalt de volgende leerdoelen of onderwerpen waar een leerling aan kan gaan werken en hiermee de volgorde van het curriculum.



Drie vormen van adaptiviteit

De meeste slimme technologie is goed in één vorm van adaptiviteit, al komt het aanbieden van een combinatie van meerdere vormen steeds vaker voor.

“De gedeelde taal helpt ons het gesprek over AI in onderwijs gezamenlijk te voeren.”

INGE MOLENAAR, DIRECTEUR



Wie heeft de controle?

3 ZES NIVEAUS VAN AUTOMATISERING

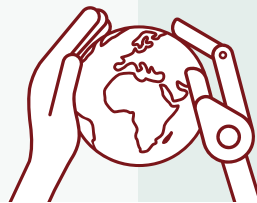
Bij het gebruik van slimme technologie ontstaat er een wisselwerking tussen de rol van de mens en slimme technologie. Er zijn zaken waar slimme technologie beter in is en er zijn zaken waar mensen beter in zijn. Hieronder vind je een beknopt overzicht van de sterke kanten van menselijke intelligentie en slimme technologie.

Door deze verschillende sterktes kunnen menselijke en artificiële intelligentie elkaar aanvullen en versterken. Dit noemen we

hybride intelligentie. Binnen hybride intelligentie is een belangrijke vraag wie de controle heeft: de leraar, de slimme technologie of allebei. De slimme technologie kan een deel van de taken van de leraar overnemen, maar toch blijft het belangrijk dat de controle bij de leraar blijft. Deze gedeelde controle is mogelijk op verschillende niveaus. In het ene uiterste werkt de leraar geheel zelfstandig, in het andere uiterste werkt de slimme technologie autonoom. Daartussen zijn vier varianten van gedeelde controle mogelijk.

MENSELIJKE INTELLIGENTIE

- Creatief denken
- Samen problemen oplossen
- Verskillende perspectieven duiden en verbinden
- De volledige situatie kunnen overzien



SLIMME TECHNOLOGIE

- Snel analyseren van data
- Classificeren van bepaald gedrag
- Diagnosticeren van kennis
- Voorstellen van passende acties



**NIVEAU 1
DE LERAAR**

De leraar handelt zelfstandig, zonder ondersteuning of tussenkomst van de slimme technologie.



**NIVEAU 2
LERAAR/LEERLING
ONDERSTEUNING**

De slimme technologie geeft de leraar inzicht in het leerproces van de leerlingen. De leraar ontvangt aanvullende informatie van de technologie, maar deze neemt geen taken van de leraar over. De leraar behoudt de volledige controle, de slimme technologie informeert.

Voorbeeld: de leraar heeft een dashboard waarin deze kan zien hoe een leerling of de hele klas met leerlingen presteert.

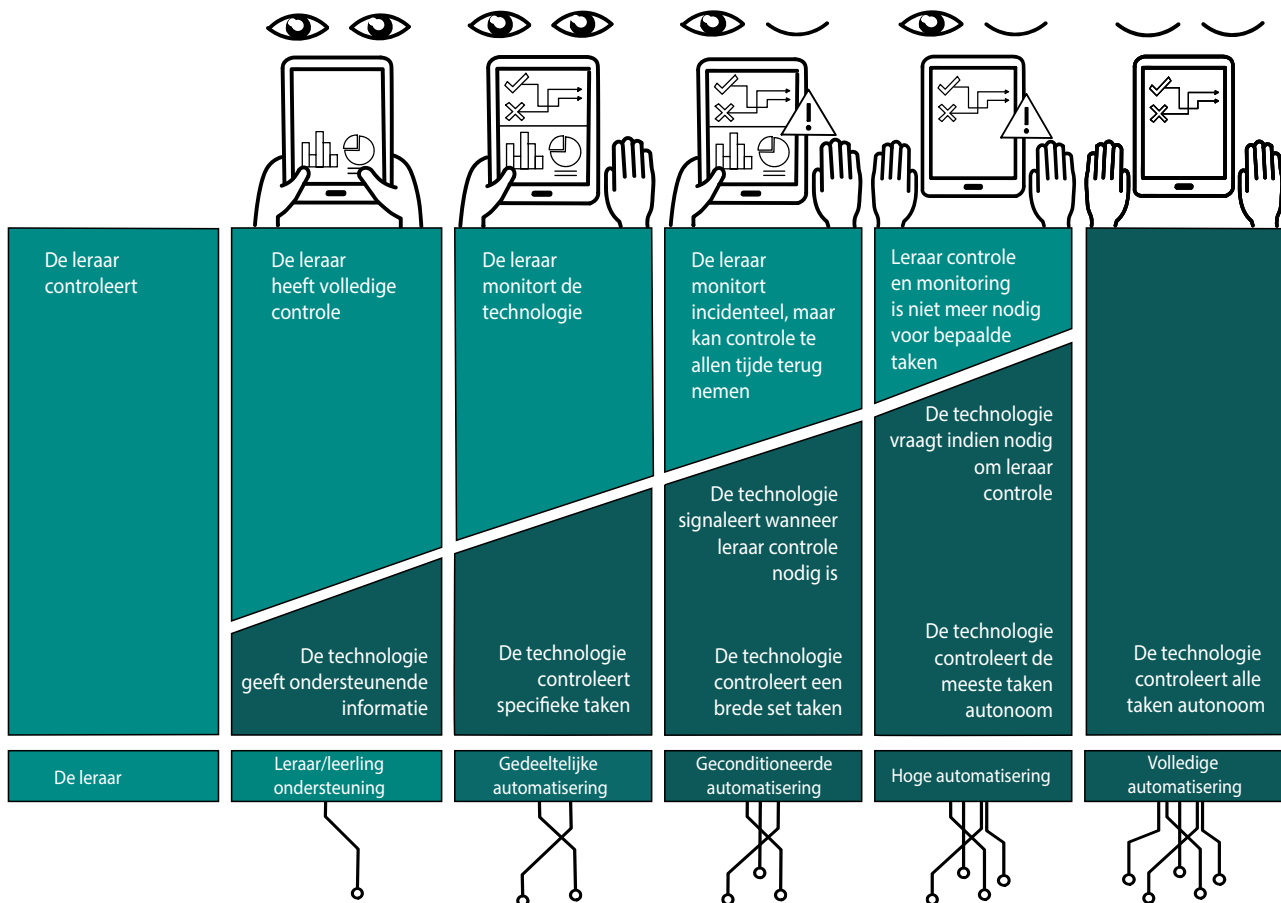


**NIVEAU 3
GEDEELTELIJKE
AUTOMATISERING**

De leraar heeft het grootste deel van de taken in handen, de technologie neemt kleine taken over. De slimme technologie heeft een aantal taken: interpreteren van data, informeren en soms handelen. Leraren monitoren de slimme technologie volledig.

Voorbeeld: de leraar wordt ondersteund bij het aanpassen van opgaven op het niveau van de leerling, de leerling krijgt automatisch een volgende opgave aangeboden door de slimme technologie.

DE GEDEELDE TAAL



NIVEAU 4 GECONDITIONEERDE AUTOMATISERING

De slimme technologie voert naast informeren meerdere handelingen uit, zoals het geven van feedback en het selecteren van opgaven. De technologie geeft aan wanneer de leraar moet bijspringen. De leraar kan monitoren wanneer gewenst en te allen tijde de controle terugnemen.

Voorbeeld: de leraar wordt ondersteund doordat de slimme technologie uitgebreide feedback geeft aan leerlingen en de volgorde van leerdoelen in het curriculum aanpast.



NIVEAU 5 HOGE AUTOMATISERING

De slimme technologie handelt hier grotendeels zelfstandig, maar vraagt de leraar om input of aanvullingen voor specifieke handelingen. De leraar hoeft niet te monitoren en controleert alleen specifieke taken.

Voorbeeld: de leraar wordt ondersteund bij het geven van feedback op toon, houding en bewegingen van leerlingen tijdens het geven van een presentatie.



NIVEAU 6 VOLLEDIGE AUTOMATISERING

De slimme technologie neemt de rol van de leraar volledig over.

Voorbeeld: de slimme technologie stuurt het hele leerproces van de leerling, door het geven van feedback, selectie van volgende opgaven en leerdoelen.



SAMEN GAAN WE
AAN DE SLAG
MET DE KENNIS
DIE WE AL HEBBEN

► HOOFDSTUK 3

Actuele kennis

Wat weten we?

Wat weten we nu al over slimme technologie in het onderwijs? Onderzoekers doen hier al jaren onderzoek naar. We weten inmiddels al veel over AI, leren van leerlingen en lesgeven van leraren. In dit hoofdstuk bespreken we hoe we de bestaande kennis over AI in het onderwijs in kaart gebracht hebben met overzichtsstudies. En gaan we in op de resultaten van de onderzoeken die inzicht geven in wat er op dit moment al bekend is in de wetenschap over AI in het onderwijs.

Wat weten we al over slimme technologie?

In het wetenschappelijk programma van NOLAI brengen we bestaande kennis over AI in het onderwijs samen. We werken vanuit de gedachte dat AI het leren van leerlingen en het lesgeven van leraren kan ondersteunen en versterken. We zoeken daarbij naar een betekenisvolle samenwerking tussen mens en AI. Het idee is dat de leraar en AI elkaar aanvullen. AI is goed in het analyseren van data en herkent snel patronen. Dit kan de leraar helpen met extra inzichten. Deze wisselwerking tussen leraar, leerling en AI (ook wel hybride intelligentie) staat daarom centraal in het wetenschappelijk programma van NOLAI.

Bij NOLAI ontwikkelen we nieuwe kennis in de zogenaamde vijfhoek: vijf focusgebieden die kennis delen vanuit verschillende disciplines. Zo onderzoeken we samen de ethische, sociale en maatschappelijke gevolgen van AI in het onderwijs. We leren zo hoe AI verantwoord kan worden ingezet in het onderwijs.

De focusgebieden zijn:

- Pedagogiek & didactiek
- Opleiden & professionaliseren
- AI technologie
- Ethiek
- Duurzame data

In dit hoofdstuk lichten we toe wat elk focusgebied inhoudt en welke kennis er al is over AI in het onderwijs in dat focusgebied. Onderzoekers hebben voor elk focusgebied een zogenaamde overzichtsstudie uitgevoerd waarin alle actuele wetenschappelijke kennis over AI in onderwijs in kaart gebracht is. Ook leggen we uit wat een overzichtsstudie is en hoe onderzoekers dit uitvoeren.



PEDAGOGIEK
& DIDACTIEK



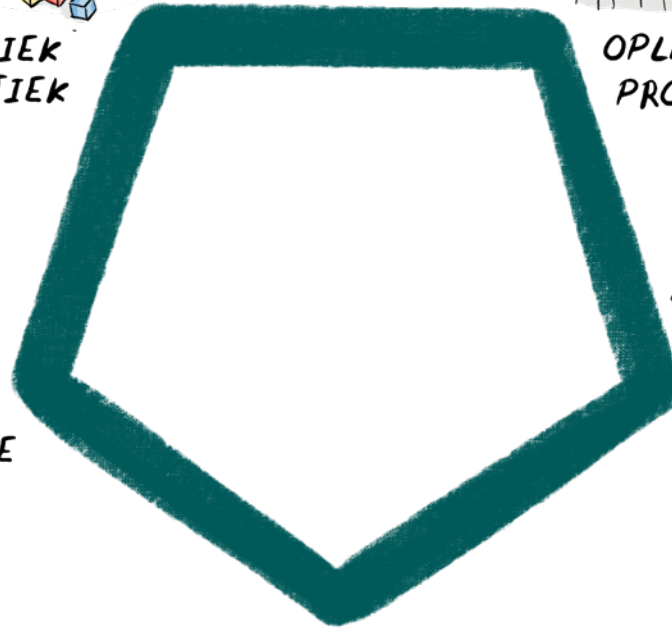
OPLEIDEN &
PROFESSIONALISEREN



DUURZAME
DATA



AI
TECHNOLOGIE



ETHIEK

Wat is een overzichtsstudie?

De bestaande wetenschappelijke kennis over AI in het onderwijs is door elk focusgebied onderzocht in een overzichtsstudie. Dit noemen we ook wel een systematische review. Bij een overzichtsstudie wordt met een systematische aanpak naar wetenschappelijke artikelen gezocht om een onderzoeksvraag te beantwoorden. Onderzoekers selecteren en analyseren alle relevante wetenschappelijke artikelen, waardoor een goed beeld ontstaat van de bestaande kennis over AI in het onderwijs.

HOE GAAT ZO'N OVERZICHTSSTUDIE IN ZIJN WERK?

Het begint met het formuleren van een onderzoeksvraag. Per focusgebied hebben de onderzoekers van NOLAI onderzoeksvragen opgesteld, bijvoorbeeld welke opvattingen over leren gebruikt worden om slimme technologie te ontwikkelen. In deze eerste stap checken onderzoekers ook meteen welke andere overzichtsstudies er al bestaan. Voor het focusgebied Duurzame data bleek er al een overzichtsstudie te bestaan die antwoord gaf op hun vragen. Dit focusgebied heeft daarom een andere insteek gekozen. Daarover later meer.

Nadat de onderzoeksvragen bepaald zijn, stelt de onderzoeker het onderzoeksplan vast. Hierin staan zoektermen, selectiecriteria en een codeerschema. De onderzoekers gebruiken deze zoektermen om te zoeken

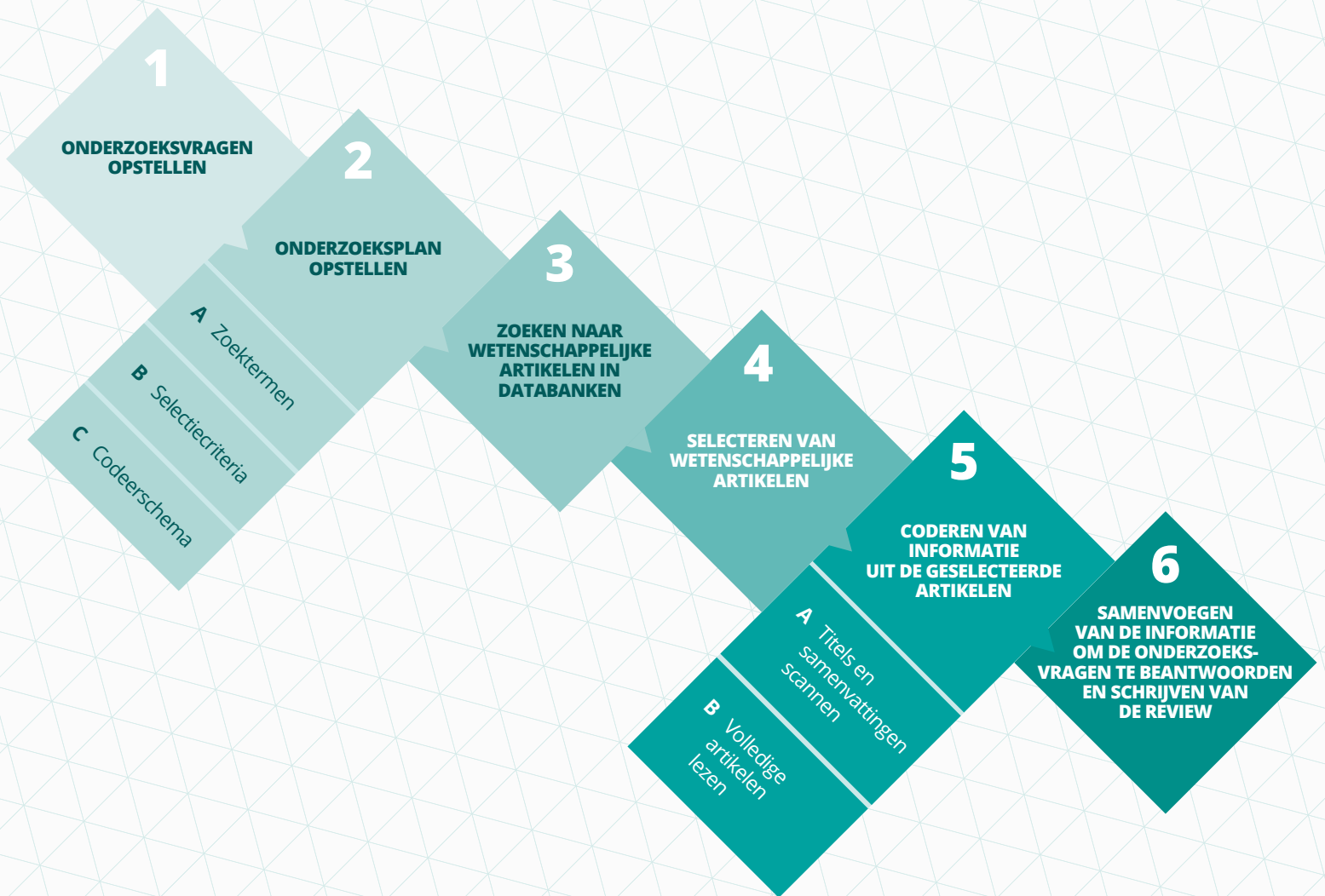
in databanken waarin alle wetenschappelijke artikelen te vinden zijn. In alle focusgebieden waren 'AI', 'leren' en 'basis- en voortgezet onderwijs' onderdeel van de zoektermen. Deze werden aangevuld met specifieke zoektermen voor het focusgebied. Verschillende varianten van een term worden vervolgens toegevoegd om een goede selectie aan wetenschappelijke artikelen te verzamelen. Zo zoek je naast 'AI' ook op 'artificiële intelligentie' en 'machine learning'. Hieronder een overzicht van de belangrijkste termen in onze overzichtsstudies.

UNIEKE ZOEKTERMEN PER FOCUSGEBIED

Pedagogiek en didactiek	Pedagogiek, onderwijspsychologie, didactiek
Opleiden en professionaliseren	Professionalisering van leraren (in opleiding)
AI technologie	Multimodaliteit, verschillende vormen van AI
Ethiek	Ethische richtlijnen
Duurzame data	Niet van toepassing

De zoektermen leveren een grote hoeveelheid aan wetenschappelijke artikelen op. Met de selectiecriteria bepaalt de onderzoeker welke artikelen relevant zijn om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Bijvoorbeeld alle artikelen die tussen 2010 en 2024

Van onderzoeksvraag naar inzicht voor het onderwijs.



zijn gepubliceerd en waarin slimme technologie het professionaliseren van leraren ondersteunt. Wanneer een artikel niet voldoet aan de selectiecriteria, valt deze af. Dit selecteren gebeurt met meerdere onderzoekers, waarbij iedereen individueel de artikelen leest en beoordeelt. Vaak wordt dit gedaan in twee stappen: eerst wordt alleen op de titel en samenvatting gescand en daarna wordt het hele artikel gelezen. In beide stappen kunnen artikelen afvallen. Uiteindelijk houden onderzoekers een selectie over die meegaat naar de volgende stap.

De geselecteerde artikelen worden systematisch geanalyseerd om de onderzoeksvraag te beantwoorden. De onderzoekers maken een codeerschema waarmee ze de belangrijkste informatie uit het artikel selecteren.

Zo worden bijvoorbeeld alle opvattingen over leren opgeschreven, of de data die gebruikt wordt door de AI uit de artikelen gehaald.

In de laatste stap bundelen de onderzoekers deze informatie. Hiermee combineren ze de gevonden informatie om antwoord te geven op de onderzoeksvragen.

Op de volgende pagina's staat per focusgebied een stroomdiagram met informatie over het selectieproces van de artikelen en de eerste resultaten. Dit geeft per focusgebied een mooi inzicht in wat we al weten over AI in het basis- en voortgezet onderwijs.

FOCUSGEBIED

Pedagogiek & didactiek

PARASKEVI TOPALI | CARLA HAELERMANS | ELIANE SEGERS

Voordat we dieper op AI zelf ingaan, beginnen we bij de basis van het onderwijs: leren. We kijken dus naar de:

- pedagogiek: hier staat de ontwikkeling van kinderen tot volwassenen centraal in interactie met hun omgeving.
- onderwijspsychologie: waar leertheorieën uitleggen en verklaren hoe mensen leren.
- didactiek: hier wordt de kennisoverdracht en het aanleren van vaardigheden in verschillende vakgebieden bestudeerd.

Vanuit deze invalshoeken leggen we de connectie tussen de kennis over het leren van leerlingen en het gebruik van AI in onderwijs. Hoe kunnen we AI inzetten zodat deze goed aansluit bij de leerbehoeften van leerlingen?

Hoe wordt in onderzoeken waarin AI wordt ingezet in het onderwijs gebruikgemaakt van de kennis uit pedagogiek, onderwijspsychologie en didactiek? Om dat te onderzoeken, is er voor dit focusgebied een overzichtsstudie uitgevoerd.

Eerdere overzichtsstudies focusten zich vooral op hoger onderwijs en de technische aspecten van AI. De belangrijkste vraag was: hoe is het onderzoek over het gebruik van AI in onderwijs tot nu toe gestuurd door inzichten uit psychologische leertheorieën, pedagogische opvattingen of (vak)didactiek? Ook hebben we in kaart gebracht wat het doel van de ingezette AI was, welke effecten er zijn gevonden en hoe AI ingezet werd in deze onderzoeken.

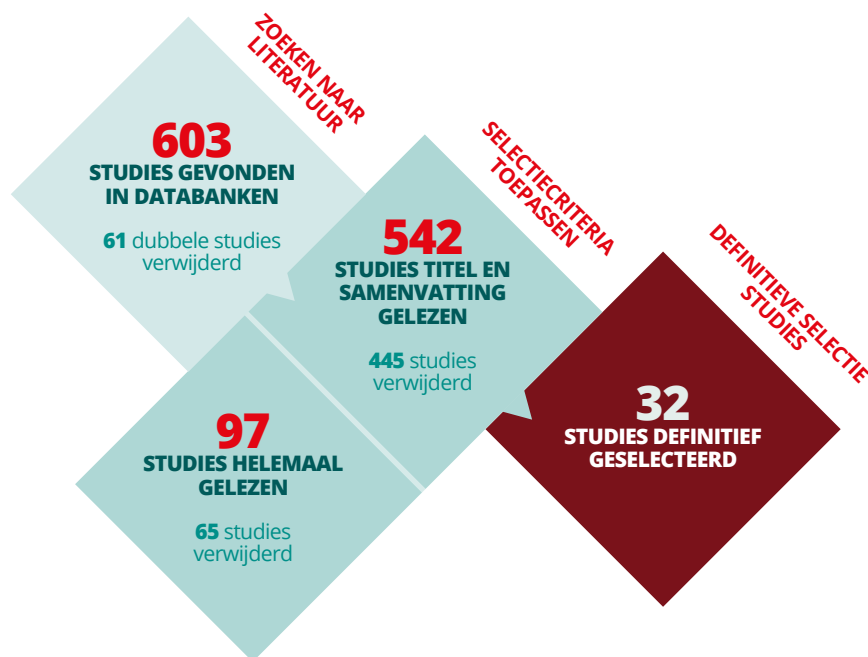
Uit de voorlopige resultaten blijkt dat slimme technologie vooral wordt ingezet ter ondersteuning van leerlingen. Tot nu toe is er in artikelen minder aandacht voor AI gericht op de leraar. De meeste onderzoeken vonden plaats binnen het basisonderwijs en minder in het voortgezet onderwijs. Meestal wordt AI ingezet bij de exacte vakken, zoals rekenen, wiskunde en natuurkunde. Wat betreft typen slimme technologie worden vooral adaptieve leermiddelen, intelligente tutorsystemen en robots gebruikt, maar ook augmented reality en chatbots komen steeds meer voor.



Opvallend is dat slimme technologie in huidig onderzoek weinig gebaseerd is op kennis over leren en goed onderwijs.

Welke theorieën worden er gebruikt in de onderzoeken?

Opvallend is dat maar de helft van de gevonden onderzoeken gebaseerd is op cognitieve psychologische leertheorieën, pedagogische opvattingen of (vak)didactiek. Zo wordt bijvoorbeeld in een van de onderzoeken een adaptief leermiddel met feedback gebruikt. Hierbij gebruikten de onderzoekers in samenwerking met leraren Bloom's taxonomie om de verschillende niveaus van *scaffolding* te classificeren, die vervolgens in het leermiddel verwerkt werden. In de artikelen die zo'n theoretische basis rapporteren, worden verder bijvoorbeeld het constructivisme, de ontwikkelingstheorie van Vygotsky en het model over zelfregulerend leren van Zimmerman benoemd. De rest van de onderzoeken rapporteren geen theoretische basis waarop de inzet van slimme technologie gebaseerd is.



Wat is het doel van AI-gebruik in de onderzoeken?

Het meest genoemde doel voor het gebruik van AI in de gevonden artikelen is het ondersteunen van gepersonaliseerd leren. Hierbij wordt het niveau van de lesstof aangepast op de behoefte van de leerling met verschillende vormen van adaptiviteit. De onderzoeken richten zich op de cognitieve, affectieve, psychomotorische en relationele effecten op het leren van leerlingen. De cognitieve effecten richten zich op de verbetering van het leerproces en de leeruitkomsten over tijd van leerlingen. Onder affectieve effecten vallen de emotie, betrokkenheid en motivatie van leerlingen. Onder psychomotorische effecten vallen coördinatie, kracht en snelheid en bij relationele effecten kun je denken aan de samenwerking tussen leerlingen onderling of tussen leerling en leraar.

Hoe worden effecten van AI-gebruik onderzocht in het onderwijs?

Om de effecten goed in kaart te brengen, moeten we de gevonden artikelen nog verder analyseren. Tot nu toe blijkt dat driekwart van de artikelen ingaat op hoe slimme technologie het leren van leerlingen beïnvloedt, vooral bij het vak rekenen op de basisschool. Een derde van de artikelen richt zich op betrokkenheid, motivatie en motorische en communicatieve vaardigheden van leerlingen. Zo beschrijven sommige artikelen hoe robots leerlingen met autisme een minder stressvolle en positievere ervaring op de kleuterschool kunnen geven. Ook werden robots ingezet om kleuters te helpen met motorische vaardigheden. Een voorbeeld van een relationeel onderzoek is een onderzoek waarin de interactie tussen leraar en leerling verbeterd werd door middel van patroonherkenning. De meeste onderzoeken zijn kwantitatief van aard en kijken naar leeruitkomsten

gemeten via toetsresultaten. Kwalitatief onderzoek, zoals observaties in de klas of interviews met leraren, komt nog minder voor.

Opvallend is dat de huidige artikelen zich richten op het verbeteren van leren, maar weinig gebruik maken van bestaande kennis over leren en goed onderwijs. De werkwijze van NOLAI om AI te koppelen aan psychologische leertheorieën, pedagogische opvattingen en (vak) didactiek blijkt nog geen standaardpraktijk. Daarnaast valt op dat er al veel aandacht is voor cognitieve effecten, maar veel minder voor affectieve, relationele en psychomotorische uitkomsten.

IN HET KORT

Focusgebied Pedagogiek & didactiek

Er wordt binnen NOLAI gekeken naar hoe AI het onderwijs kan verbeteren. Hierbij is het belangrijk om te kijken naar de meerwaarde van de inzet van AI op het leren van leerlingen. Daarbij is het cruciaal om het pedagogisch-didactische doel niet uit het oog te verliezen. Dit focusgebied richt zich op de verbinding van zowel kennis over technologie als over het onderwijsproces. Deze inzichten komen onder andere uit psychologische leertheorieën, pedagogische opvattingen en (vak) didactiek.

FOCUSGEBIED

Opleiden & professionaliseren

OANA COSTACHE | DENNIS VAN DEN GOOR | ROALD VERHOEFF | PIERRE GORISSEN

Leraren kunnen AI op verschillende manieren gebruiken tijdens het lesgeven. Zo is er leraargerichte slimme technologie, zoals dashboards en voorspellings-systemen. Ook kunnen leraren leerlinggerichte slimme technologie inzetten, zoals adaptieve leermiddelen en intelligente tutorsystemen. Waar het focusgebied Pedagogiek & didactiek vooral onderzoekt hoe AI het leren van leerlingen kan ondersteunen, richt dit focusgebied zich op hoe AI het lesgeven van leraren beïnvloedt. Daarbij is het belangrijk te achterhalen welke kennis en vaardigheden leraren nodig hebben om AI goed in te zetten.

Als we spreken over de professionalisering van leraren, zien we een dubbele rol van AI: enerzijds gebruiken leraren AI om het lesgeven te verbeteren, anderzijds kunnen ze het inzetten om te professionaliseren. Het doel van de overzichtsstudie is om aan de hand van bestaande wetenschappelijke artikelen inzicht te krijgen in deze dubbelrol van AI.

Hoe gebruiken leraren AI om het lesgeven te verbeteren?

Een derde van de artikelen richt zich op de ervaringen van leraren die AI in de klas gebruiken om het lesgeven te ondersteunen. Dit soort onderzoek kan gebaseerd zijn op data óver het lesgeven of op de ervaringen van leraren zelf over het lesgeven. Bijvoorbeeld een onderzoek naar de ervaringen van vo-leraren met een dashboard dat samenwerking tussen leerlingen in kaart brengt. Hierbij werd de leraren gevraagd of het dashboard helpt bij het evalueren van de samenwerking. Ervaren leraren bleken het dashboard relatief minder te gebruiken voor evaluatie en veranderden hun beslissing minder vaak. Dit soort onderzoek biedt inzicht in hoe slimme technologie gebruikt kan worden en kan helpen bij het vormgeven van professionaliseringsprogramma's.

Hoe gebruiken leraren AI om te professionaliseren?

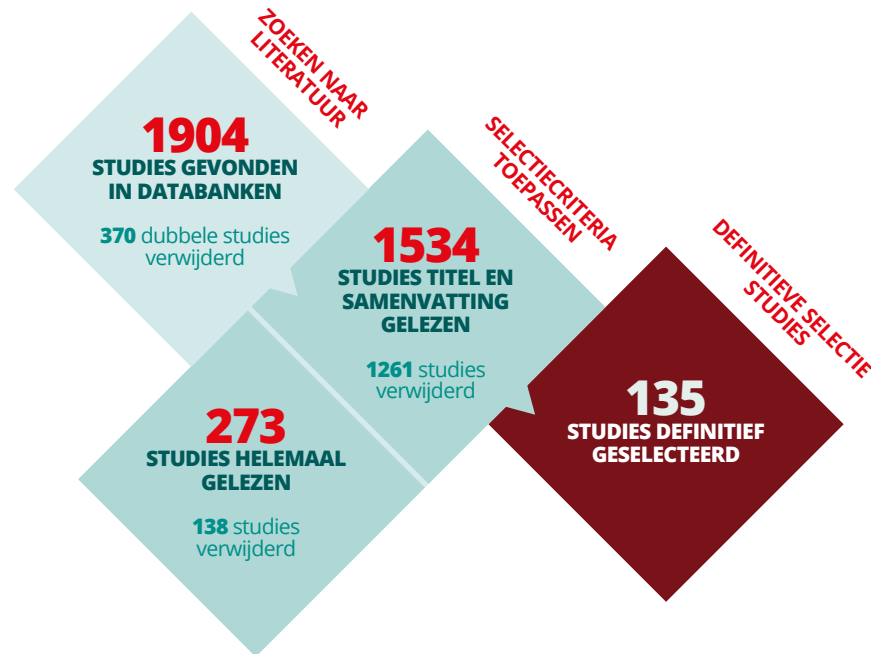
Aan de andere kant staan de onderzoeken waar AI gebruikt wordt om leraren te professionaliseren. In



Leraren gebruiken AI om het lesgeven te verbeteren, maar ook om zelf te professionaliseren.

een van de onderzoeken gebruikten leraren slimme technologie om beter te worden in het bespreken van wiskunde in de klas. Dit hielp zowel bij de kwaliteit van de klassengesprekken als bij de leerresultaten van leerlingen. Andere artikelen keken naar hoe AI wordt gebruikt in de lerarenopleiding. Zo was er een onderzoek naar een AI-chatbot die toekomstige leraren hielp om betere vragen te stellen en effectief te reageren op de wiskundige redenering van leerlingen.

Uit de voorlopige resultaten van de overzichtsstudie blijkt dat er nog weinig theorievorming bestaat over hoe leraren leren met AI in het onderwijs. Hoewel de onderzoeken pedagogische doelen stellen (zoals het verbeteren van klassengesprekken) ontbreekt onderliggende theorie met betrekking tot het professionaliseren van leraren om deze doelen te bereiken.



Wat zijn de kennis en opvattingen over AI van leraren?

Een derde van de artikelen richt zich op de overtuigingen en kennis van leraren met betrekking tot AI. Zo werd in een internationale studie onder leraren uit zes landen onderzocht hoe kenmerken zoals zelfeffectiviteit en begrip van AI het vertrouwen in AI-gebaseerde onderwijstechnologie beïnvloeden. Leraren die hoger scoorden op deze kenmerken ervoeren minder zorgen en meer vertrouwen in het gebruik van AI. Deze artikelen focussen zich vooral op leraren in opleiding en minder op leraren die al voor de klas staan.

Welke voordelen en uitdagingen van AI worden belicht in de literatuur?

De artikelen beschrijven zowel voordelen als uitdagingen van het gebruik van AI voor leraren. Dashboards kunnen door het geven van extra informatie aan de leraar bijvoorbeeld de besluitvorming en de onderwijs-efficiëntie verbeteren. Veel artikelen benadrukken dat AI routinetaken (zoals beoordelingen en toetsen) kan automatiseren. Hierdoor krijgen leraren meer tijd voor andere zaken. Aan de andere kant liggen er verschillende uitdagingen. Zo bestaan er negatieve denkbeelden van leraren, zoals wantrouwen of frustratie. Bijvoorbeeld als gevolg van niet-gebruiksvriendelijke slimme technologie of een tekort aan kennis van de leraar als resultaat van beperkte professionele ontwikkeling.

IN HET KORT

Focusgebied Opleiden & professionaliseren

Met de komst van slimme technologie in het onderwijs gaan veel veranderingen gepaard. Die opkomst is al een aantal jaar gaande, maar heeft de afgelopen tijd in een stroomversnelling gezeten. Het is de verwachting dat de snelle ontwikkeling van AI nog doorgaat. Daarom is het belangrijk om leraren te ondersteunen om te reageren op deze veranderingen. Hierbij richten we ons zowel op zittende leraren als op toekomstige leraren die nog in opleiding zijn. Binnen dit focusgebied kijken we naar hoe AI leraren kan ondersteunen om beter les te geven en hoe we leraren het beste kunnen opleiden en professionaliseren in het gebruik en de effecten van slimme technologie.

Naar aanleiding van deze voorlopige resultaten zien we dus dat AI veel potentie heeft voor het opleiden en professionaliseren van leraren. Het blijft echter wel van belang dat leraren goed betrokken worden in dit proces, zodat het uiteindelijke doel geborgd blijft en slimme technologie een aanvulling is op het kennen en kunnen van de leraren.



HOE KUNNEN WE AI OP
EEN **VERANTWOORDE**
MANIER ONTWIKKELEN
ZODAT DE LEERLING
CENTRAAL BLIJFT STAAN?



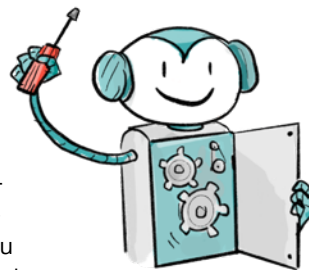
FOCUSGEBIED

AI technologie

ISHARI AMARASINGHE | ONURALP ULUSOY | SERGE THILL | JOHAN JEURING

Om AI in het onderwijs te implementeren is het essentieel om te begrijpen hoe AI werkt. In dit focusgebied staan de verschillende vormen van AI centraal en kijken we specifiek naar welke vorm van AI geschikt is voor verschillende typen slimme technologie. De vraag is welke data gebruikt wordt in onderzoek naar slimme technologie. En welke vormen van AI worden gebruikt om een bepaalde interpretatie te maken? Welke typen slimme technologie worden er onderzocht en daadwerkelijk gebruikt in het po en vo? Deze vragen beantwoorden we in de overzichtsstudie van het focusgebied AI technologie.

Zoals beschreven in het detecteren, interpreteren, handelen model is data een belangrijk startpunt om de werking van een slimme technologie beter te begrijpen. De data legt de basis voor het geven van een interpretatie. De antwoorden van leerlingen (data) worden bijvoorbeeld gebruikt om het kennisniveau van een leerling in te schatten (interpreteren). Dit kennisniveau wordt gebruikt om te handelen, bijvoorbeeld door het aanpassen van de volgende opgave aan de kennis van de leerling (handelen).



Een van de grootste uitdagingen ligt in de vertaalslag van onderzoek naar onderwijs.

Welke data wordt gebruikt in slimme technologie?

Er zijn verschillende typen data die gebruikt kunnen worden in slimme technologie. Deze verdelen we onder in drie categorieën:

- Contextuele data: denk aan audio- en videodata, interviews en vragenlijsten. Deze data komen het meest voor en vinden we in meer dan de helft van de artikelen. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van videodata om te kijken hoe goed leerlingen opletten wanneer ze met een robot in gesprek gaan.
- Gedragsdata: hieronder vallen logdata, oogbewegingen, muisklikken en toetsenbordaanslagen. Dit type data komt in ongeveer de helft van de artikelen voor. Zo werd bijvoorbeeld in een onderzoek logdata gebruikt om te voorspellen welke leerlingen een vak mogelijk niet zouden halen.
- Fysiologische data: hieronder valt bijvoorbeeld het zweetgehalte op vingers of hersenactiviteit. Dit komt in ongeveer een derde van de artikelen voor. Een voorbeeld hiervan is een onderzoek waarin hersenactiviteit wordt gemeten tijdens het lees- en schrijfproces.

Vaak worden meerdere typen data gecombineerd. Dat noemen we *multimodaliteit*. Denk hierbij aan het meten van zelfregulerend leren bij leerlingen. Je kunt de muisklikken van een leerling gebruiken, maar ook de geschreven tekst zelf kan nuttige informatie leveren over het zelfregulerend leren van leerlingen. Multimodaliteit wordt tot nu toe vooral gebruikt in onderzoek dat wordt uitgevoerd in het hoger onderwijs. Het komt minder vaak voor in onderzoek naar slimme technologie voor het basis- en voortgezet onderwijs.

Welke interpretaties maakt slimme technologie?

Wat interpreteert slimme technologie aan de hand van deze data? De meeste artikelen brengen de kennis van leerlingen in kaart. Ook worden regelmatig de emoties en betrokkenheid van individuele leerlingen en groepen gemeten. Door bijvoorbeeld data uit vragenlijsten, video-data en oogbewegingen te combineren, kunnen onderzoekers de aandacht van leerlingen en veranderingen hierin interpreteren. Zo blijkt uit een artikel onder andere dat bewegingen van de wenkbrauwen en bepaalde handbewegingen signalen kunnen zijn van verminderde aandacht.

Welke vormen van AI worden gebruikt in slimme technologie?

Alle vormen van AI die besproken werden in het eerste hoofdstuk komen voor in slimme technologie.

Kennisgedreven AI zien we een aantal keer terug, *datagedreven AI* een stuk vaker. Binnen de datagedreven AI zien we vooral supervised machine learning vaak terug waarbij logdata, leeruitkomsten en vragenlijsten als data zijn gebruikt. Bijvoorbeeld een model dat van voorbeelden leert om de toekomstige leerprestaties van leerlingen te voorspellen. Hierbij wordt het model getraind op antwoorden, muisklikken en logdata van leerlingen en wordt gekeken of het model geen verschil maakt in geslacht en ras. Unsupervised learning komt slechts een paar keer voor en gebruikt voornamelijk logdata en vragenlijsten om bijvoorbeeld profielen van leerlingen te onderzoeken. Daar vonden de onderzoekers onder andere profielen van leerlingen met vergelijkbare leerprestaties of motivatie.

Reinforcement learning komt het minst voor en gebruikt voornamelijk logdata en videodata. Een van de artikelen beschrijft het gebruik van reinforcement learning om de betrokkenheid van leerlingen in drie niveaus in te delen. Telkens als het model twijfelt aan zijn indeling, vraagt het om menselijke feedback over de juistheid van de indeling van de leerlingen.

Welke typen slimme technologie komen voor in onderzoek?

We zien in de artikelen een duidelijk verschil tussen de typen slimme technologie die het meest gebruikt worden in onderzoek in het basis- en voortgezet onderwijs.

In het basisonderwijs worden vooral adaptieve leermodellen en technologie om gepersonaliseerd leren te ondersteunen onderzocht. Een voorbeeld hiervan is een intelligent tutorsysteem om onderzoeksvaardigheden aan te leren. Zo kunnen leerlingen tijdens een opdracht (zoals de populatie garnalen in een aquarium stabiliseren) in gesprek met de tutor.

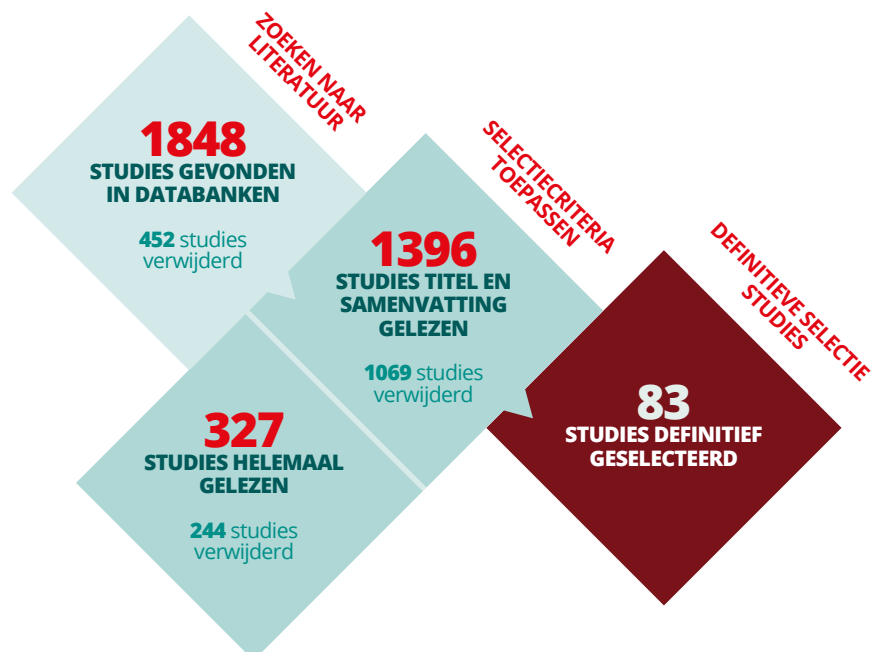
Voor het voortgezet onderwijs zien we juist meer slimme technologie in ontwikkeling die voorspellingen doet over de prestaties van leerlingen. Zo worden in een artikel bijvoorbeeld de probleemoplossingsvaardigheden van leerlingen voorspeld tijdens het werken aan het verduurzamen van een 3D-model van een huis. Veel van de slimme technologie die we terugvinden in de artikelen zijn nog niet beschikbaar in het onderwijs. Onderzoekers hebben moeite met het krijgen van voldoende data uit echte onderwijssituaties om de verschillende vormen van AI goed te kunnen trainen. Een van de grootste uitdagingen ligt in de vertaalslag van onderzoek naar het onderwijs. Hoe kunnen we

IN HET
KORT

Focusgebied AI technologie

In het onderwijs wordt gebruikgemaakt van slimme technologie die met verschillende data en vormen van AI werkt. Zo is er slimme technologie die rekenopgaven aanbeveelt of selecteert, of technologie die automatisch feedback geeft op het werk van leerlingen. Er wordt gekeken naar technieken om verschillende soorten data te analyseren en te combineren. En om het interpreteren (modelleren) van leerlingaspecten als kennis, vaardigheden, zelfregulatie en emotie te verbeteren. De technologie gebruikt zelf-ontwikkelde of commerciële algoritmes, soms gecombineerd met hardware, zoals een virtual reality bril of een robot. Het focusgebied AI technologie onderzoekt de typen slimme technologie, welke data en vormen van AI gebruikt worden in het onderwijs en hoe we nieuwe slimme technologie goed gebruik kunnen laten maken van de mogelijkheden van AI. Dit draagt allemaal bij aan het verantwoord inzetten van slimme technologie in het onderwijs.

ervoor zorgen dat mooie voorbeelden uit onderzoek ook echt toepasbaar worden in de onderwijspraktijk? Via dit focusgebied en ons co-creatieprogramma levert NOLAI daar een bijdrage aan.



FOCUSGEBIED

Ethiek

IMRE BARD | YURI TAX | MARTHE STEVENS

AI krijgt een steeds grotere rol in het onderwijs. Het is de verwachting dat slimme technologie de kwaliteit van het onderwijs kan verbeteren door onderwijs op maat mogelijk te maken, de werkdruk van leraren te verminderen en toegang tot leermiddelen te bevorderen. Tegelijkertijd brengt het een aantal ethische risico's met zich mee, zoals het risico op schending van privacy, vooroordelen in resultaten, verminderde autonomie van leerlingen en leraren, en het verlies van betekenisvol menselijk contact. Om hiermee om te gaan, hebben organisaties wereldwijd richtlijnen opgesteld met kernwaarden voor het gebruik van AI op scholen en aanbevelingen voor verantwoord gebruik van slimme technologie. Focusgebied Ethiek onderzoekt deze richtlijnen en stelt vragen als: welke kernwaarden zijn leidend bij het gebruik van AI in het onderwijs? En welke aanbevelingen worden in de richtlijnen gedaan voor verantwoord gebruik van AI in het onderwijs?

Door de jaren heen hebben verschillende instanties (internationale instanties, onderwijsafdelingen van nationale overheden, bedrijven, beroepsorganisaties en onderzoeksinstituten) richtlijnen uitgebracht over AI in het onderwijs. Deze publicaties richten zich op leraren, schooldirecteuren, beleidsmakers en ontwikkelaars van slimme technologie in het onderwijs. Voor de overzichtsstudie van focusgebied Ethiek zijn 28 van deze richtlijnen geanalyseerd. Deze zijn tussen 2018 en 2024 gepubliceerd. Opvallend is dat de meerderheid van deze richtlijnen vanaf 2023 is gepubliceerd, het jaar nádat ChatGPT gelanceerd werd en populair werd op scholen. Sindsdien houden steeds meer overheidsinstellingen zich bezig met het ontwikkelen van richtlijnen.

Welke kernwaarden zijn in de richtlijnen leidend bij het gebruik van AI in het onderwijs?

Belangrijke richtlijnen (gepubliceerd door de Europese Commissie, UNESCO en de Nederlandse organisaties SURF en Kennisnet) promoten een mensgerichte benadering van AI in het onderwijs. Volgens deze richtlijnen dient slimme technologie ter ondersteuning en bevordering van de menselijke capaciteiten en kennis in het



Continu experimenteren en aanpassen staat centraal.

onderwijs (zonder deze te vervangen). Het is belangrijk dat deze de behoeftes en het welzijn van de leraren en leerlingen waarborgt.

Het belang van kernwaarden zoals veiligheid, privacy, verantwoordelijkheid, rechtvaardigheid, gelijkheid, inclusiviteit, transparantie en autonomie worden veelvuldig benadrukt in de richtlijnen. Een voorbeeld hiervan is de waarde transparantie, waarbij de richtlijnen het belang van toegankelijke en begrijpelijke slimme technologie voor leerlingen en leraren benadrukken. Een ander voorbeeld: rechtvaardigheid geeft aan dat vooroordelen die van invloed zijn op de kansen van leerlingen in het onderwijs vermeden moeten worden. De richtlijnen benadrukken dat het belangrijk is dat slimme technologie bijdraagt aan het leren van leerlingen en lesgeven van leraren.

De Nederlandse richtlijnen (van bijvoorbeeld SURF en Kennisnet) beschrijven dat het belangrijk is om het maatschappelijke karakter van het Nederlandse onderwijs te beschermen. Er zijn zorgen dat de digitalisering van het onderwijs op dit moment wordt gedreven door een aantal technologiebedrijven en niet door de onderwijssector zelf.

Welke aanbevelingen geven de richtlijnen voor de verantwoorde invoering van AI in het onderwijs?

De richtlijnen benadrukken unaniem dat AI een verre gaande invloed kan hebben op het onderwijs. Zowel voor de individuele leerling en de leraar als voor de klas, de school en het schoolbestuur alsmede voor de onderwijssector als geheel. Het is daarom van belang dat we goed monitoren en evalueren wat de invloed van AI is.

Veel richtlijnen zijn bedoeld om leraren en schoolbesturen bewust te maken van de ethische risico's van AI in het onderwijs. Verschillende documenten geven gedetailleerde informatie over hoe slimme technologie werkt, benoemen de tekortkomingen en stellen vragen die kunnen helpen bij het verantwoorde gebruik van AI. Het uiteindelijke doel van veel richtlijnen is om leraren en schoolbesturen in staat te stellen weloverwogen beslissingen te nemen. Beslissingen die goed zijn voor het onderwijs en tegelijkertijd de belangen en privacy beschermen van leerlingen en leraren. Een belangrijke eerste stap in dit proces is beoordelen of een bepaalde slimme technologie een gerechtvaardigde keuze is. De richtlijnen benadrukken verder het belang van AI-geletterdheid van zowel leerlingen als leraren, zodat ze ethische en maatschappelijke implicaties begrijpen. Verder wordt aanbevolen om nieuwe processen op te zetten voor monitoring en evaluatie, waarbij continu experimenteren en aanpassen centraal staat.

Veel richtlijnen behandelen nieuwe uitdagingen die ontstaan zijn door generatieve AI (zoals ChatGPT). Maar veel generatieve AI is niet specifiek voor de onderwijscontext ontworpen, het sluit namelijk niet automatisch aan bij wat scholen nodig hebben. Dit leidt tot onzekerheden en ethische en juridische uitdagingen. De richtlijnen wijzen op uitdagingen zoals afhankelijkheid van generatieve AI, verminderd kritisch denkvermogen bij



IN HET
KORT

Focusgebied Ethiek

Het gebruik van AI in het onderwijs roept veel ethische vragen en dilemma's op. Binnen NOLAI zorgt het focusgebied Ethiek ervoor dat we ons niet alleen richten op welke technologie we kunnen ontwikkelen, maar dat we ons daarbij ook steeds afvragen: moeten we dit wel willen? Hoe kunnen we AI op een verantwoorde manier ontwikkelen? En welke waarden vinden we daarbij belangrijk? Dit focusgebied doet onderzoek naar ethische dilemma's die zich voordoen bij de ontwikkeling van AI.

leerlingen, verspreiding van misinformatie en onduidelijkheid over auteursrecht en intellectuele eigendomsrechten. Bovendien zijn de meeste AI-modellen voornamelijk getraind op Engelstalige teksten. Dit kan aanzienlijke uitdagingen geven in Nederlandstalige onderwijsomgevingen.

Om deze risico's te verminderen wordt scholen aanbevolen om duidelijke beleidsmaatregelen te nemen voor het gebruik van generatieve AI binnen het onderwijs. Een voorbeeld van zo'n maatregel: leerlingen en leraren bewust maken van de risico's van het gebruik van generatieve AI.

Binnen NOLAI gaat het focusgebied Ethiek onderzoeken welke waarden belangrijk zijn bij AI in het onderwijs en in hoeverre deze waarden wel of niet onder druk komen te staan bij het gebruik van AI technologie op scholen. Daarnaast gebruikt dit focusgebied de aanbevelingen voor verantwoorde implementatie bij de ontwikkeling van AI binnen de NOLAI co-creatieprojecten.

FOCUSGEBIED

Duurzame data

JOB DOESBURG | ERIK POLL | BERNARD VAN GASTEL

Duurzame data? Bij duurzaam denk je vaak aan groene energie, het scheiden van afval en andere manieren van milieubewust leven. Maar hoe kan data dan duurzaam zijn? Duurzaam staat in dit geval voor het verantwoord verwerken en gebruiken van data. Meteen vanaf de start oog hebben voor zaken als: data mag niet herleidbaar zijn naar de persoon van wie het afkomt en de beveiliging van de data moet op orde zijn. En hoe zorg je dat duidelijk blijft wat voor data precies opgeslagen is, zodat de juiste mensen de juiste informatie kunnen vinden? We gaan in dit focusgebied op zoek naar manieren om het wiel niet telkens opnieuw uit te hoeven vinden!

Waar de andere focusgebieden bezig zijn geweest om de huidige kennis in kaart te brengen, ligt dat voor dit focusgebied nét even anders. Privacy, security en duurzaamheid zijn namelijk onderwerpen die de afgelopen jaren veel aandacht hebben gekregen. Dit heeft ervoor gezorgd dat het ENISA (het Agentschap van de Europese Unie voor Cyberbeveiliging) elk jaar een rapportage uitbrengt. Hierin worden de belangrijkste spelers, ontdekkingen en technologieën omtrent data en cyberbeveiliging gedeeld. Daarom liggen de interessante uitdagingen voor dit focusgebied niet in het uitvoeren van een soortgelijke overzichtsstudie. Dit biedt ruimte om te focussen op de verantwoordende en goed uitgedachte toepassing van privacy, security en duurzaamheid.

Hoe zorg je ervoor dat de data die opgehaald wordt angere tijd beschikbaar en vindbaar blijft?

Hier komen direct de andere kernwoorden van dit focusgebied om de hoek kijken, want hoe zorg je dat privacy hierbij gewaarborgd blijft en dat de data veilig opgeslagen wordt?

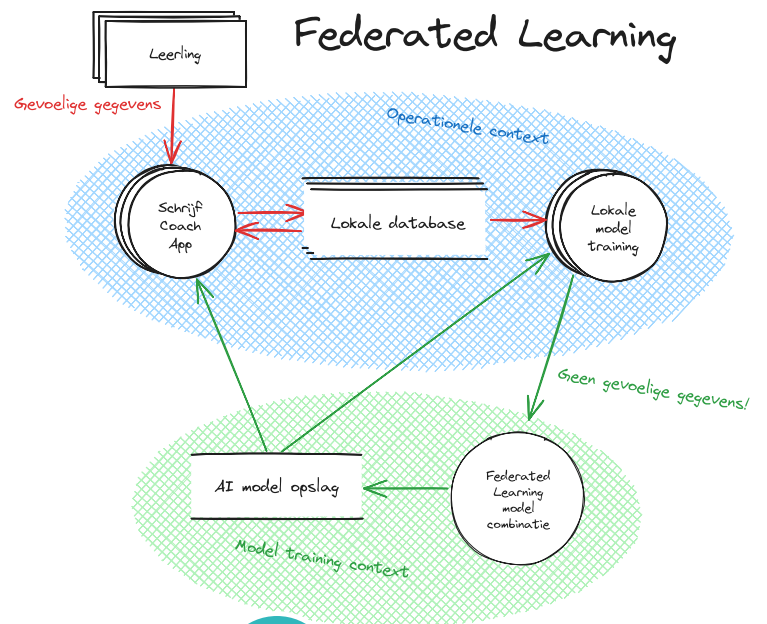
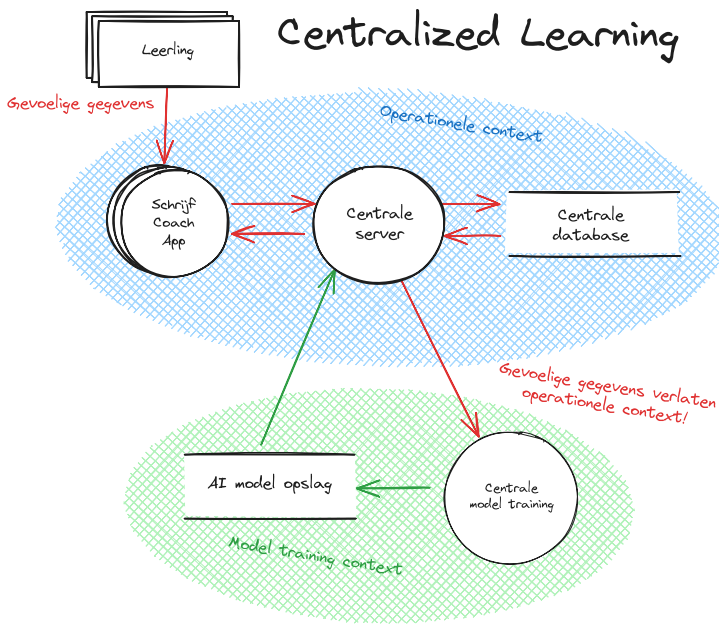
We gaan even terug naar de beginselen met een voorbeeld. Wanneer je een schoolgebouw ontwerpt, zijn er allerlei eisen waaraan dit moet voldoen: brandveiligheid, voldoende ruimte in elk lokaal, praktische inrichting, inspirerende omgeving, etc. Wanneer je een ontwerp voor een product of prototype maakt, is het veilig opslaan van data ook een belangrijk criterium. Maar terwijl de eisen voor brandveiligheid specifiek zijn, is het idee van data veilig opslaan en verwerken vaak



Op passende wijze privacy en security verwerken in het ontwerpproces.

minder duidelijk. Wat betekent veilig data verwerken eigenlijk? Het grootste probleem zit hierbij in de omvang van het project. Als je data ophaalt voor een klein onderzoek is een datakluis voldoende. Maar blijkt dit onderzoek erg succesvol en wil je het op grote schaal herhalen of uitbreiden, dan is die is die datakluis opeens helemaal geen praktische oplossing meer. De uitdaging zit er dus in om vroegtijdig in het ontwerpproces op zoek te gaan naar de meest passende wijze om privacy en security te verwerken. Dit is dus ook erg belangrijk voor het onderzoek binnen en de ontwikkeling van de co-creatieprojecten van NOLAI.

Hiervoor is binnen dit focusgebied een werkwijze ontwikkeld. Deze werkwijze legt vroeg in het ontwerpproces bloot waar data wordt opgehaald, opgeslagen en verwerkt. Hiermee kunnen vroegtijdig potentiële valkuilen of risico's opgespoord worden. Dit zorgt ervoor dat keuzes (bijvoorbeeld over hoe data opgeslagen moet worden) al in een vroeg stadium beter overwogen kunnen worden. De werkwijze beweegt daarnaast met het ontwerpproces mee en zal in elke fase van het prototype steeds verfijnder inzicht geven in de datastromen.



Daarnaast is het doel van deze methode om simpel genoeg te zijn zodat ook niet-experts het kunnen gebruiken.

In de afbeelding vind je een voorbeeld van hoe deze werkwijze eruitziet. Aan de ene kant *centralized learning*, aan de andere kant *federated learning*. Het verschil tussen deze twee manieren van data verwerken heeft alles te maken met de opslag en verwerking van gevoelige data.

Bij centralized learning wordt alle data op één centrale plek opgeslagen en verwerkt. Om een model te trainen, wordt gevoelige informatie doorgestuurd. Dit vormt natuurlijk een risico. Dit is hoe veel huidige slimme technologie te werk gaat.

Daarom kan federated learning een betere oplossing zijn. Een voorbeeld hiervan is gepersonaliseerde tekstsuggesties op je telefoon. Deze slimme technologie maakt gebruik van een andere werkwijze. Hier wordt gevoelige data niet centraal opgeslagen. Het model wordt getraind, direct in de omgeving waar de data opgehaald wordt. Doordat het model getraind is op de data kan informatie over het model gedeeld worden, in plaats van de gevoelige data zelf. Door modelinformatie per leerling naar een centraal systeem te sturen, kan deze gecombineerd worden tot één model. Op die manier hoeft de persoonlijke data van leerlingen niet naar een centraal systeem gestuurd te worden, maar kan er toch één model worden gemaakt op basis van alle data. In de afbeelding zie je dit terugkomen, er lopen namelijk geen rode pijlen meer tussen de operationele context en de model training context!

IN HET KORT

**Focusgebied
Duurzame data**

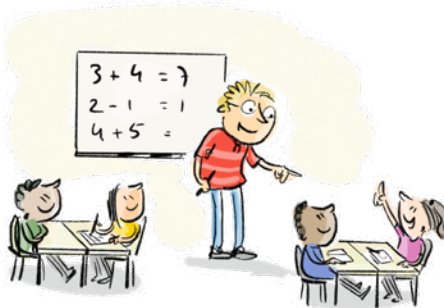
Privacy, security en duurzaamheid. Dat zijn de kernwoorden van dit focusgebied. Binnen onderzoek en toepassing waarin zoveel data gebruikt wordt van leerlingen, is privacy van groot belang. Data mag niet herleid kunnen worden naar de leerling of leraar en moet veilig opgeslagen worden. Wanneer dit gebeurt, kun je de data duurzaam inzetten. Dat wil zeggen dat je de data langere tijd veilig en zinvol kunt gebruiken en hergebruiken. We voorkomen hiermee dat de data nodeloos lang opgeslagen blijft, waardoor we bijbehorende privacy risico's voorkomen. Dit focusgebied houdt zich dus bezig met een stevig fundament neerzetten, dat NOLAI kan inzetten om grip te houden op data, zowel wat betreft privacy als duurzaamheid.

Deze ontwikkelde werkwijze geeft dus veel belangrijke inzichten tijdens het ontwerpproces. Zeker tijdens het ontwerpproces van de projecten binnen NOLAI komt dit al goed van pas. Door deze methodologie kunnen we de kansen en impact van een project vroegtijdig in kaart brengen. Aan de andere kant is het ook belangrijk ervoor te zorgen dat de onderliggende technieken verstevigd en verfijnd worden, om zo privacy en security te kunnen blijven waarborgen. Zo komen we samen tot duurzame data!

► HOOFDSTUK 4

Samenwerken in de driehoek

In de projecten van NOLAI komen onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven samen om in co-creatie slimme technologie te ontwikkelen voor het basis-, voortgezet en speciaal onderwijs van Nederland. Onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven vormen de pijlers van NOLAI. Je ziet deze driehoek vaker terugkomen binnen dit magazine. In dit hoofdstuk gaan we in op het co-creatieproces. Dit staat nauw in verbinding met het wetenschappelijk programma van NOLAI uit het vorige hoofdstuk.



ONDERWIJS



WETENSCHAP



BEDRIJFSLEVEN

Werkwijze co-creatie

STAP 1 VRAGEN OPHALEN UIT ONDERWIJS	Op gezette tijden maken de medewerkers van NOLAI een ronde door Nederland om vragen uit de onderwijspraktijk op te halen: wat helpt leraren en leerlingen bij het lesgeven en leren? Aan welke slimme technologie heeft het onderwijs behoefte? Vaak zijn meerdere gesprekken met een van onze co-creatiemanagers nodig om tot de kern van de vraag door te dringen.
STAP 2 SAMEN EEN PLAN OPSTELLEN	Het co-creatieteam en het wetenschappelijk team van NOLAI verzamelen de vragen. Welke vragen bieden de meeste kansen voor toepassing van slimme technologie? Hoe kunnen we op de juiste manier omgaan met risico's? En welke slimme toepassingen hebben mogelijk de meest positieve impact op het lesgeven en leren van leraren en leerlingen? Bij de meest kansrijke vragen worden experts uit wetenschap en bedrijfsleven gezocht. Samen met de school schrijven zij een concreet projectvoorstel op basis van de ontwikkel- en onderzoeksvraag. Zo'n project duurt meestal drie jaar en doorloopt steevast drie fases. Eerst wordt gezamenlijk een concept bedacht. Dit wordt vervolgens ontwikkeld tot een prototype. Tot slot volgt de validatie van het prototype.
FASE 1 CONCEPT ONTWIKKELEN	Keurt de stuurgroep van NOLAI het ingediende projectvoorstel goed, dan gaan we aan de slag! Samen werken we allereerst aan een pedagogisch-didactisch concept. Wat wil de leraar precies weten over het leerproces van de leerling? Wat is hierover eigenlijk al bekend in de wetenschap, en wat bieden bedrijven al aan? Ook hier leggen we steeds de verbinding tussen onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven om zo snel mogelijk tot heldere ontwerprichtlijnen te komen. Pas daarna volgt de ontwikkeling van het prototype.
FASE 2 PROTOTYPE ONTWIKKELEN	Op papier sluiten het concept en het ontwerp nu naadloos aan op de behoefte van de school, maar pakt dat in de praktijk ook zo uit? We ontwikkelen (onderdelen van) een prototype van de slimme technologie, waarmee leraren en/of leerlingen korte periodes gaan werken. Dit levert nieuwe inzichten op die direct worden verwerkt in de volgende fase van het prototype. Hoe dat precies in zijn werk gaat, is in ieder project anders. Het is in ieder geval altijd een samenspel met de school, wetenschappers en bedrijven.
FASE 3 PROTOTYPE VALIDEREN	Na verschillende verbeter rondes is het tijd om het prototype te valideren. Doet de ontwikkelde slimme technologie steeds wat het moet doen? Ook als verschillende leerlingen en leraren het gebruiken? We bevragen leraren en leerlingen en analyseren data over het leerproces en leerresultaten. Daarnaast evalueren we samen de gebruiksvriendelijkheid, bruikbaarheid en effectiviteit via kwalitatief en kwantitatief onderzoek.
STAP 3 DE ONDERWIJS- MARKT OP	Er is slimme technologie ontwikkeld, in de praktijk getest en gevalideerd. Hoe nu verder? Wat is ervoor nodig om de ontwikkelde technologie tot een product te maken met kans van slagen op de onderwijsmarkt? NOLAI werkt momenteel aan een opschalingsplan om dit alles verder uit te zoeken. Ook dat doen we samen met onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven (co-implementatie).

► HOOFDSTUK 4A

Tien co-creatie- projecten

Wat willen we?

In het onderwijs leven veel vragen waarin slimme technologie een rol kan spelen. Om tot onze co-creatieprojecten te komen, is NOLAI continu in gesprek met leraren en schoolbestuurders uit heel Nederland. Tegen welke uitdagingen lopen zij aan, en hoe kan AI hiervoor een oplossing bieden? Deze vragen uit het onderwijs worden stapsgewijs verkend en uitgewerkt. Sommige vragen leiden vervolgens tot een realistisch en haalbaar project.


 Vraag

Onderwijsvragen

In 2022 zijn we begonnen met het ophalen van de vragen in het onderwijs, in totaal zijn er toen 47 vragen verzameld. Ongeveer de helft van deze vragen komt vanuit het basisonderwijs en de andere helft uit het voortgezet onderwijs. Vragen vanuit het speciaal onderwijs komen tot nu toe dus amper voor. Dit betekent niet dat er geen vragen vanuit het speciaal onderwijs zijn, maar juist dat we nog beter moeten kijken naar waar de mogelijkheden liggen. De verdeling vragen die van toepassing zijn op leraar en leerling is ongeveer half-half.

Een derde van de vragen hebben te maken met de kernvakken van het basisonderwijs: taal en rekenen. Een deel van de vragen is vakoverstijgend. Tot slot zijn er vragen die voornamelijk te maken hebben met informatica en digitale geletterdheid.

Generatieve AI (waaronder ChatGPT) is vaak onderwerp van de vragen die gesteld zijn. Ook het verkrijgen van meer inzicht in de leerling, door middel van het combineren van datastromen, staat hoog op de agenda in het onderwijs. Een ander thema dat vaak terugkomt en hoog in het vaandel staat, is inclusie in het onderwijs. Dit gaat om het bieden van gelijke kansen aan alle leerlingen met behulp van AI. Verder zijn er nog enkele vragen die zich toespitsen op een specifiek onderwerp, vak of thema.

Van deze bijna 50 ongearticuleerde vragen zijn er tien uitgewerkt tot een co-creatieproject. Beschrijvingen van deze tien co-creatieprojecten vind je in dit hoofdstuk. Elk jaar kijken we opnieuw naar de vragen die nog niet uitgewerkt zijn en halen we weer nieuwe vragen op in het onderwijs.

Co-creatieprojecten eerste cohort

Het afgelopen jaar zijn de eerste tien co-creatieprojecten vanuit NOLAI gestart. In deze projecten werken onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven samen om tot slimme oplossingen te komen. In dit hoofdstuk een overzicht en uitgebreide beschrijving van deze projecten.

Projecten in het kort

mAlchart PO

Een centraal dashboard voor leraren in het basis-onderwijs voor meer inzicht in de ontwikkeling van leerlingen door verschillende datastromen te combineren.

mAlchart VO

Een dashboard voor leraren in het voortgezet onderwijs om tijdens de verlengde tweejarige brugklas tot een passend schooladvies te komen.

VIAT voor leraren

Een video-interactie-analyse-tool voor leraren in het voortgezet onderwijs om te reflecteren op eigen onderwijssituaties.

Technisch leren lezen met ASR

Een adaptief leermiddel voor leerlingen in het basisonderwijs om het technisch lezen te oefenen, inclusief een bijbehorend dashboard voor leraren.

Woordenschat ontwikkelen met VR

Slimme technologie met virtual reality voor kleuters met een onderwijsachterstand om hun woordenschat te vergroten.

Zelfregulatie tijdens het schrijven

Een algoritme voor leerlingen in het voortgezet onderwijs dat hun zelfregulerende vaardigheden tijdens het schrijven ondersteunt en stimuleert.

Adaptief leren en toetsen van kennis

Een adaptief leermiddel voor leerlingen in het voortgezet onderwijs voor het oefenen van feiten.

Persoonlijk leerpad in automatisering

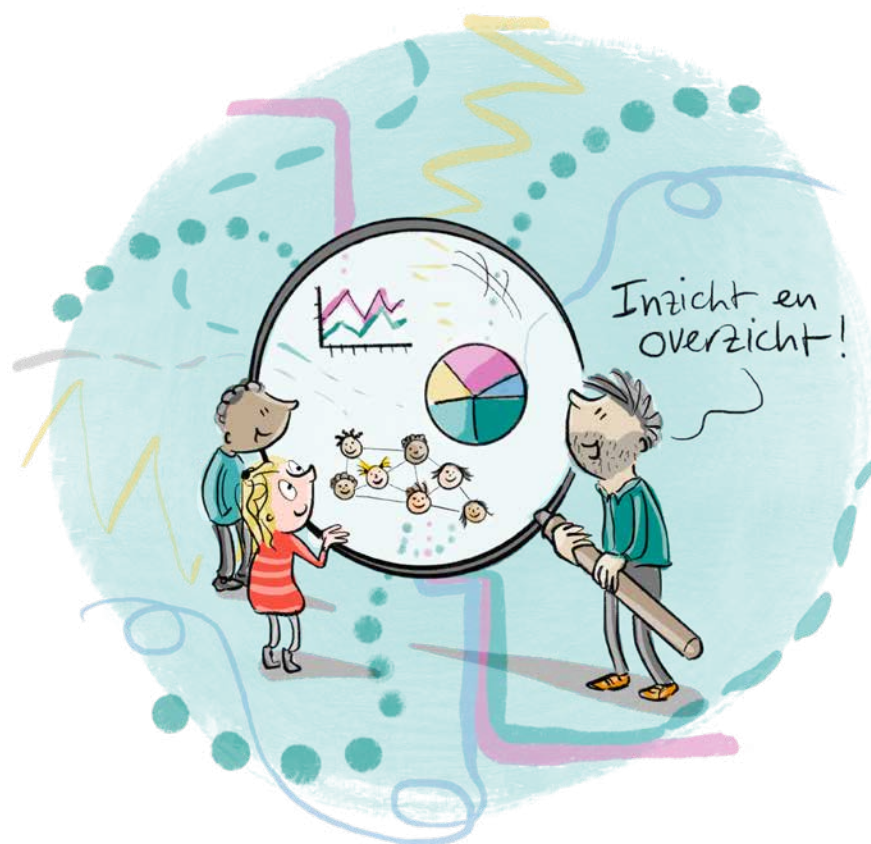
Slimme technologie voor leerlingen in het voortgezet onderwijs die persoonlijke ondersteuning biedt bij hun informatica leerpad.

Efficiënter wachten op de leraar

Slimme technologie in het voortgezet onderwijs die vragen van leerlingen detecteert en interpreteert, en waar mogelijk al antwoord geeft tijdens het vak informatica.

Generatieve AI

Een overzicht van alle kansen, risico's en gevolgen van het gebruik van generatieve AI in het voortgezet onderwijs.



Basisscholen genereren steeds grotere hoeveelheden data door het gebruik van verschillende systemen, zoals adaptieve leermiddelen, methode software en leerlingvolgsystemen. Hierdoor wordt het lastiger om in één keer een goed beeld te krijgen van een leerling. Een belangrijke uitdaging blijft om data uit verschillende systemen betekenisvol samen te voegen. Dit is erg tijdrovend en vraagt om een nieuwe aanpak.

Vraag

Kunnen we één dashboard ontwerpen waarin we alle data uit adaptieve leermiddelen, methode software en leerlingvolgsystemen overzichtelijk terugzien?

Over de ontwikkeling van leerlingen wordt veel data verzameld. In het project mAlchart PO maken we één centraal lerendashboard dat inzicht geeft in de ontwikkeling van leerlingen. Verschillende data uit adaptieve leermiddelen, methode software en leerlingvolgsystemen worden gecombineerd en geanalyseerd met AI. Tegelijkertijd onderzoeken we hoe een dashboard het

handelen van de leraar ondersteunt en helpt om onderwijs op maat mogelijk te maken.

DOEL

Een centraal dashboard ontwikkelen waarbij we verschillende data combineren met behulp van AI. In dit project gebruiken we in eerste instantie het vak rekenen zodat het dashboard leraren meer overzicht en inzicht geeft in de (reken)ontwikkeling van leerlingen.

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

De slimme technologie combineert data uit verschillende (reken)systemen en analyseert deze. Denk aan adaptieve leermiddelen, methode software en het

Doelgroep: Po
Vakken: Rekenen
Voor wie: Leraren
Kansen: Tijdswinst voor leraren, onderwijs op maat

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
 Data van leerlingen uit verschillende leersystemen



INTERPRETEREN
 Combineren en analyseren van data



HANDELEN
 Overzicht en inzicht, aanbevelingen, dashboard

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Lucas Onderwijs
- Stichting Viertaal
- Stichting Scala
- Universiteit Utrecht
- Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

leerlingvolgsysteem. De leraar krijgt toegang tot de geanalyseerde informatie via een dashboard. Wellicht kan de AI ook aanbevelingen geven voor vervolgacties die de leraar kan uitvoeren om beter aan te sluiten bij de behoefte van de leerlingen.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit co-creatieproject zit op het niveau van leraar ondersteuning. Het dashboard combineert de verschillende datastromen op een betekenisvolle manier. Hiermee geeft het dashboard een completer beeld van de leerling. Op grond van dit inzicht kan de leraar meer maatwerk in leren aanbieden. De leraar wordt in dit project dus ondersteund door het dashboard. De leraar krijgt wellicht ook advies voor passende acties, maar de AI neemt in dit project geen taken van de leraar over.




Veilige data-opslag

Om dit project te laten slagen, koppelen we verschillende systemen aan elkaar. Deze systemen bevatten persoonlijke gegevens van leerlingen waar we uiterst zorgvuldig mee omgaan. Het wetenschappelijk team van NOLAI onderzoekt en ontwerpt een veilige manier van data-opslag die recht doet aan de AVG. Daarnaast zitten achter deze systemen verschillende bedrijven en bedrijfsmodellen. Dat alles vraagt om een uiterst zorgvuldige en doordachte aanpak die recht doet aan eenieder en waarbij de leerling centraal blijft staan.



“De behoefte aan een dashboard als mAChart is groot in het onderwijs. Dat was van meet af aan duidelijk.”

ANNELIES WIGGERS, CO-CREATIEMANAGER



HOE KUNNEN LERAREN
ONDERSTEUND
WORDEN OM LEERLINGEN
OP EEN **PASSEND**
NIVEAU LES TE GEVEN?



De overgang van de basisschool naar de middelbare school is voor veel leerlingen een kwetsbaar schakelmoment. Onderzoek laat zien dat de transitie negatieve gevolgen kan hebben voor de schoolprestaties, het welzijn en de motivatie van leerlingen en tot grotere kansenongelijkheid kan leiden. Een goede determinatie, waarbij iedere leerling op zijn of haar meest passende niveau zit, is daarom cruciaal voor elke leerling.

Vraag

Hoe kunnen we de data die beschikbaar is binnen een school combineren, structureren, analyseren en presenteren voor determinatie tijdens de verlengde tweejarige brugklas?

Hoe kan AI leraren ondersteunen om een passend schooladvies te geven gedurende de verlengde tweejarige brugklas? Welke informatie hebben leraren nodig om een overgangsgesprek van goede kwaliteit te kunnen voeren en te bepalen welk schoolniveau passend is voor een leerling? In dit project zoeken we uit hoe leraren ondersteund kunnen worden in het bepalen van de plek waarop een leerling terecht komt.

DOEL

Een dashboard ontwikkelen dat leraren helpt bij het bepalen welk niveau passend is voor een leerling (determinatie).



Doelgroep: Vo
Vakken: Vakoverstijgend
Voor wie: Leraren
Kansen: Tijdswinst, onderwijs op maat

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Antwoorden van leerlingen op testvragen, antwoorden van leerlingen, leraren en/of ouders op vragenlijsten



INTERPRETEREN
Kennis en vaardigheden, motivatie, sociaal-emotionele ontwikkeling



HANDELEN
Dashboard, overzicht

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Raayland College
- Maastricht Universiteit
- Radboud Docenten Academie

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

De slimme technologie haalt data uit verschillende bronnen op: het leerlingvolgsysteem, methode software, adaptieve leermiddelen en vragenlijsten over het welbevinden van leerlingen. Al combineert en analyseert deze data. De leraar krijgt een overzicht van de informatie die de technologie verzameld heeft. Hiermee kan behalve het kennisniveau, ook de motivatie en sociaal-emotionele ontwikkeling van de leerling worden geïnterpreteerd. In een dashboard krijgt de leraar zo een completer overzicht van de leerlingen, wat de leraar kan gebruiken voor de determinatie.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project valt binnen het niveau van leraar ondersteuning. In dit geval gaat het om het samenvoegen van data uit verschillende bronnen en vragenlijsten om zodoende het leerproces en andere leerling kenmerken in kaart te brengen. De slimme technologie zet deze informatie om in een dashboard, waardoor de betrokken leraar geïnformeerd wordt over de leerlingen. Leraren monitoren in dit geval de slimme technologie en krijgen op basis van deze informatie inzicht in welk niveau passend is voor deze leerling. Deze informatie combineren leraren met persoonlijke inzichten om zo een passend niveau te kiezen.



Dashboards in het voortgezet onderwijs

Een dashboard kan informerend of juist signalerend zijn. Het is van belang dat de data op een duidelijke manier wordt samengevoegd, zodat de leraar hier zoveel mogelijk informatie uit kan halen. Studies naar het gebruik van dashboards in het vo zijn nog beperkt, maar langzaam groeiend. Kenmerken van leraren zijn medebepalend voor (een juist) gebruik van dashboards. Verschillende leraren interpreteren bijvoorbeeld de informatie op een andere manier, of komen tot verschillende inzichten. Het is daarom belangrijk om samen met leraren te onderzoeken hoe het dashboard het beste aansluit bij de wensen, verwachtingen en vaardigheden van leraren.

“Ik ben nu al nieuwsgierig naar wat het werken met mAChart in de praktijk nu echt gaat betekenen voor leraren. Goed dat we dat nauwgezet monitoren.”

KILIAN GERYSZEWSKI – TEACHER IN RESIDENCE

Voor leraren is het belangrijk om te leren van eigen handelen tijdens de les. Een goede manier om dit te doen is via het terugkijken van video's, maar dit is erg tijdrovend. Ondersteuning bij het vinden van relevante lesmomenten is hierbij nodig.

Vraag

Hoe kan slimme technologie leraren in het voortgezet onderwijs helpen bij het reflecteren op eigen onderwijssituaties, zodat ze hun eigen handelen kunnen verbeteren?

Het terugkijken van en reflecteren op video's van eigen onderwijssituaties is een belangrijke en krachtige manier voor leraren om zichzelf te (blijven) ontwikkelen. Het biedt een basis om in gesprek te gaan over mogelijke verbeteringen en geeft aanknopingspunten om valkuilen in kleine stapjes aan

te pakken. Het grootste nadeel hieraan: een hele les terugkijken op zoek naar relevante reflectiemomenten in video-opnames kost de leraar veel tijd. Slimme technologie kan relevante momenten uit de les analyseren en samenvoegen.

DOEL

Een video-interactie-analyse-tool (VIAT) ontwikkelen, waarbij slimme technologie relevante momenten uit video-opnames van onderwijssituaties haalt. We gaan op zoek naar een manier om deze momenten op een betekenisvolle en overzichtelijke manier te presenteren aan de leraar of leraar in opleiding.



HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

Leraren zullen samen met onderzoekers opgenomen video's annoteren, waarbij ze zich houden aan een vooraf opgesteld codeerschema. Zo worden belangrijke momenten tijdens het lesgeven geïdentificeerd. Dit wordt gebruikt om de slimme technologie te leren die belangrijke momenten te herkennen. Bijvoorbeeld: als deze momenten te maken hebben met gesprekken in de klas, gebruiken we modellen die getraind zijn op tekst. Als deze momenten te maken hebben met wat er gebeurt in de klas, kunnen we modellen gebruiken die getraind zijn op beelden. De resultaten worden samengebracht in een dashboard, zodat leraren kunnen reflecteren op hun eigen handelen.



Hoe bepaal je relevante onderwijssituaties?

Voor de analyse van onderwijs-situaties zijn in het verleden verschillende protocollen en rubrieken ontwikkeld. Deze leggen elk de focus op een ander aspect van onderwijssituaties. Samen met leraren gaan wij op zoek naar de aspecten die zij graag terug zien komen. Dit vormt de basis voor een nieuw coderingsschema, toegesneden op de specifieke behoeften van leraren. Op die manier bouwen we verder op bestaande protocollen én de wensen van de eindgebruiker.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project bevindt zich in het niveau van leraar ondersteuning van het automatiseringsmodel. De leraar heeft de volledige controle over de slimme technologie. De technologie dient puur ter ondersteuning van de leraar en levert informatie over relevante elementen in een video. De interpretatie hiervan ligt volledig bij de leraar zodat het doel, reflectie op het eigen handelen, wordt geborgd. Daarnaast krijgt enkel de leraar toegang tot deze functionaliteiten, zodat het alleen ingezet kan worden voor professionaliseringsdoeleinden.

“In het beroep van leraar moet je groeien, en dat doe je in de praktijk. Reflectie op je eigen handelen door video-opnamen is dan cruciaal.”

WOUTER JANSEN, TEACHER IN RESIDENCE



Doelgroep: Vo
Vakken: Vakoverstijgend
Voor wie: Leraren
Kansen: Reflectie

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
 Video, tekst, afbeeldingen



INTERPRETEREN
 Leraar handelingen



HANDELEN
 Relevante onderwijssituaties terugkoppelen

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Lucas Onderwijs
- IrisConnect
- Radboud Universiteit

PROJECT Technisch leren lezen met ASR



Technisch lezen biedt een basis die in de gehele schoolcarrière en het leven daarna van belang is. Het oefenen en toetsen van technisch lezen is erg belangrijk, maar ook een zeer tijdrovend proces. Het is voor leraren bijna niet mogelijk om iedere individuele leerling feedback te geven tijdens het hardop lezen. Er is dus behoefte aan ondersteuning, waarbij de leraar deels ontlast wordt en genuanceerder inzicht krijgt in de leesontwikkeling van leerlingen. Met ondersteuning in de vorm van slimme technologie kan ook vroegtijdig gesignaleerd worden wanneer iemand vastloopt en extra aandacht nodig heeft. Of kan juist bepaald worden wanneer een leerling het goed doet en meer uitgedaagd mag worden.

Vraag

Hoe kan spraaktechnologie een genuanceerder inzicht bieden in de leesontwikkeling van leerlingen in groep 4 en tegelijkertijd bijdragen aan het stimuleren van technische leesvaardigheid?

Voor de ontwikkeling van technische leesvaardigheid moeten we automatische koppelingen maken tussen wat er staat (orthografie), hoe het klinkt (fonologie) en wat het betekent (semantiek). Om dit te ondersteunen ontwikkelen we in dit project slimme technologie die dit kan detecteren en hier inzicht in kan bieden voor de leraar.

DOEL

Een nieuwe meetmethode en een dashboard ontwikkelen dat de leraar inzicht



Doelgroep: Po
Vakken: Taal (technisch lezen)
Voor wie: Leerlingen en leraren
Kansen: Motivatie leerlingen, tijdswinst voor leraren, onderwijs op maat

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Spraak



INTERPRETEREN
Technisch lezen



HANDELEN
Dashboard

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Stichting Klasse
- NovoLanguage
- Radboud Universiteit

geeft in de technische leesvaardigheid van een leerling op klank- en woordniveau. Bijbehorend ontwikkelen we een adaptief leermiddel voor het oefenen van technisch lezen. Dit geeft leraren continu inzicht in de leesontwikkeling van hun leerlingen.

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

Op het gebied van spraaktechnologie wordt een model van kinderspraak getraind. De rol van de slimme technologie is dus allereerst om de gesproken data te detecteren, ofwel om goed te verstaan wat de leerling leest. De spraak wordt via het model geïnterpreteerd; leest de leerling het juist voor of maakt deze een bepaalde leesfout? De leraar krijgt via het dashboard inzicht in het leerproces van de leerlingen. De leerlingen oefenen technisch lezen en krijgen feedback op klank- en woordniveau van het adaptieve leermiddel.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project bevindt zich op het niveau van gedeeltelijke automatisering. De slimme technologie verwerkt en analyseert het lezen van de leerling om een inschatting te maken van de technische leesvaardigheid van de leerling. Het dashboard maakt de leesvaardigheid inzichtelijk voor de leraar. Het geven van feedback aan de leerling op klank- en woordniveau valt onder overname van een specifieke taak, waarbij de leraar de technologie monitort.



Automatische spraakherkenning

Verskillende disciplines komen terug in de automatische spraakherkenning. Zo vind je hier elementen uit de informatica, maar ook uit de taalwetenschappen. Binnen de automatische spraakherkenning kun je daarnaast de technologie op een spreker afstellen, of juist onafhankelijk laten zijn van de spreker. Daartussen vind je groeperingen, zoals spraakherkenning bij bepaalde accenten. In dit project gaan we ook op zo'n groepering zitten; we trainen op de specifieke patronen van kinderspraak.

“De inzet van spraak-technologie kan zowel de leraar als de leerling ontlasten bij de toetsing van het leesniveau. Hoe mooi is dat!”

ELIANE SEGERS, WETENSCHAPPER



DE LERAAR HEEFT
CONTINU INZICHT IN DE
LEESONTWIKKELING
VAN DE LEERLING

PROJECT Woordenschat ontwikkelen met VR



Vraag

Kansengelijkheid is een belangrijk thema binnen het onderwijs. Helaas bestaan er nog steeds grote verschillen tussen leerlingen die starten op de basisschool. Zo wordt er bij het voorlezen van een (prenten) boek vaak een beroep gedaan op de voorkennis van leerlingen binnen een bepaald thema. Maar wat als deze voorkennis niet aanwezig is? Wat als een leerling nooit ervaren heeft hoe het op het strand is? Of in een bos? Voor deze leerlingen is het moeilijker om te luisteren naar een verhaal en om het boek te begrijpen.

Hoe kan VR bijdragen aan het stimuleren van woordenschatontwikkeling van kleuters met een onderwijsachterstand in authentieke omgevingen?

Kunnen we kleuters met een onderwijsachterstand ondersteunen in het vergroten van hun woordenschat door ze te laten leren in de authentieke omgeving? Dit project laat kleuters op school met Virtual Reality (VR) actief nieuwe omgevingen beleven, zoals bergen of duinen. Wat vraagt dit van leerlingen en hoe draagt dit bij aan de ontwikkeling van de woordenschat?

DOEL

Ontwikkelen van een VR-omgeving die kan bijdragen aan het vergroten van voorkennis en het creëren van context voor kleuters met een onderwijsachterstand.

Doelgroep: Po
Vakken: Taal (woordenschat)
Voor wie: Leerlingen
Kansen: Kansengelijkheid, onderwijs op maat

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Oogbewegingen, locatie, spraak



INTERPRETEREN
Woordenschat



HANDELEN
Adaptiviteit

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Flores Onderwijs
- iXperium/Centre of Expertise
- VRLearningLab
- Radboud Universiteit

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

Met VR kan een leerling verschillende omgevingen ervaren in 3D. De ervaring in 3D is rijker, doordat de leerling kan exploreren en ervaren op een andere manier dan via een plaatje of filmpje. Door locatieherkenning en het bijhouden van oogbewegingen en spraak kan een leerling opdrachten als: 'Zoek de parasol en ga er eens onder zitten' uitvoeren. De technologie kan aan de hand van deze opdrachten inschatten of een leerling het woord herkent, begrijpt en kan gebruiken. Zo vormt de technologie een beeld van het niveau van de woordenschat van de leerling en doet het aanpassingen gebaseerd op dat niveau.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project bevindt zich op het niveau van gedeeltelijke automatisering. Dit wil zeggen dat VR specifieke taken overneemt van de leraar. Hier gebruikt de slimme technologie oogbewegingen, locatiegegevens en spraak om het woordenschatniveau van een leerling vast te stellen en past daarop de VR-omgeving aan.



Leren in levensechte situaties

Leraren in de kleuterklas kunnen geconfronteerd worden met grote individuele verschillen in een groep leerlingen wat betreft achtergrondkennis. Leerlingen die met hun ouders naar het strand zijn geweest hebben een zogenaamd script in het geheugen; ze weten hoe het voelt om zand in je kleren te hebben en een zandkasteeel te bouwen. Leerlingen die niet zo'n ervaring hebben, zullen minder leren van het luisteren naar een verhaal over het strand. VR kan een manier zijn om bij deze leerlingen hun achtergrondkennis te vergroten, omdat het de middelen biedt om deel te nemen aan levensechte situaties.



“De combinatie van AI en virtual reality is nieuw in onderwijs. We zijn benieuwd of het kleuters helpt om hun woordenschat te vergroten. We gaan het ontdekken.”

ERIKA SCHLATTER, WETENSCHAPPER



SLIMME TECHNOLOGIE
GEEFT LEERLINGEN **INZICHT**
IN HUN LEERPROCES

PROJECT Zelfregulatie tijdens het schrijven

Goed leren schrijven is een uitdagend proces dat vereist dat leerlingen voortdurend tekst verwijderen, aanpassen en herschrijven. Tijdens dit proces is zelfregulatie, het monitoren en controleren van het eigen leren, van groot belang voor de leerling. We weten dat zelfregulatie zich niet vanzelf ontwikkelt en leraren het lastig vinden om zelfregulatie goed te ondersteunen. Daarom is er ruimte voor slimme technologie om hier een rol in te spelen, door zelfregulatie tijdens het leren te meten en te ondersteunen.

Vraag

Hoe kan slimme technologie de zelfregulatie van leerlingen in stelonderwijs in kaart brengen? En hoe kan de leraar de ontwikkeling van zelfregulatievaardigheden ondersteunen?

Om leerlingen te ondersteunen in het lezen en schrijfproces is het ontwikkelen van zelfregulatie erg belangrijk. Hiervoor maken we gebruik van het FLORA-algoritme: dit meet de zelfregulatie van leerlingen tijdens het schrijven én kan het op maat ondersteunen. Op deze manier kijken we naar de ont-

wikkeling van zelfregulatie tijdens het stelonderwijs en bieden we handvatten voor leraren om leerlingen hierin te ondersteunen.

DOEL

Slimme technologie ontwikkelen die zelfregulerende vaardigheden tijdens schrijven ondersteunt en stimuleert.

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

De slimme technologie meet de zelfregulatie activiteiten van leerlingen tijdens het schrijfproces, om daarna gepersonaliseerde ondersteuning te bieden. We maken gebruik van het FLORA-algoritme om zelfregulatie



Doelgroep: Vo

Vakken: Vakoverstijgend/
schrijfonderwijs

Voor wie: Leerlingen en
leraren

Kansen: Motivatie leerlingen,
onderwijs op maat, inzicht
voor leraren, leerwinst
leerlingen

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN

Logdata,
muisklikken,
toetsaanslagen,
geschreven teksten



INTERPRETEREN

Zelfregulatie
processen



HANDELEN

Dashboard,
gepersonaliseerde
scaffolds

WIE WERKEN ER SAMEN?

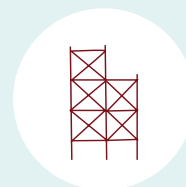
- Quadraam
- Radboud Universiteit
- Monash University
(Melbourne)

te meten. Dit algoritme is ontwikkeld in een internationaal onderzoeksproject. Het meet aan de hand van logdata, muisklikken en toetsenbordaanslagen zelfregulatie-activiteiten van leerlingen. Leerlingen kunnen in een dashboard hun eigen zelfregulatieproces zien en hiermee inzicht krijgen in hun leerproces. Daarnaast krijgen leerlingen ondersteuning tijdens het leren zelf, door scaffolding.

Scaffolding is een manier van ondersteuning bieden: leerlingen krijgen tips en feedback die nét boven hun niveau liggen. Hierdoor kunnen ze een stap verder komen. Het doel van scaffolding is om leerlingen direct passende ondersteuning te bieden tijdens het schrijven, aan de hand van het gemeten zelfregulatieproces. De leraar kan meekijken met de voortgang van de leerling en waar nodig extra ondersteunen.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

De slimme technologie in dit project valt onder gedeeltelijke ondersteuning. De AI zet logdata, muis- en toetsenbordaanslagen om in zelfregulatie-acties. De slimme technologie gebruikt hiervoor een algoritme om de data te labelen en te vertalen in leeractiviteiten. De leerling krijgt de informatie vervolgens gepresenteerd in een dashboard. Daarnaast biedt de technologie, door middel van scaffolding, ondersteuning op het niveau van de leerling. De slimme technologie ondersteunt daarnaast ook de leraar, door de zelfregulatie bij leerlingen te detecteren en inzichtelijk te maken.



Scaffolding in de praktijk

Leraren kunnen scaffolding gebruiken om leerlingen te begeleiden bij het verwerven van complexe vaardigheden. Door het aanpassen van ondersteuning aan de behoeften van leerlingen krijgen leerlingen stapsgewijs meer vrijheid. Dit leidt tot verbeterde vaardigheden. Uit onderzoek blijkt dat scaffolding niet alleen het leerproces versnelt, maar ook het zelfvertrouwen en de zelfstandigheid van leerlingen vergroot. Uiteindelijk zijn leerlingen dan beter in staat om nieuwe complexe uitdagingen aan te gaan.

*“Meer zelfregulerend
vermogen bij het
schrijven gaat
leerlingen enorm
helpen. Op tal van
gebieden!”*

MARJOLEIN GEERITS,
CO-CRETIEMANAGER



Adaptief leren en toetsen van kennis



Vraag

Leerlingen stampen vaak net voor een (kennis)toets en vergeten de stof daarna vaak weer. Deze minder optimale vorm van leren kan worden verbeterd door de stof vaker te herhalen en te oefenen. Maar wanneer is een goed moment om de stof te herhalen of te oefenen? Ook voor leraren zijn kennistoetsen sub-optimaal. Het kost veel tijd om te toetsen, zowel in de voorbereiding als bij het nakijken van toetsen.

Hoe kan slimme technologie ingezet worden voor het vervangen van kennistoetsen, door het kennisniveau en vergeetmoment vast te stellen tijdens leren in een adaptief leersysteem?

Leerlingen laten momenteel zien de stof te beheersen via een kennistoets. Ze leren vaak pas net voor een toets, waardoor ze de geleerde stof snel weer vergeten. Een effectieve leerstrategie om (feiten)kennis op te nemen in het geheugen is herhalen. Door te achterhalen op welk moment een leerling bepaalde feiten vergeet, kan de stof net daarvoor herhaald worden. Een leerling gaat dan beter leren en onthoudt de stof langer.

DOEL

Het resultaat van het project is een slimme technologie die leerlingen aangeeft wanneer bepaalde stof herhaald moet worden, wanneer een leerling een onderdeel van de



stof beheerst én ondertussen detecteert of de leerling zelf bezig is geweest met de opgaven.

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

De technologie bestaat uit 3 onderdelen:

- adaptieve leersessies (selectie van het volgende feit om te leren)
- model-based mastery (feitbeheersing)
- leerdynamieken (fraude-detectie)

De slimme technologie gebruikt antwoorden, reactietijd, muisklikken en toetsenbordaanslagen van leerlingen om het kennisniveau te bepalen. Tegelijkertijd voorspelt de technologie hoe lang de leerling elk feit onthoudt. Aan de hand van deze voorspellingen bepaalt de technologie welk feit als volgende aangeboden wordt. Voor de model-based mastery doet de technologie, op basis van de antwoorden



Testing en spacing effect

Deze twee effecten zie je terug in het adaptieve leersysteem. Uit onderzoek blijkt dat jezelf overhoren effectiever is dan informatie lezen of aantekeningen maken. Hierdoor sla je de informatie dus beter op. Dit noemen we het *testing effect*.

Het *spacing effect* laat juist zien dat je beter leert wanneer het leren over meerdere leermomenten is verdeeld. En dat niet alleen, ook wanneer je binnen één leermoment feiten spreidt, leer je ze beter.

van de leerling, een voorspelling over hoe lang de leerling elk feit onthoudt. Wanneer dit boven een bepaalde waarde komt, beheerst de leerling dat onderdeel van de stof. De leerdynamieken kijken naar de interacties van de leerling met het programma. Wanneer deze te veel afwijken van hun normale patroon, geeft het programma een seintje aan de leraar dat er een kans bestaat dat er niet door deze leerling gewerkt is. De leraar kan hier vervolgens op passende wijze op inspelen.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project bevindt zich op het niveau van geconditioneerde automatisering. De leraar bepaalt zelf de feiten die geleerd moeten worden, maar de slimme technologie biedt binnen de leersessie adaptief feiten aan en interpreteert op basis van de resultaten de feitenkennis van de leerling. Bij ongewoon gedrag wordt de leraar hiervan op de hoogte gebracht. De leraar kan op elk gewenst moment monitoren.

“Leerlingen die herhaaldelijk oefenen met een aanbod op hun eigen niveau, zijn minder gefocust op dat ene toetsmoment. En ze onthouden de stof beter!”

EVA VAN DE SANDE,
CO-CREATIEMANAGER



Doelgroep: Vo
Vakken: Aardrijkskunde
Voor wie: Leerlingen en leraren

Kansen: Motivatie leerlingen, onderwijs op maat

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Muisklikken, toetsaanslagen, antwoorden, reactietijd

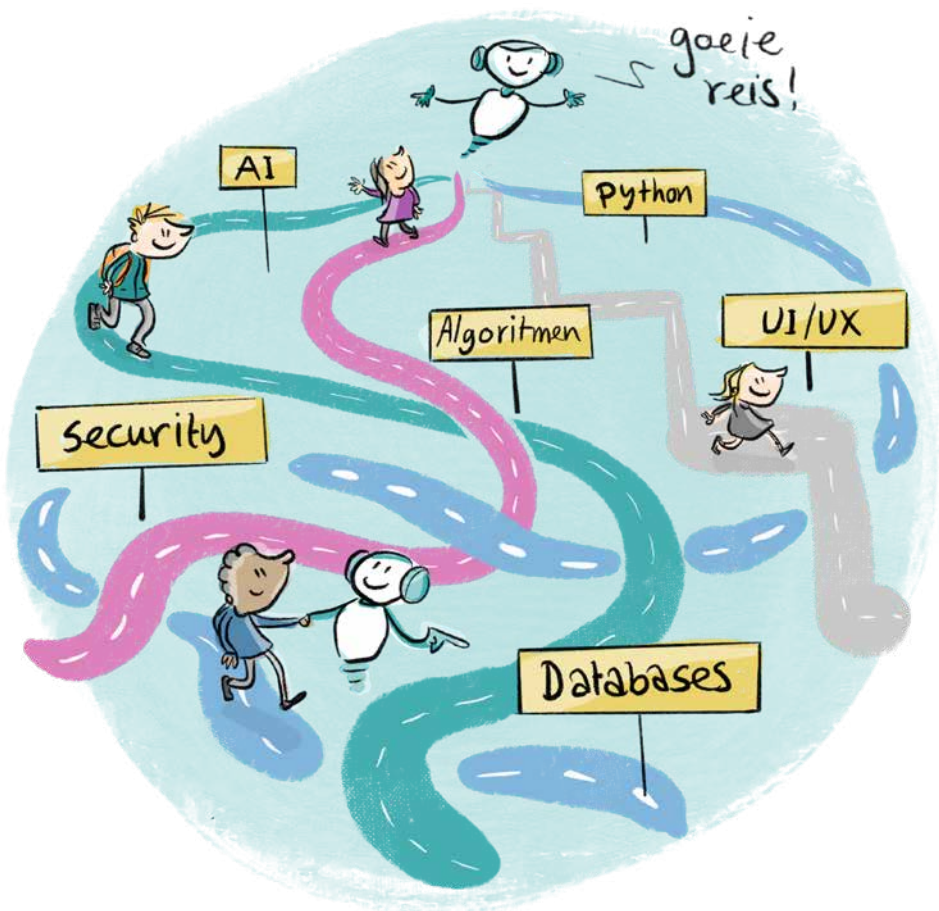
INTERPRETEREN
Feitenkennis

HANDELEN
Adaptiviteit, leerlingmodel, signalering ongewoon gedrag

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Montessori Scholengemeenschap Amsterdam
- Slimstampen
- Universiteit Utrecht

PROJECT Persoonlijk leerpad in informatica



Voor het vak informatica kampen middelbare scholen vaak met een groot lerarentekort. Dit terwijl informaticavaardigheden in de huidige samenleving van groot belang zijn. Om een (tijdelijke) oplossing te bieden voor deze situatie breiden we het Co-Teach Informatica platform verder uit, ter ondersteuning van leerling én leraar.

Vraag

Hoe kan slimme technologie een bijdrage leveren aan persoonlijke ondersteuning aan leerlingen in hun leerproces bij informatica?

Co-Teach Informatica is een landelijk programma dat informatica-onderwijs verzorgt in de bovenbouw van havo en vwo. Met volledig online onderwijsmateriaal kan een leraar van een ander vak het informatica-

onderwijs geven. Medewerkers van vaksteunpunten begeleiden deze leraar op afstand. Er liggen nu nieuwe kansen in de ondersteuning van de leerlingen. Omdat er geen bevoegde informaticaleeraar aanwezig is, is het soms lastig om te bepalen wat geschikte doelen zijn voor elke leerling. Dit komt doordat de voorkennis van leerlingen sterk verschilt en de aangewezen leraar weinig inzicht heeft in hoe dit zich verhoudt tot bepaalde leerdoelen. Slimme technologie kan hierbij helpen om een juiste aanbeveling te doen op basis van de capaciteiten van de leerling.



Doelgroep: Vo
Vakken: Taal (woordenschat)
Voor wie: Leerlingen
Kansen: Lerarentekort

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
 Muisklikken,
 toetsaanslagen,
 antwoorden



INTERPRETEREN
 Kennis en
 vaardigheden op
 informatica
 leerdoelen



HANDELEN
 Leerlingmodel,
 aanbevelingen

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Gemeentelijk Gymnasium Hilversum
- Co-Teach
- Universiteit Utrecht

DOEL

Slimme technologie ontwikkelen die leerlingen persoonlijke ondersteuning biedt in hun leerp pad bij informatica.

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

De slimme technologie houdt de vorderingen in kennisontwikkeling en vaardigheden van een leerling bij. Op basis van deze voortgang doet het systeem aanbevelingen over leer materialen (taken, teksten en video's). Het bijhouden van vorderingen gebeurt aan de hand van vastgestelde leerdoelen voor het vak informatica. Voor elke student wordt een studentmodel opgezet, waarin de technologie de voortgang op die leerdoelen vastlegt. Voor de aanbeveling van passend leer materiaal wordt een aanbevelingssysteem opgezet dat op het studentmodel voortbouwt.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project bevindt zich op het niveau van geconditioneerde automatisering. De technologie helpt een leerling bij het selecteren en uitvoeren van passende leertaken en geeft een leraar informatie over waar leerlingen knelpunten ervaren. Dit biedt ondersteuning voor de leraar die geen vakinhoudelijke kennis heeft en signaleert wanneer de leraar de leerling juist vooruit kan helpen.



Studentmodellen

De kern van het gebruik van studentmodellen is om het leerproces van een leerling om te zetten naar een wiskundig model. De precieze uitwerking hiervan kan op verschillende manieren en is erg complex. Het belangrijkste doel van studentmodellen is om met data uit eerdere prestaties te kunnen voorspellen welke kennis een leerling heeft. Het opzetten van de studentmodellen is dus een proces dat met grote precisie moet worden uitgevoerd, om op die manier een accurate voorspelling te kunnen doen.



“Bij een nijpend tekort aan leraren Informatica is het goed om leerlingen een andere route aan te kunnen bieden.”

RAMON MOORLAG, CO-CRETIEMANAGER



SLIMME
TECHNOLOGIE
IS ER VOOR
ELKE LEERLING
SPECIFIEK

PROJECT Efficiënter wachten op de leraar



Bij het keuzevak informatica wordt veel gebruik gemaakt van zelfstandig werken en vraaggestuurde instructies. Hierdoor loopt de hoeveelheid vragen vanuit leerlingen vaak snel op, wat ervoor zorgt dat de leraar niet altijd tijd heeft om elke vraag te beantwoorden.

Vraag

Hoe kan AI bijdragen aan het detecteren en interpreteren van vragen van leerlingen en hier passende antwoorden of feedback op geven?

In de klas zijn veel vragen van leerlingen vaak nog niet concreet geformuleerd, bijvoorbeeld "Wat moet ik doen?" of "Hoe werkt dit?" Juist door leerlingen dieper over hun vraag na te laten denken, kunnen ze tot inzichten of oplossingen komen. Als leerlingen niet zelf tot de oplossing komen, dan kan het hen wel dichterbij de kern van het

probleem brengen. Dit kan leiden tot een doelgerichte vraagstelling. De slimme technologie in de vorm van een chatbot beoordeelt de vraag dus. Indien nodig stelt de chatbot verdiepvragen om de vraag van de leerling aan te scherpen. De leerlingen worden hierdoor gestimuleerd om verder te denken over hun vragen. Leraren krijgen een seintje van de technologie als leerlingen een concrete vraag of probleem hebben, zodat ze ondersteuning kunnen bieden.

DOEL

Een slimme technologie ontwikkelen die automatisch vragen van leerlingen interpreteert en waar mogelijk een passend antwoord geeft.

Doelgroep: Vo
Vakken: Informatica
Voor wie: Leerlingen en leraar
Kansen: Motivatie leerlingen en leraar, onderwijs op maat, tijdsbesparing leraar

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Tekst



INTERPRETEREN
Vragen van leerlingen



HANDELEN
Dashboard

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Het Stedelijk (Enschede)
- TU Eindhoven
- Universiteit Utrecht

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

Allereerst analyseert de slimme technologie de vraag van de leerling. Hiervoor is het van belang dat de technologie de context van de vraag begrijpt: wat is het onderwerp van de les, met welke opgave is de leerling bezig, enzovoorts. Wanneer de vraag te algemeen is, gaat de chatbot het gesprek met de leerling aan om zo tot een specifiekere vraagstelling te komen. De leraar krijgt inzicht in het vraagproces via een dashboard. Hierdoor wordt inzichtelijk gemaakt hoeveel vragen er zijn en krijgt de leraar een seintje welke leerling een concrete vraag heeft waar de leraar ondersteuning bij kan bieden.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Dit project bevindt zich op het niveau van hoge automatisering. De technologie neemt taken over van de leraar en voert deze zelfstandig uit. De technologie heeft daarnaast ook een ondersteunende rol, omdat het aangeeft wanneer de leraar ondersteuning kan geven aan een leerling. Het is niet nodig voor de leraar om het vraagproces actief te monitoren, omdat de slimme technologie dit zelfstandig doet.



Chatbots

Er zijn steeds meer toepassingen van chatbots in het onderwijs, zoals praten met een belangrijk figuur uit de geschiedenis om zo meer over diens leven te leren. Chatbots kunnen op een natuurlijke manier communiceren met leerlingen via tekstberichten. Uit onderzoek blijkt dat chatbots waarde hebben voor het personaliseren van het leerproces, maar ook voor het vergroten van de betrokkenheid van leerlingen. Met hun vermogen om vragen te beantwoorden, feedback te geven en soms problemen op te lossen, kunnen ze de leraar ondersteunen.



“De technologie beantwoordt niet zozeer de vragen van leerlingen, maar helpt ze hun vraag goed te formuleren.”

JOHAN JEURING, WETENSCHAPPER

PROJECT Generatieve AI in voortgezet onderwijs



Vraag

Hoe houdt het onderwijs regie over het leren en onderwijzen waarbij generatieve AI wordt ingezet? We maken samen met leraren en leerlingen een overzicht over hoe generatieve AI op dit moment wordt gebruikt. In gebruikerscasussen beschrijven we de mate van controle tussen leraar, AI en leerling en plotten deze op de zes niveaus van automatisering van NOLAI. Zo bieden we inzicht in generatieve AI en ontwikkelen we nieuwe manieren om deze vorm van AI doordacht in te zetten en te verankeren op scholen.

Hoe houdt het onderwijs regie over het leren en onderwijzen met het gebruik van generatieve AI?

De recente introductie van ChatGPT, een van de bekendste vormen van generatieve AI, heeft voor veel opschudding gezorgd in het onderwijs. Door de makkelijke interface werd het opeens voor iedereen eenvoudig om generatieve AI te gebruiken. Veel leraren en leerlingen gebruiken het al en zien de kansen ervan in. Toch zijn er ook risico's verbonden aan het gebruik van generatieve AI. Programma's zoals ChatGPT zijn namelijk niet ontwikkeld vanuit een pedagogisch-didactisch model en de inzet ervan vindt vaak plaats zonder reflectie vanuit de leerlingen. Het geplande leerproces wordt als het ware omzeild. Belangrijke vragen in dit project zijn daarom: Hoe houdt het onderwijs regie over het leren en onderwijzen met het gebruik van generatieve AI? Waar

liggen kansen en risico's? En wat zijn de consequenties op pedagogisch-didactisch, ethisch, technologisch en professionaliseringsvlak?

DOEL

Een overzicht bieden van kansen, risico's en consequenties van het gebruik van generatieve AI in het voortgezet onderwijs.

HOE DE SLIMME TECHNOLOGIE WERKT

Vanwege de snelle ontwikkelingen op het gebied van generatieve AI is ervoor gekozen om dit project in stappen op te delen. Door het project per fase uit te werken, is het beter mogelijk om aan te blijven sluiten bij de snelle ontwikkelingen en inzichten over generatieve AI. Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden, gaan we eerst het gebruik van generatieve AI in de school inzichtelijk maken. Dit doen we door



Een andere aanpak

Zoals je misschien hebt opgemerkt is dit project anders opgezet dan de andere negen co-creatieprojecten. Dit komt doordat generatieve AI zo snel aan het veranderen is dat het ontwikkelen van een relevant prototype op dit moment erg moeilijk is. Het is dus belangrijker om uit te zoeken wat leraren en leerlingen in de huidige onderwijssituatie doen met generatieve AI. Hoe zetten ze deze in voor, tijdens en na de les? En waar liggen daarbij kansen? Dit project gaat bijdragen aan inzichten hoe generatieve AI kan werken in verschillende situaties.

huidige gebruikerscasussen van leraren en leerlingen in kaart te brengen en daarop te reflecteren. Hierbij staat de mate van automatisering door AI centraal. De resultaten hiervan leiden tot nieuwe toepasbare inzichten voor ontwikkeling en professionalisering rondom het gebruik van generatieve AI.

NIVEAU VAN AUTOMATISERING

Generatieve AI wordt nu vaak gebruikt door leerlingen om hun leerproces door AI uit te laten voeren. Dit is een vorm van volledige automatisering die niet bijdraagt aan de ontwikkeling van een leerling. Er zijn ook andere manieren om generatieve AI in te zetten, bijvoorbeeld om tot dialogisch schrijven te komen. De leerling schrijft honderd woorden, waarna de generatieve AI honderd woorden aanvult, etc. Zo wordt het gebruik van generatieve AI verbonden aan een bewezen effectief pedagogisch-didactisch model. Daarnaast delen de leerling, de leraar en AI samen de controle over de leersituatie. Door casussen met verschillende niveaus van automatisering uit te werken, zetten we een stap in de richting van het ontwikkelen van nieuwe, verantwoorde toepassingen van generatieve AI in het onderwijs.

“Generatieve AI is sinds de opkomst van ChatGPT hét onderwerp van gesprek. Goed om gericht en met de school te kijken hoe we hiermee omgaan.”

HARA SPAROU,
WETENSCHAPPER



Doelgroep: Vo
Vakken: Vakoverstijgend
Voor wie: Leerlingen en leraar
Kansen: Reflectie

AUTOMATISERINGSNIVEAU

Niet van toepassing



DETECTEREN, INTERPRETEREN, HANDELEN

Niet van toepassing

WIE WERKEN ER SAMEN?

- Quadraam
- Radboud Universiteit

Tien bedrijven met slimme technologie

Wat kunnen we?

In onderwijsland zijn momenteel al veel bedrijven die met slimme technologie leerlingen en leraren ondersteunen. NOLAI werkt samen met een aantal bedrijven die verschillende typen slimme technologie aanbieden. Deze sluiten aan bij verschillende onderwijskundige doelen, maar werken allemaal net anders. Zo gebruiken ze bijvoorbeeld andere data en andere vormen van AI. Om een beeld te geven, vind je in dit hoofdstuk tien beschrijvingen van slimme technologie voor het Nederlandse basis- en voortgezet onderwijs.

Gynzy ondersteunt zowel leraren als leerlingen op de basisschool bij digitaal onderwijs. Voor de leerlingen biedt Gynzy adaptieve lesstof voor de vakken rekenen, spelling, grammatica, woordenschat en cijfers & letters. De leerlingen maken digitaal oefenopgaven en de leraar krijgt via een dashboard informatie. De leraar kan zelf het lesprogramma binnen Gynzy aanpassen.

Doelgroep: Po

Vakken: Rekenen, grammatica, spelling, woordenschat, cijfers en letters, Engels, topografie

Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



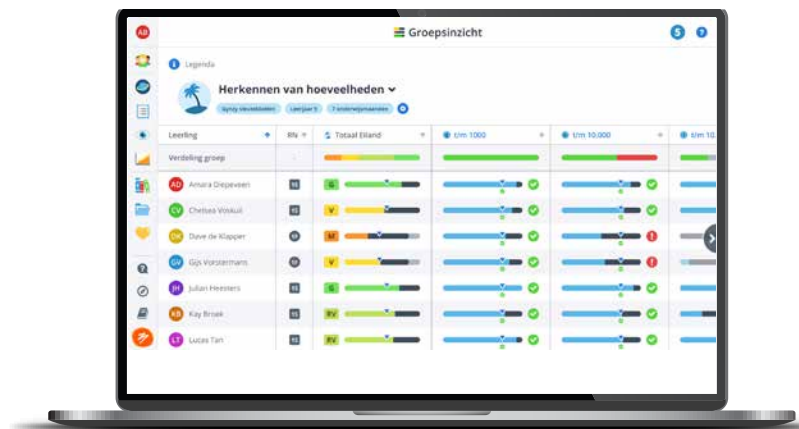
DETECTEREN
Antwoorden van leerlingen op opgaven



INTERPRETEREN
Kennis op een leerdoel



HANDELEN
Dashboard, directe feedback, opgave selectie



Dashboard voor de leraar

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

Gynzy verzamelt data om het leerproces van de leerling te volgen. De antwoorden van leerlingen op opgaven worden als data-stroom gebruikt in het systeem (*detecteren*). Het systeem kijkt deze antwoorden na. Gynzy gebruikt dit om de beheersing van de leerling op een leerdoel te meten door een vaardigheidsscore te berekenen (*interpreteren*).

Gynzy geeft directe feedback aan leerlingen (of de opgave goed of fout is), geeft informatie over voortgang van de leerlingen aan de leraar (in het dashboard) en voert taak-adaptiviteit uit (*handelen*). Het selecteert de volgende opdracht op basis van de ingeschatte beheersing van de leerling op een leerdoel (afgeleide van het Elo-algoritme). Dit doet Gynzy door per leerdoel de moeilijkheid van opgaven te bepalen en die te vergelijken met de beheersing van leerlingen. Gynzy geeft dan een volgende opdracht, waarbij de leerling 75% kans heeft om deze goed te beantwoorden.



Het ELO-algoritme

Het Elo-algoritme is afkomstig van het schaken. Het geeft elke speler een relatieve score voor hun vaardigheden. Veranderingen in score worden na elke wedstrijd opnieuw berekend. In het geval van onderwijsapplicaties wordt de wedstrijd dus gespeeld tussen leerling en opgave. De moeilijkheidsscore van de opgave en de vaardigheidsscore van de leerling zijn in dit geval de tegenstanders, vanuit waar de kans wordt berekend dat de leerling 'wint', en dus de vraag goed heeft. Gynzy zoekt hierbij naar een opgave waarbij de kans ongeveer 75% is dat de leerling deze goed maakt. Na het maken van de opgave wordt de score van zowel leerling als opgave bijgewerkt.

WIE VOERT DE REGIE?

De informerende functie van Gynzy, het dashboard, ondersteunt de leraar door informatie te geven over de goede en foute antwoorden van leerlingen op opgaven en door inzicht te bieden in de beheersing op leerdoelen. Op basis van deze informatie kan de leraar aanvullende feedback aan individuele leerlingen of groepjes leerlingen geven. Ook kan de leraar tijdens en na de les aanpassingen doen aan de lesopbouw, instructie en het curriculum. De handelende functie van Gynzy bestaat uit het geven van directe feedback en het selecteren van nieuwe passende opdrachten binnen een leerdoel. Hiermee werkt Gynzy op het niveau van gedeeltelijke automatisering, waarbij de technologie een specifieke taak overneemt, namelijk het selecteren van de volgende opgaven en het geven van directe feedback.

Numo is een adaptief leermiddel voor leerlingen en leraren in het voortgezet onderwijs dat inzicht geeft in het leerproces. Nadat de leraar voor zijn leerlingen persoonlijke sets van leerdoelen heeft klaargezet, maken leerlingen per leerstofonderdeel (één of meerdere leerdoelen) een sprongtoets. Dit is een toets om te bepalen in welke mate ze die leerdoelen al beheersen.

Doelgroep: Vo

Vakken: Rekenen en taal

Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN

Antwoorden van leerlingen op de sprongtoets



INTERPRETEREN

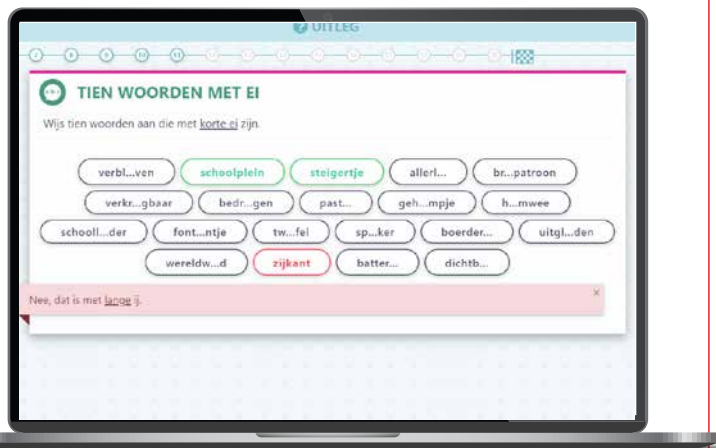
Kennis op een leerdoel



HANDELEN

Dashboard, directe feedback, leerdoel selectie

BEDRIJF
Numo



Omgeving voor de leerling

Op basis van de uitkomsten krijgen leerlingen instructie en wordt er een set oefeningen klaargezet door Numo. Tijdens het oefenen krijgen leerlingen feedback of hun antwoord goed of fout is. In het dashboard voor de leraar geeft Numo vervolgens een overzicht van de resultaten van de leerlingen.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

De slimme technologie gebruikt antwoorden van leerlingen op de sprongtoets als datastroom (*detecteren*). Vervolgens kijkt het systeem deze antwoorden na. Numo gebruikt dit om de kennis van de leerling op een leerdoel (of leerdoelen) te meten (*interpreteren*). Een dashboard voor de leraar geeft informatie over de voortgang van de leerlingen. De leerling krijgt directe feedback of het gegeven antwoord goed of fout is (stap-adaptiviteit). Als een leerling nog geen beheersing laat zien op een leerdoel (fouten op de sprongtoets), selecteert Numo een set opgaven met eventuele uitleg, waarmee de leerling gaat oefenen. Daarna maakt de leerling een nieuwe sprongtoets. Bij voldoende beheersing selecteert het systeem het volgende leerdoel (curriculum-adaptiviteit). De leerling maakt in dit geval een nieuwe sprongtoets (*handelen*).

WIE VOERT DE REGIE?

De leraar krijgt inzicht in de resultaten van de leerlingen in het dashboard van Numo en kan de regie weer overnemen. De specifieke taken die Numo overneemt, zijn het geven van directe feedback en het volgende leerdoel waar een leerling aan kan gaan werken. Numo valt daarvoor binnen gedeeltelijke automatisering.

LessonUp is een online platform voor het maken, geven en delen van lesmaterialen en het bijhouden van de voortgang van leerlingen in het voortgezet onderwijs. Leraren kunnen lesmateriaal vinden in een lesbibliotheek of zelf maken. De leraar kan lessen genereren door tekst of afbeeldingen over een bepaald onderwerp in te voeren.

Doelgroep: Vo
Vakken: Alle vakken
Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Tekst en afbeeldingen



INTERPRETEREN
Onderwerp van de les

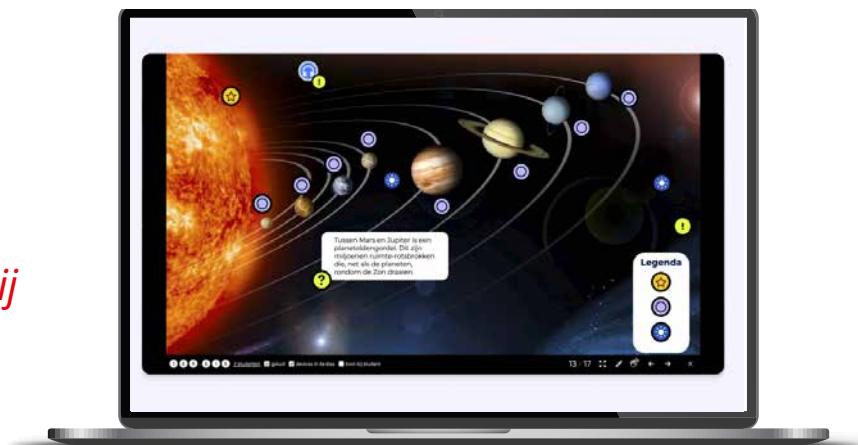


HANDELEN
Lesplan en slides genereren

BEDRIJF
LessonUp



De kwaliteit van je prompt heeft veel invloed op dat wat eruit komt, zeker bij generatieve AI.



Omgeving voor de leerling

Deze gegenereerde lessen bestaan uit het leerdoel, activeren van voorkennis, uitleg, opgaven en reflectie. Vanuit hier wordt een lesplan met bijbehorende presentatie gegenereerd. De leraar kan daarnaast volgen hoe lang leerlingen bezig zijn met bepaalde slides en welke antwoorden ze geven.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

De leraar geeft input via een prompt aan het systeem in de vorm van tekst of een afbeelding (*detecteren*). De technologie verwerkt de input en bepaalt hiermee wat het onderwerp en de bijpassende leerstof is (*interpreteren*). Vanuit dit onderwerp wordt met behulp van slimme technologie een les opgesteld. Dit begint met een lesplan, van waaruit de leraar kan beslissen welke delen van de les relevant zijn, of wat opnieuw gegenereerd moet worden. Dit lesplan kan verschillende onderdelen bevatten, zoals uitleg, open vragen, meerkeuzevragen, etc. Zodra de leraar tevreden is met het lesplan worden er bijpassende slides gegenereerd. De leraar kan deze les volledig naar wens aanpassen en vervolgens deze les geven. Tijdens het lesgeven kan de leraar de voortgang van leerlingen volgen in dezelfde omgeving. Er wordt bijgehouden wat het gegeven antwoord op een vraag is, hoe lang een leerling op een slide is geweest, en of alle slides zijn doorlopen (*handelen*).

WIE VOERT DE REGIE?

De technologie heeft de regie over bepaalde taken, zoals het opstellen van een lesplan of les. De leraar controleert echter continu de technologie om het op diens wensen af te stemmen. Dit valt onder het niveau van gedeeltelijke automatisering. Het bijhouden van de voortgang van leerlingen heeft enkel een ondersteunende rol. De informatie wordt weergegeven en de leraar kan hier vervolgens zelf conclusies uit trekken.



Generatieve AI en prompts

Bij generatieve AI wordt gebruik gemaakt van prompts. Een prompt is een input, die bestaat uit tekst of een afbeelding. Met een prompt vertel je het model wat het moet doen; je vraagt om een bepaalde soort output. De kwaliteit van je prompt heeft veel invloed op dat wat eruit komt, zeker bij generatieve AI. Er zijn een aantal aspecten belangrijk voor een goede prompt, zoals hoe specifiek je bent. Hoeveel woorden moet het antwoord bevatten? In welke vorm wil je het antwoord krijgen? Maar ook duidelijkheid, het doel en het beoogde publiek zijn allemaal relevant om te benoemen.

Meer weten? Zoek dan eens naar 'prompt engineering'. Dit is de term voor het zo optimaal mogelijk formuleren van je prompts.

selecteren van de volgende opgave, passend bij het niveau van de leerling (*handelen*).

WIE VOERT DE REGIE?

Het dashboard van Snappet geeft de leraar informatie over de prestaties van leerlingen op opgaven en leerdoelen, op leerling-, klas- en schoolniveau. Op basis van deze informatie krijgt de leraar suggesties van Snappet over interventies, bijvoorbeeld een verlengde instructie voor een groepje leerlingen of een leerdoel klaarzetten voor zelfstandige verwerking. De leraar houdt hier de regie over en bepaalt welke interventies wel of niet gedaan worden. De technologie neemt het geven van feedback en het selecteren van de volgende opgave die een leerling gaat maken over van de leraar. Deze functionaliteit valt onder het niveau van gedeeltelijke automatisering.

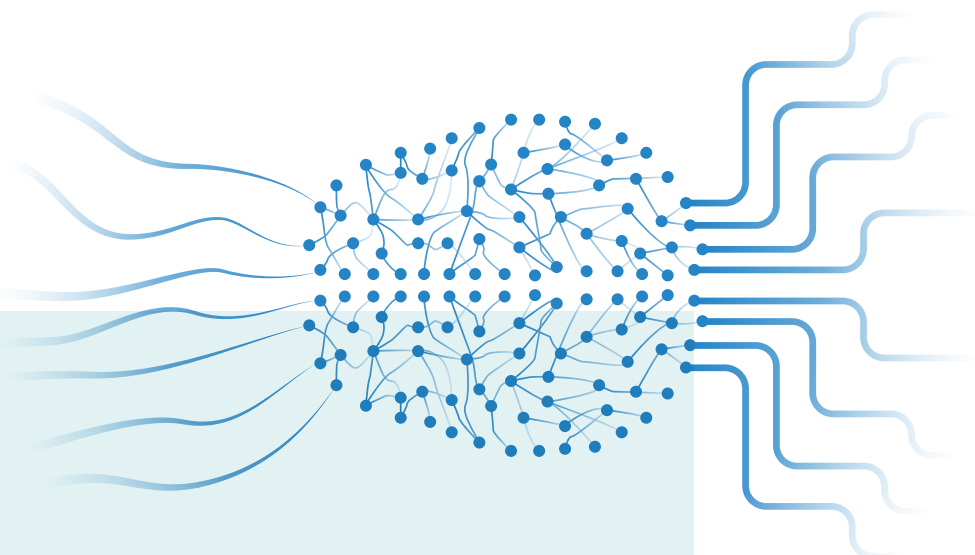
Een neurale netwerk gaat op zoek naar hoe sterk elke verbinding moet zijn.

Neurale netwerken

Een neurale netwerk is een computermodel dat geïnspireerd is op onze hersenen en de manier waarop informatie verwerkt wordt.

Een neurale netwerk bestaat net als onze hersenen uit kleine elementen (neuronen) die allemaal met elkaar in verbinding staan. De sterkte van de verbinding bepaalt hoe relevant twee elementen voor elkaar zijn. Op deze manier kan een neurale netwerk uit verschillende lagen bestaan, waarbij elke laag een eigen rol heeft. Een rol kan dus bijvoorbeeld zijn 'kijken naar de hele klassituatie', terwijl een andere rol zich specifiek richt op elke leerling apart. Deze lagen zijn met elkaar verbonden, en het neurale netwerk gaat op zoek naar hoe sterk elke verbinding moet zijn.

Hierdoor kan een neurale netwerk, wanneer je het allerlei informatie over een lessituatie geeft, bijvoorbeeld bepalen dat de kleur van de schoenen van een leerling minder zwaar weegt voor leerprestaties, dan het aantal uren dat geconcentreerd is gewerkt. Maar het netwerk kan ook minder voor de hand liggende relaties blootleggen, zoals dat het aantal uren dat geconcentreerd gewerkt is minder zwaar weegt voor leerprestaties dan het aantal goede antwoorden dat gegeven is.



Learnbeat is een digitale leeromgeving voor leraren en leerlingen in het voortgezet onderwijs. Er zijn lesmethodes beschikbaar van educatieve uitgeverij. Leraren kunnen zelf ook lessen en toetsen maken of bewerken. Leerlingen vinden er uitleg, opgaven en toetsen. Ook is er de mogelijkheid om adaptief te oefenen.

BEDRIJF **Learnbeat**

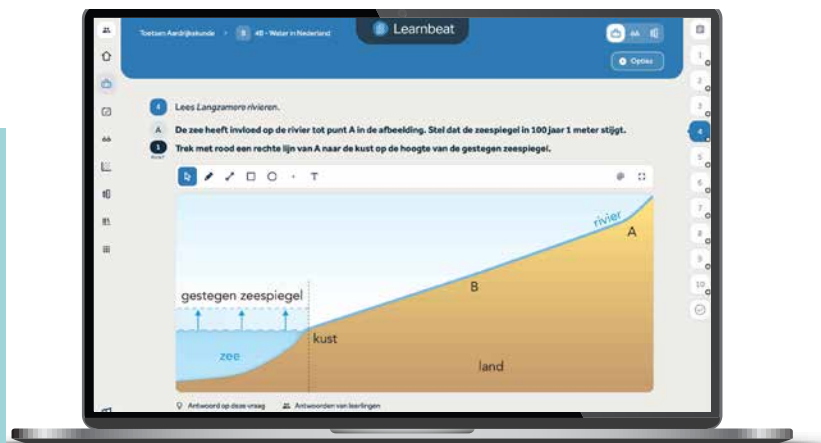
Doelgroep: Vo
Vakken: Alle vakken
Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU

DETECTEREN
 Antwoorden van leerlingen

INTERPRETEREN
 Kennis op een leerdoel

HANDELEN
 Dashboard, directe feedback, opgave selectie



Omgeving voor de leerling

Alle materialen die Learnbeat aanbiedt, zijn voorzien van labels (metadata). Hierdoor kan de leraar makkelijk zoeken in materiaal, bijvoorbeeld op welke leerdoelen er in de lessen behandeld worden of welke voorkennis vereist is voor een bepaalde les.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

Met alle beschikbare opgaven in Learnbeat kan adaptief worden geoefend. Hiervoor gebruikt de slimme technologie antwoorden op opgaven als data (*detecteren*). Deze antwoorden worden gebruikt om een inschatting te maken van het kennisniveau van een leerling op een leerdoel (*interpreteren*). Zowel de leerling als leraar krijgt informatie over de voortgang van de leerling in een dashboard. Learnbeat geeft de leerling directe feedback op de correctheid van hun antwoorden op meerkeuzevragen (stap-adaptiviteit). Deze directe feedback wordt zowel bij oefenopgaven als bij toetsen



gegeven. De leraar kijkt de open vragen na. Daarnaast selecteert Learnbeat de volgende opgave voor een leerling op basis van de ingeschatte beheersing van een leerdoel. Dit doet Learnbeat door per leerdoel de moeilijkheid van opgaven te bepalen en aan te passen op de beheersing van leerlingen (*handelen*). In Learnbeat wordt gebruik gemaakt van een variant op het Elo-algoritme. Bij toetsen wordt deze vorm van adaptiviteit niet gebruikt.

Met een Large Language Model kunnen bijpassende foute antwoorden worden gegenereerd.

Om de leraar te ondersteunen bij het zelf maken van lesmateriaal, zijn er in Learnbeat een aantal mogelijkheden om opgaven te maken met AI. Met een Large Language Model kunnen meerkeuzevragen en open vragen gemaakt worden, door aan de hand van het goede antwoord bijpassende foute antwoorden te genereren. Tijdens het maken van toetsopgaven is het ook mogelijk om meerdere opgaven van vergelijkbare moeilijkheid per onderwerp te laten genereren. Learnbeat genereert dan automatisch een toets met een selectie van de vragen per leerdoel. Hierdoor kan de technologie snel en eenvoudig een nieuwe toets genereren op vergelijkbaar niveau.

WIE VOERT DE REGIE?

De leraar krijgt inzicht in het leerproces van de leerlingen door een dashboard. Learnbeat neemt een aantal specifieke taken over van de leraar. Learnbeat geeft leerlingen directe feedback en zorgt ervoor dat een deel van deze opgaven automatisch nagekeken wordt. De leraar kan opdrachten aanpassen, toevoegen of verwijderen. De leraar blijft de slimme technologie monitoren en controleren. Learnbeat valt onder gedeeltelijke automatisering.

LeerLevels is een digitale leeromgeving voor het voortgezet onderwijs, opgebouwd uit slimme technologie en modulair lesmateriaal. Het doel is om als leraar meer tijd over te houden voor persoonlijke begeleiding en verdieping. Leraren kunnen bestaand lesmateriaal gebruiken of zelf lesmateriaal samenstellen.

Doelgroep: Vo
Vakken: Natuurkunde
Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Antwoorden van leerlingen op opgaven



INTERPRETEREN
Kennis op een leerdoel



HANDELEN
Dashboard, directe feedback, opgave selectie, leerdoel selectie

BEDRIJF
LeerLevels

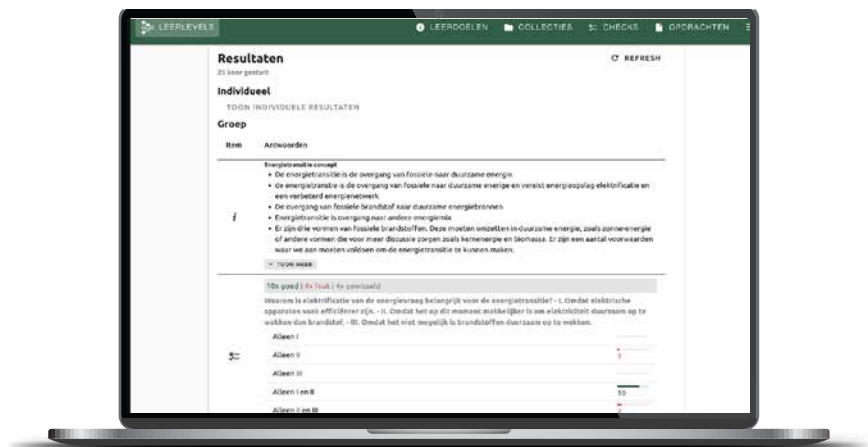
LeerLevels kijkt meerkeuzevragen en open opdrachten automatisch na. Leerlingen krijgen directe feedback op hun antwoorden. Hiervoor worden naast eigen algoritmes ook direct informatie uit OpenAI gebruikt. LeerLevels ondersteunt leerlingen die ergens vastlopen met adaptieve extra uitleg. De leraar kan zo een curriculum inrichten en leerlingen laten oefenen in verschillende werkvormen.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

De slimme technologie gebruikt antwoorden van leerlingen op opgaven als data (*detecteren*). LeerLevels gebruikt deze antwoorden om de kennis van de leerling op een leerdoel vast te stellen (*interpreteren*). De leraar krijgt inzicht in de prestaties van de leerlingen via een dashboard. Daarnaast geeft LeerLevels automatisch feedback aan de leerling (stap-adaptiviteit). Ook selecteert LeerLevels in sommige gevallen de volgende opgave voor een leerling en geeft daarbij uitleg op maat (taak-adaptiviteit). Wanneer een leerling het leerdoel voldoende beheerst volgens de slimme technologie, selecteert het ook het volgende leerdoel (curriculum-adaptiviteit) (*handelen*). Om dit te kunnen doen, heeft LeerLevels in eerste instantie de relaties tussen leerdoelen in kaart gebracht met behulp van expertise van leraren. Het genereren van feedback gebeurt door middel van prompt engineering met OpenAI.

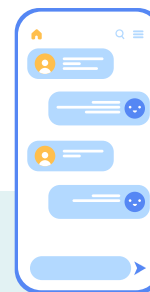
WIE VOERT DE REGIE?

De leraar kiest welke leerdoelen behaald moeten worden en krijgt ondersteuning in de vorm van informatie over de prestaties van de leerlingen via het dashboard. LeerLevels gebruikt alle vormen van adaptiviteit. Het neemt de taak van nakijken over door het geven van directe feedback. Als een leerling extra uitleg nodig heeft, kan LeerLevels extra opgaven selecteren en op basis van de antwoorden extra leerdoelen aanbieden. De technologie controleert dus een bredere set aan taken, waardoor het binnen geconditioneerde automatisering valt.



Dashboard voor de leraar

Het model achter ChatGPT probeert te voorspellen wat het antwoord op een bepaalde prompt is.



ChatGPT

De afgelopen jaren is ChatGPT ineens een veel gebruikte toepassing in het onderwijs. Maar wat is ChatGPT nu eigenlijk?

ChatGPT is in de basis een taalmodel, dat getraind is op enorme hoeveelheden tekst. Je kunt chatten met ChatGPT: je kunt vragen stellen (prompts) waarop het systeem het antwoord genereert. ChatGPT kan ook verhalen schrijven en samenvattingen maken, maar allemaal op basis van wat het geleerd heeft uit de tekst-data waarop het getraind is. Het model probeert te voorspellen wat het antwoord op een bepaalde prompt is. Maar, het kan soms ook fouten maken. In het onderwijs kan ChatGPT worden gebruikt voor extra uitleg, het genereren van opdrachten en meer. Het is wel belangrijk om altijd te blijven controleren of alles klopt.



A close-up photograph of a person's hand pointing at a tablet screen. The person is wearing a blue button-down shirt. The tablet is white with a blue screen. The background is blurred, showing a red wall. A teal diagonal graphic element is on the left side of the page.

WELKE **SLIMME TECHNOLOGIE**
GEBRUIK JE AL OP JOUW SCHOOL?



Omgeving voor de leerling

Doelgroep: Po
Vakken: Alle vakken
Voor wie: Leerling en leraar

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Antwoorden van leerlingen op opgaven



INTERPRETEREN
Kennis op een leerdoel



HANDELEN
Dashboard, directe feedback, opgave selectie

Squla is een digitale leeromgeving waarmee alle vakken in het basisonderwijs geoefend kunnen worden. De oefenstof is verpakt in quizzen en games, waarbij de leerlingen munten kunnen verdienen. Squla geeft leerlingen directe feedback en biedt opgaven aan op het niveau van de leerling. Squla wordt zowel thuis als op basisscholen gebruikt.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

De slimme technologie gebruikt antwoorden van leerlingen op opgaven als data (*detecteren*). De technologie kijkt de opgaven na en geeft feedback aan de leerling (stap-adaptiviteit). Op basis van de antwoorden maakt de technologie een inschatting van de kennis van de leerling op een leerdoel en een inschatting van de moeilijkheid van de opgave (*interpreteren*). Squla stuurt een wekelijkse rapportage naar ouders en/of leraren en de voortgang van de leerling is te bekijken via een dashboard. Leerlingen gaan 'de strijd aan' met de vragen. Lukt een opgave niet die een hogere score heeft dan de score van de leerling? Dan selecteert Squla de volgende opgave met een lagere score (taak-adaptiviteit) (*handelen*). De makers van Squla kijken ook naar de moeilijkheid van de opgaven. Maken leerlingen sommige opgaven vaak goed of juist fout? Met behulp van slimme technologie wordt dit geanalyseerd, om waar nodig te signaleren dat een vraag aangepast moet worden. Dit kan bijvoorbeeld te maken hebben met een overschot aan dezelfde soort vragen, of een te moeilijke vraagstelling.

WIE VOERT DE REGIE?

Squla informeert ouders en/of leraren over de voortgang van een leerling via rapportages en een dashboard. Daarnaast neemt het specifieke taken over, zoals het geven van feedback en het selecteren van opgaven. De ouder of leraar kan altijd de controle terugnemen en specifieke doelen stellen voor het kind/de leerling. Daarom bevindt Squla zich op het niveau van geconditioneerde automatisering. Let wel: doordat Squla zowel thuis als op scholen wordt gebruikt, is het aanvullend onderwijs en geen (methode) vervangend onderwijs.

Prowise Learn biedt adaptieve leermiddelen voor spelenderwijs oefenen van rekenen, taal en Engels in het basisonderwijs. Deze leermiddelen zijn een aanvulling op bestaande lesmethodes. Terwijl leerlingen oefenen, krijgen ze opgaven op hun eigen niveau.

Doelgroep: Po
Vakken: Rekenen, taal, Engels
Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
 Antwoorden van leerlingen op opgaven, reactietijd op opgaven



INTERPRETEREN
 Kennis op een leerdoel of -domein



HANDELEN
 Dashboard, directe feedback, opgave selectie, leerdoel selectie

Leerlingen worden gemotiveerd doordat ze muntjes kunnen verdienen bij goede antwoorden. Leerlingen kunnen zelf de moeilijkheid van de opgaven aanpassen in drie opties (makkelijk, gemiddeld, moeilijk). De leraar krijgt inzicht in de vaardigheid van leerlingen via een dashboard. Het adaptieve leermiddel kan een volledige leerlijn voorstellen, maar leraren kunnen ook zelf een leerlijn maken.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

Prowise Learn bestaat uit drie onderdelen, elk voor een ander vak. Dit zijn Reken tuin (rekenen), Taalzee (taal) en Words & Birds (Engels). Alle drie de platforms zijn op dezelfde onderliggende slimme technologie gebouwd. Binnen een platform zijn er verschillende leerdomeinen, ofwel onderwerpen, zoals klokkijken. Binnen leerdomeinen vallen kleinere leerdoelen, zoals hele uren op analoge klokken.

De slimme technologie gebruikt de antwoorden en reactietijd van leerlingen op opgaven als data (*detecteren*). De antwoorden worden nagekeken en Prowise Learn berekent de vaardigheidsscore van een leerling op een leerdomein. Samen met de antwoordsnelheid worden deze gebruikt om de kennis van de leerling te interpreteren (*interpreteren*). De leraar krijgt inzicht in het leerproces van de leerlingen via een dashboard. Leerlingen ontvangen direct feedback of het antwoord goed of fout is (stap-adaptiviteit) en de volgende opgave wordt voor de leerling geselecteerd (taak-adaptiviteit). Ook worden, op het start-



Omgeving voor de leerling

Deze leermiddelen zijn een aanvulling op bestaande lesmethodes

scherm van de leerling, leerdoelen en -domeinen klaargezet. Dit zijn onderwerpen waarop de leerling nog leerwinst kan behalen volgens de slimme technologie (curriculum-adaptiviteit) óf onderwerpen die de leraar klaargezet heeft (*handelen*). De slimme technologie binnen Prowise Learn is gebaseerd op een variant van het Elo-algoritme.

WIE VOERT DE REGIE?

De leraar krijgt inzicht in de voortgang van de leerlingen van Prowise Learn via het dashboard, waarbij deze inzicht krijgt in de beheersing op leerdoelen en -domeinen. De slimme technologie neemt verschillende taken over van de leraar, waaronder het selecteren en nakijken van opgaven. De leraar kan aanpassingen doen aan het curriculum door (sets) leerdoelen en -domeinen klaar te zetten. Dit kan echter ook volledig autonoom door de technologie gedaan worden.

Prowise Learn valt onder het niveau van geconditioneerde automatisering. Een deel van de taken wordt overgenomen van de leraar. De leraar kan de keuze maken om curriculum-adaptiviteit in te laten zetten door de technologie, of zelf leerdoelen klaarzetten voor de leerling.

MemoryLab, ook bekend onder de Nederlandse naam SlimStampen, is een adaptief leermiddel voor het leren van feiten in het basis- en voortgezet onderwijs. Met MemoryLab oefenen leerlingen met het herhalen van feiten waarvan de leraar van mening is dat die in één keer correct beantwoord moeten kunnen worden.

Doelgroep: Po, vo

Vakken: Moderne vreemde talen, zaakvakken, rekenen, biologie, scheikunde

Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN

Antwoorden van leerlingen op opgaven, reactietijd op opgaven



INTERPRETEREN

Feitenkennis

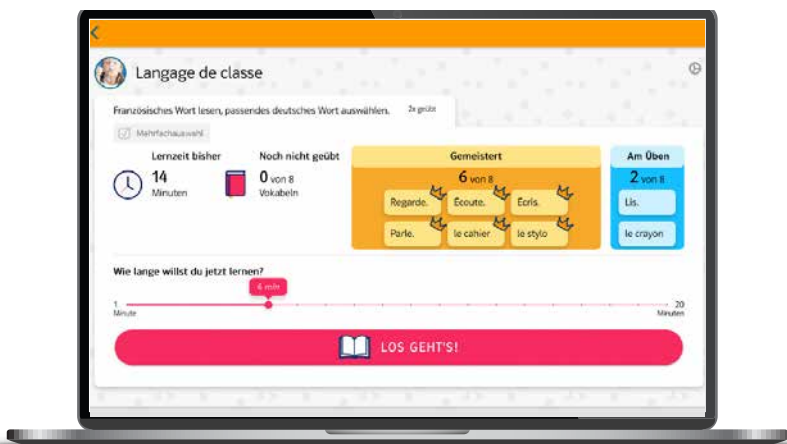


HANDELEN

Dashboard, directe feedback, feitenselectie

BEDRIJF
MemoryLab





Omgeving voor de leerling

Als er veel tijd tussen herhalingen van een feit zit, onthouden leerlingen deze langer

Traditioneel leerden leerlingen feiten met flashcards. Feiten als: “wat is de Engelse vertaling van broer?”, “wat is de uitkomst van zeven maal zeven”, of bijvoorbeeld “waar op de kaart ligt Amsterdam?”. Er is echter veel wetenschappelijk bewijs dat het leren van feiten op een effectievere manier kan. Door jezelf te overhoren op de juiste momenten in de tijd, kun je feiten beter onthouden. De slimme technologie in MemoryLab zorgt ervoor dat elk feitje op het juiste moment aangeboden wordt.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

De slimme technologie gebruikt antwoorden en reactietijd van leerlingen als data. (*detecteren*). Vanuit deze data wordt de mate van activatie in het brein vastgesteld. Wanneer de leerling een feitje direct weet en dus een snelle reactietijd heeft, is er sprake van hoge activatie van het feit in het geheugen. Als een leerling het feitje niet weet of lang moet nadenken is er juist lage activatie in het brein.

De feiten worden door MemoryLab op een adaptieve manier aangeboden. Wanneer de activatie van een feit onder een bepaalde grens (vergeetdrempel) dreigt te komen, is dat hét moment om het feit nogmaals aan te bieden. Op deze manier krijgt de leerling het feit exact op die vergeetdrempel opnieuw gepresenteerd en blijft het betreffende feit in het geheugen. De technologie berekent dit specifieke moment per feit, per individu (*interpreteren*). Op deze manier zorgt MemoryLab

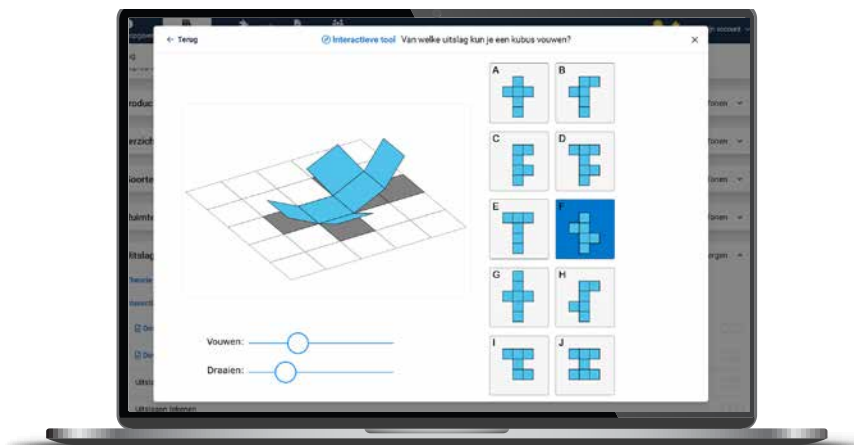
ervoor dat de tijd tussen herhalingen van een vraag maximaal is, zonder dat het antwoord vergeten wordt. Er is veel wetenschappelijk bewijs voor het zogenaamde spacing effect: als er veel tijd tussen herhalingen van een feit zit, onthouden leerlingen deze langer.

De voortgang van de leerling is direct na het maken van een les zichtbaar in een dashboard. De leerling ontvangt directe feedback van het systeem en krijgt dus meteen te zien of het antwoord goed of fout is (stap-adaptiviteit). De technologie bepaalt aan de hand van de vergeetdrempel welk feit als volgende aan de leerling gepresenteerd wordt (taak-adaptiviteit). Daarnaast houdt het bij wanneer de kennis van een leerling boven een bepaald niveau zit en het feit dus geleerd is (*handelen*). Op deze manier kan MemoryLab precies zien wanneer een leerling alle feiten beheerst.

WIE VOERT DE REGIE?

De technologie neemt meerdere taken over. Zo kijkt de technologie de antwoorden van leerlingen na en selecteert deze ook de opgaven. De leraar hoeft niet actief te monitoren tijdens dit proces. Die kan zich, wanneer dat gewenst is, laten informeren via een dashboard. Wel kan de leraar op elk moment de controle terugnemen, bijvoorbeeld wanneer gesignaleerd wordt dat veel leerlingen onvoldoende vooruitgang boeken op een groep feiten. MemoryLab bevindt zich op het niveau van geconditioneerde automatisering.

Bettermarks is een digitale leeromgeving voor wiskunde en rekenen in het voortgezet onderwijs. Leerlingen vinden er hun leerstof, uitleg en maken er opgaven. Leraren krijgen op hun beurt via een dashboard inzicht in de prestaties en vorderingen op leerling- en klasniveau.



Omgeving voor de leerling

Doelgroep: Vo

Vakken: Wiskunde en rekenen

Voor wie: Leerlingen en leraren

AUTOMATISERINGSNIVEAU



DETECTEREN
Antwoorden van leerlingen op opgaven



INTERPRETEREN
Kennis op een leerdoel



HANDELEN
Dashboard, uitgebreide feedback, opgave selectie, leerdoel selectie

Daarnaast wordt overzichtelijk weergegeven welke leerdoelen of opgaven de leerling als lastig ervaart.

Bettermarks analyseert de antwoorden op deze opgaven, geeft aan of het antwoord goed of fout is en geeft (indien beschikbaar) uitgebreide feedback over de gemaakte fout. Daarnaast geeft bettermarks individuele ontwikkelpunten aan voor de leerling. Op basis van een toets en de antwoorden op opgaven wordt de voorkennis van de leerling in kaart gebracht en krijgt de leerling extra oefeningen om de voorkennis bij te spijkeren.

HOE WERKT DE TECHNOLOGIE?

De slimme technologie gebruikt antwoorden van de leerlingen op opgaven en toetsen als data (*detecteren*). Bettermarks bepaalt of een gegeven antwoord goed of fout is. Specifiek analyseert bettermarks hiaten in de kennis op grond van de voortoets en gemaakte fouten (*interpreteren*). Deze hiaten kunnen gerelateerd zijn aan het leerdoel dat de leerling oefent of een voorafgaand leerdoel dat nodig is als voorkennis. Om dit te kunnen doen, maakt Bettermarks gebruik van een leerdoelennetwerk. Hierin staat, per leerdoel, weergegeven welke leerdoelen nodig zijn als voorkennis. Op deze manier wordt een leerlingmodel bijgehouden met een overzicht van (sub)doelen die de leerling beheerst. In een dashboard krijgen leraren te zien met welke leerdoelen een leerling

Vaak voorkomende fouten worden opgeslagen waardoor uitgebreide feedback gegeven kan worden

nog moeite heeft. De leerling krijgt directe feedback of het antwoord goed of fout is (stap-adaptiviteit). In het systeem zijn, per opgave, vaak voorkomende fouten opgeslagen. Hierdoor kan uitgebreide feedback gegeven worden, bijvoorbeeld over waar de gemaakte fout zit. Bettermarks geeft aan waar leerlingen nog moeite mee hebben en zet opgaven klaar om gaten in de voorkennis te dichten. Ook selecteert Bettermarks nieuwe leerdoelen voor leerlingen op basis van waar ze nog moeite mee hebben (curriculum-adaptiviteit) (*handelen*).

WIE VOERT DE REGIE?

De leraar krijgt ondersteuning van de technologie doordat specifieke taken worden overgenomen. Bettermarks geeft uitgebreide feedback en selecteert leerdoelen waar leerlingen nog moeite mee hebben. De leraar blijft echter zelf monitoren via het dashboard en houdt hiermee controle over het leerproces van de leerlingen. Hiermee valt Bettermarks onder geconditioneerde automatisering.

Tien onderzoeks- groepen

Wat weten en kunnen we?

De wetenschappers die de focusgebieden binnen NOLAI leiden, doen zelf ook belangrijk onderzoek naar AI in het onderwijs. In dit hoofdstuk geven we inzicht in het onderzoek dat zij uitvoeren in hun eigen onderzoeksgroep.

Verwante onderzoeksgroepen

Door het samenvoegen van alle onderzoeksgroepen van de NOLAI-onderzoekers krijgen we een goed beeld van wat we al weten en kunnen op het gebied van slimme technologie in het onderwijs. Dit onderzoek omvat veel verschillende disciplines: van softwareontwikkeling en pedagogische inzichten tot filosofie. In dit hoofdstuk hebben we projecten, kennis, prototypes en tools die al in ontwikkeling zijn bij deze onderzoeksgroepen op een rij gezet. Je vindt hier een overzicht van wat er speelt binnen tien onderzoeksgroepen.

Adaptive Learning Lab

Het Adaptive Learning Lab doet onderzoek naar de steeds veranderende interactie tussen mensen en technologie. Daarbij ligt de focus op adaptieve leermiddelen, artificiële intelligentie en zelfregulerend leren.

Het Adaptive Learning Lab houdt zich bezig met design, ontwikkeling en onderzoek naar slimme technologie binnen het onderwijsveld. De focus ligt op de effecten die deze technologie heeft op het leren van leerlingen en lesgeven van leraren. Het doel van het Adaptive Learning Lab is om de complexe relatie tussen mens en technologie te ontrafelen met systematisch onderzoek.

Contactpersoon

prof. Inge Molenaar
inge.molenaar@ru.nl

Radboud Universiteit



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Faciliteren van zelfregulerend leren met gepersonaliseerde scaffolds (FLORA).	Vo-leerlingen	Metacognitie	Taal (schrijven)
Hybride mens-AI regulatie (HHAIR). De leerpadenapp toont leerlingen hun eigen leerproces tijdens het leren met adaptieve leermiddelen.	Po-leerlingen	Metacognitie	Rekenen
Detectie en ondersteuning van emotie tijdens het leren met adaptieve leermiddelen (W-ALT).	Po-leerlingen	Emotie	Rekenen

Meer weten?



Leren en Technologie

De onderzoeksgroep Leren en Technologie onderzoekt hoe het leren van kinderen met technologie ondersteund kan worden en hoe kinderen omgaan met technologie. Dit onderzoeken ze bij zowel kinderen met een normale ontwikkeling als kinderen met leerproblemen. Daarbij ligt de focus op lezen en taal, maar ook beginnende geletterd- en gecijferdheid en de thuisomgeving van kinderen zijn onderwerp van onderzoek. Daarbij wordt zowel gekeken naar de traditionele thuisomgeving als de digitale thuisomgeving. De invloed van digitale technologie op de taalontwikkeling is een belangrijke focus van deze onderzoeksgroep.

Contactpersoon

prof. Eliane Segers
eliane.segers@ru.nl

Radboud Universiteit



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
App om leren lezen te ondersteunen (NWO-project Brein & Cognitie, overgenomen door Zwijzen als Leesturbo).	Po-leerlingen	Cognitie	Taal (lezen)
Invloed van mediagebruik op leesvaardigheden (VICI Eliane Segers).	Vo-leerlingen	Cognitie	Taal (lezen)
Cognitieve, sociaal-emotionele en identiteitsontwikkeling van kinderen volgen als gevolg van digitalisering (NWA JEDi).	Po-leerlingen	Cognitie, sociaal-emotioneel	Overkoepelend
Boekenapp op telefoon om de leeservaring te verrijken (NWA LeesEvolutie).	Vo-leerlingen	Cognitie	Taal (lezen)
Onderzoek naar audio-ondersteuning bij lezen bij dyslectische kinderen (Multimedia Learning and Dyslexia project).	Vo-leerlingen	Cognitie	Taal (lezen)
Digitale variant van PIRLS (vanuit positie Eliane Segers als wetenschappelijk directeur Expertisecentrum Nederlands).	Vo	Cognitie	Overkoepelend
Leesapp voor dove kinderen met ondersteuning voor fouten met gebarentaal (project lexicale kwaliteit bij dove en slechthorende lezers).	Po-leerlingen	Cognitie	Taal (lezen)

Meer weten?



Radboud Docenten Academie

Bij de Radboud Docenten Academie worden vo-leraren opgeleid voor de maatschappij van morgen op basis van de laatste wetenschappelijke inzichten in het onderwijs. Het onderzoeksprogramma 'innovatief leren en onderwijzen' richt zich op het leren van leerlingen, leraren in opleiding en op zittende leraren en is stevig geworteld in de onderwijspraktijk. De Docenten Academie zet in op nauwe samenwerking met middelbare scholen in educatieve partnerschappen. Binnen het onderzoeksprogramma worden twee perspectieven onderscheiden:

- De ontwikkeling van kritisch en creatief denken en handelen van leerlingen in het vo.
- De professionalisering van (startende) leraren binnen het ecosysteem van de school.

Beide perspectieven richten zich op transities: de transities van studenten van het vo naar het hoger onderwijs, en de transities van leraren van de lerarenopleiding naar hun eerste jaren in het beroep van leraar. Een greep uit projecten omvat vakdidactisch onderzoek met als focus het kritisch denken en de oordeelsvorming van leerlingen en professionalisering in digitale geletterdheid en profielwerkstukbegeleiding.

Contactpersoon

dr. Roald Verhoeff
roald.verhoeff@ru.nl

Radboud Universiteit



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Professionalisering: digitale geletterdheid in het curriculum.	Vo-leraren en teamleiders	-	-
Professionalisering in profielwerkstukbegeleiding. Hoe kunnen we omgaan met generatieve AI?	Vo-leraren	-	-
Onlinecursus integriteitsonderwijs voor PhD-studenten.	Wo	-	-
Exploring AI competencies for educators.	Vo	-	-
Unplanned & Unplugged: controversial issues in the classroom.	Vo	-	-
Diversiteit, gelijkheid en inclusiviteit binnen de lerarenopleiding: online databank voor lerarenopleiders (ED-TED).	Wo	-	-

Meer weten?



Foundations of Intelligent Technology

De onderzoeksgroep Foundations of Intelligent Technology (FoundIT) onderzoekt intelligent gedrag in technologie en kunstmatige agents, bijvoorbeeld sociale en industriële robots en zelfrijdende auto's. Ze ontwikkelen ook nieuwe algoritmes voor het besturen van deze robots in relevante toepassingen voor de samenleving. Daarnaast onderzoeken ze hoe mensen (willen) interacteren met deze technologie en wat de gevolgen zijn voor de ontwikkeling van deze technologie.

Contactpersoon

dr. Serge Thill
serge.thill@ru.nl

Radboud Universiteit



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Support (games) for neurodiverse children (EMPOWER).	Po	Metacognitie	-

Meer weten?



Research Centre for Education and the Labour Market

Het onderzoeksprogramma Onderwijs en Transitie naar Werk focust zicht op de ontwikkeling van betere kennis over het Nederlandse onderwijssysteem en de transitie naar de arbeidsmarkt. De focus ligt op het optimaliseren van de ontwikkeling van leerlingen en de keuzes die zij maken tijdens hun schoolcarrière en de transitie naar de arbeidsmarkt. In dit onderzoeksprogramma kijken ze naar het onderwijs vanuit verschillende invalshoeken. Ze kijken naar hoe keuzes van leerlingen of scholen, zoals de inzet van AI, de ontwikkeling van beleid op zittenblijven of beleid gericht op bijvoorbeeld COVID-19, het leren van de leerlingen beïnvloeden. Maar onderwijs gaat ook over selectie en allocatie en heeft een socialiserende rol, waarbij ongelijkheid in het onderwijs de grootste focus heeft in dit onderzoeksprogramma.

Thema's binnen dit programma zijn: onderwijsprestaties, schoolcarrières, prestaties en kwaliteit, transitie naar de arbeidsmarkt, onderwijstechnologie en AI, en ongelijkheid in het onderwijs.

Contactpersoon

prof. Carla Haelermans
carla.haelermans@
maastrichtuniversity.nl



Maastricht University

PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Technologiegebruik in po en vo.	Po en vo	Cognitie (basis- vaardigheden)	Taal en rekenen

Meer weten?



iHub

iHub is een interdisciplinaire onderzoeksgroep en bestudeert de impact van digitalisering op onze samenleving. De Hub brengt onderzoekers van verschillende disciplines samen en zo kunnen inzichten uit verschillende vakgebieden elkaar versterken. iHub heeft twee doelen: het identificeren en in kaart brengen van de voordelige en schadelijke gevolgen van digitalisering en het bieden van oplossingen die deze kunnen ondersteunen en aanpakken. Eén van de kerndisciplines is (techniek)filosofie. Filosofen reflecteren op hoe technologie maatschappelijke normen en waarden verandert en denken mee over het ontwikkelen van waardengedreven oplossingen. In het 'Digital Good' project onderzoekt de iHub bijvoorbeeld de 'Googlization of Health', oftewel de toenemende invloed van grote technologiebedrijven op de gezondheidszorg en andere maatschappelijke domeinen.

Contactpersoon

prof. Tamar Sharon en
dr. Marthe Stevens
marthe.stevens@ru.nl

Radboud Universiteit



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Het Digital Good project verkent de ethische en maatschappelijke uitdagingen die horen bij de groeiende macht van grote technologiebedrijven.	-	-	-
Sphere transgression watch is een digitaal instrument dat de groeiende aanwezigheid van Big Tech in verschillende maatschappelijke domeinen in de loop van de tijd volgt.	-	-	-

Meer weten?



“Bij iHub komen wetenschappers van verschillende disciplines samen om de maatschappelijke effecten van digitalisering op onze samenleving te onderzoeken.”

MARTHE STEVENS, WETENSCHAPPER



Software technology for teaching and learning

Slimme technologie is ontzettend relevant binnen onderwijs en leren. De technologie zorgt voor een interactieve en gepersonaliseerde ervaring tijdens het leren van nieuwe informatie. Hiermee wordt het onderwerp niet alleen beter begrepen, maar kan ook aan de wensen van de individuele leerling worden voldaan. Software technology for teaching and learning onderzoekt technologieën, algoritmes en andere hulpmiddelen binnen de informatica, kunstmatige intelligentie, data-wetenschap en onderwijs. Hiermee ontwikkelen ze betere digitale leermiddelen en leservaringen, die direct toepasbaar zijn. De focus ligt hierbij specifiek op de onderliggende software die nodig is om digitale leermiddelen te optimaliseren.

Contactpersoon

prof. Johan Jeuring

j.t.jeuring@uu.nl



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Informatica-ondersteuning op afstand en bijhouden van vorderingen van studenten (Co-teach).	Vo-leerlingen en leraren	Cognitie	Informatica
Digitale leeromgeving voor wiskunde-onderwijs (NumWorx).	Vo-leerlingen	Cognitie	Wiskunde
Platform om een-op-eengesprekken te voeren met characters (DialogueTrainer).	Professionals / leraren	Cognitie	Gespreksvaardigheden
Technologie voor bijhouden van vorderingen en aanbevelen van leeractiviteiten (Learner modelling services).	-	Cognitie	Vakoverstijgend
Hints en feedback aan leerlingen vanuit procedurebeschrijvingen (Feedback services).	Vo	Cognitie	Algebra, Logica, Statistiek

Meer weten?



Digital Security

In de onderzoeksgroep Digital Security onderzoeken ze de beveiliging van ICT-systemen en de privacy-risico's die deze systemen met zich meebrengen. Voor het verbeteren van beveiliging en privacy doen ze onderzoek naar analyse- en ontwerpmethododes voor veiligere software en hardware. Ze doen tevens onderzoek naar het gebruik van cryptografie om gegevens te beschermen. Ook wordt er in de groep onderzoek gedaan naar de juridische aspecten van privacy en informatiebeveiliging.

Contactpersoon

dr. ir. Erik Poll

erik.poll@ru.nl

Radboud Universiteit



Meer weten?



Software Science

Het analyseren en ontwerpen van software staat centraal bij de onderzoeksgroep Software Science. Door het maken van modellen, kunnen grotere programma's op specifieke eigenschappen doorgelicht worden.

Bij het analyseren van software hoort ook het energieverbruik van ICT, en de CO₂-uitstoot die daarbij hoort. Binnen Software Science bevindt zich het Software Energy Lab, een experimenteel lab waarbij ze het energieverbruik van software doormeten. Met deze metingen maken ze voorspellingen wat het energieverbruik van software gaat zijn.

Contactpersoon

dr. Bernard van Gastel
bernard.vangastel@ru.nl

Radboud Universiteit



PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

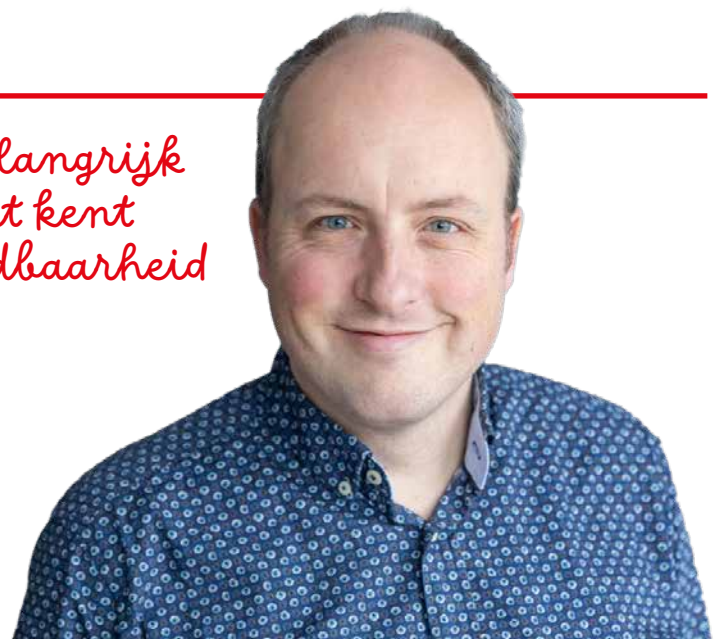
	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Technische kaders voor versleuteling van opslagschijven. Om fouten in de beveiliging van tweederde van alle opslagschijven tot dan toe op te lossen.	-	-	-
Energie-analyse van software voor apparaten. Visueel maken van energieverbruik tijdens het programmeren van softwareontwikkelaars.	-	-	-
Kan stemmen via internet gebruikt worden bij gemeentes? Prototype om veilig stemmen mogelijk te maken.	-	-	-

Meer weten?



“Duurzaamheid van data is een belangrijk terugkerend aandachtspunt en dat kent vele facetten: van langdurige houdbaarheid tot energieverbruik.”

BERNARD VAN GASTEL, WETENSCHAPPER



iXperium

Het iXperium Centre of Expertise Leren met ICT (iXperium) is een missiegedreven netwerkorganisatie van onderwijsorganisaties (voorschools tot en met hoger onderwijs), lerarenopleidingen en onderzoek. Het HAN-lectoraat Leren met ICT is de lead kennispartner in dit netwerk en draagt zorg voor de totale coördinatie. De partners werken samen vanuit een gedeelde visie: het leren van morgen is een leven lang gepersonaliseerd leren in een door technologie ondersteunde sociale leeromgeving.

Daarbij staan drie programmalijnen centraal:

- Leren met ICT als middel, ten behoeve van gepersonaliseerd leren.
- De organisatie van gepersonaliseerd leren op micro-, meso- en macroniveau.
- Leren met ICT als doel: opleiden tot ICT-geletterde deelnemers aan de digitale samenleving.

Contactpersoon

dr. Pierre Gorissen
pierre.gorissen@han.nl

iXPERIUM
CENTRE OF EXPERTISE

PROJECTEN, KENNIS, PROTOTYPES EN TOOLS

	Doelgroep	Kernprocessen	Vak
Werkwijze iXperium designteams en trainingen voor procesbegeleiders en onderzoekers in designteams.	Po en vo	-	Vakoverstijgend
Spel iXpeditie Maatwerk waarmee schoolteams en toekomstige leraren in beeld kunnen brengen waar zij op dit moment staan als het gaat om maatwerk met ICT in de klas en school (RAAK project).	Po	-	Vakoverstijgend
Werkvorm Actantnetwerk om de huidige en beoogde schoolorganisatie ten aanzien van gepersonaliseerd leren met ICT in kaart te brengen.	Po en vo	-	Vakoverstijgend
Competentiespel, een tool om het gesprek aan te gaan over docentcompetenties en onder leraren een gezamenlijk beeld te vormen over wat zij verstaan onder deze competenties en te duiden met welke zij aan de slag willen.	Po en vo	-	Vakoverstijgend
Monitor leren en lesgeven met ICT om besturen inzicht te geven in het gebruik van ICT in het onderwijs en de competenties van leraren op het gebied van leren en lesgeven met ICT.	Po en vo	-	-
MOVEL. Master voor leraren en docenten, met speciale aandacht voor ICT in het onderwijs.	Po en vo	-	Vakoverstijgend
Zelfscan digitale geletterdheid voor studenten.	Leraren in opleiding	-	Vakoverstijgend



Meer weten?



“AI kan bijdragen aan een leven lang leren in een gepersonaliseerde, technologie-ondersteunde sociale leeromgeving.”

PIERRE GORISSEN, WETENSCHAPPER



Conclusie

In het eerste jaar van NOLAI is er op veel manieren gewerkt aan een betekenisvolle samenwerking tussen mens en AI, om het leren van leerlingen en het lesgeven van leraren te ondersteunen. We hebben in dit magazine een overzicht gegeven van **wat we weten, wat we willen** en **wat we kunnen** als het gaat over AI in onderwijs.

Om het gesprek tussen onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven vorm te geven, hebben we een gedeelde taal ontwikkeld over AI in onderwijs. In deze driehoek werken we gezamenlijk aan het realiseren van de kansen van AI in onderwijs en verkleinen we eventuele risico's. Op deze manier komen we samen tot wat wij, in het Nederlandse basis-, voortgezet en speciaal onderwijs, als verantwoord gebruik van AI in het onderwijs zien.

Wat weten we?

Onze focusgebieden hebben een eerste overzicht gecreëerd van wat we al weten over AI in onderwijs. Hieruit hebben we verschillende dingen geleerd:

► Uit de overzichtsstudie van **focusgebied Pedagogiek & didactiek** blijkt dat de meeste slimme technologie zich momenteel richt op het ondersteunen van leerlingen. Hier gaat het meestal om gepersonaliseerd leren, waarbij de kennis van leerlingen centraal staat. Er liggen nog kansen om leren en de leerling breder te zien en naast kennis ook motivatie, emotie en zelfregulatie te integreren in slimme technologie. Een belangrijke uitdaging hierbij is om slimme technologie meer te baseren op de opvattingen over leren uit pedagogiek, onderwijspsychologie en didactiek. Dit gebeurt nu maar in de helft van alle onderzoeken en weinig bij de ontwikkeling van technologie. Hier ligt een belangrijke uitdaging voor NOLAI: de bestaande kennis in onze co-creatieprojecten goed vertalen naar prototypes van slimme technologie.

De vertaalslag tussen onderzoek en praktijk blijft een uitdaging. Werk aan de winkel!

► Uit de overzichtsstudie van **focusgebied Opleiden & professionaliseren** blijkt dat er kansen liggen voor het ondersteunen van het lesgeven van leraren met AI. De connectie tussen lesgeven en AI kan meer gemaakt en onderzocht worden. Het gebruik van slimme technologie kan leraren meer inzicht geven in het leren van leerlingen en in de wijze waarop ze zelf lesgeven. Er is echter nog weinig verbinding tussen de opvattingen over het professionaliseren van leraren en het gebruik van AI daarbij. Ook staat onderzoek naar de kennis over AI en opvattingen van leraren over AI nog in de kinderschoenen. Het verder vormgeven van deze dubbelrol van AI, om het lesgeven te verbeteren en als hulpmiddel om leraren te professionaliseren, is een mooie uitdaging voor NOLAI.

► Het **focusgebied AI technologie** heeft onderzocht welke data gebruikt wordt als input voor slimme technologie. Vaak wordt naast gedragsdata (zoals logdata) ook contextuele data gebruikt (zoals audio en video). De combinatie van verschillende databronnen komen in

onderzoek steeds meer voor. Deze data wordt door de slimme technologie gebruikt om de kennis van de leerling te meten, maar ook emotie, betrokkenheid of aandacht wordt gemeten. De meest gebruikte vorm van AI is datage-dreven AI, met name supervised learning komt vaak voor in slimme technologie. In het basisonderwijs ligt de nadruk op gepersonaliseerd leren met adaptieve leer-middelen en intelligente tutorsystemen. In het voortgezet onderwijs wordt vooral gewerkt aan systemen die onder-wijsprestaties van leerlingen voorspellen.

► Uit de overzichtsstudie van **focusgebied Ethiek** blijkt het belang van een mensgerichte benadering van AI in onderwijs. Hierbij dient slimme technologie nadrukkelijk als ondersteuning van het leren van leerlingen en het lesgeven van leraren. De bestudeerde richtlijnen benadrukken het belang van het maken van welover-wogen beslissingen die onze waarden reflecteren en goed zijn voor het onderwijs. In NOLAI's co-creatieprojecten zal door het ethiekteam veel aandacht besteed worden aan het maken van deze weloverwogen beslissingen.

► **Focusgebied Duurzame data** kon gebruikmaken van een Europese overzichtsstudie naar cyberbeveiliging en heeft daarom gekozen voor het creëren van een nieuwe werkwijze om privacy, security en duurzaamheid op een eenvoudige wijze samen te brengen voor het onderwijs-veld. Op deze manier kunnen we tijdens het ontwerpproces in de co-creatieprojecten een goed doordacht en uit-gewerkt gesprek voeren over data.

Dit overzicht over wat we weten over AI in het onderwijs geeft een mooi beeld van de huidige kennis en belangrijke stappen die we de komende jaren kunnen zetten. Uit de overzichtsstudies komen ook verschillende kansen naar voren.

- Opvattingen over leren van leerlingen en lesgeven van leraren verdienen een fundamentele plaats binnen de ontwikkeling van slimme technologie.
- De daadwerkelijke toepassing van de ethische richtlijnen heeft extra aandacht nodig.
- Het is van belang de nieuw ontwikkelde werkwijze voor duurzaam datagebruik consequent in te zetten.
- De vertaalslag tussen onderzoek en praktijk blijft een uitdaging, er is dus nog werk aan de winkel!

Wat willen we?

De co-creatiemanagers en teachers in residence van NOLAI zijn het afgelopen jaar vaak in gesprek gegaan met leraren en schoolleiders. Samen hebben ze, aan de hand van de gedeelde taal, verkend welke vragen van scholen met slimme technologie opgelost kunnen worden. Het afgelopen jaar zijn vooral vragen vanuit het basis- en voortgezet onderwijs binnengekomen, vooralsnog minder vanuit het speciaal onderwijs. Dat lossen we aankomend jaar op met mooie co-creatieprojecten voor het speciaal onderwijs. De scholen vroegen in dit eerste jaar vooral om meer inzicht in het leren van de leerling door het combineren van data die beschikbaar is in de school, aandacht voor gelijke kansen voor leerlingen en sinds de introductie van ChatGPT om tutors die leerlingen helpen.

Co-creatieprojecten

In onze eerste co-creatieprojecten beantwoorden we samen met scholen, wetenschappers en het bedrijfsleven deze vragen van het onderwijs.

Twee projecten richten zich op het combineren en inzichtelijk maken van data in het basis- en voortgezet onderwijs (mAIchart PO en VO). Deze projecten richten zich op de informerende rol van AI op het niveau leraar ondersteuning. Ook in ons video analyse project waarbij we de professionalisering van leraren ondersteunen door relevante onderwijssituaties te herkennen, functioneert de AI op het niveau van leraar ondersteuning (VIAT voor leraren). In deze drie projecten zullen nieuwe dashboards ontwikkeld worden voor leraren. Hiermee zal differentiatie, determinatie en professionalisering ondersteund worden met AI.

Een drietal projecten bevindt zich op het niveau van gedeeltelijke automatisering, waarbij de AI een specifieke taak overneemt. In deze projecten wordt AI ingezet om technisch lezen (technisch leren lezen met ASR), woordenschat (woordenschat ontwikkelen met VR) en zelfregulatie (zelfregulatie tijdens het schrijven) in kaart te brengen. Hierbij verbreden we de aspecten die slimme technologie kan interpreteren.

Tenslotte zijn drie projecten gericht op geconditioneerde automatisering. Hierin gaat de handelende rol van AI nog een stapje verder. Slimme technologie biedt op sleutelmomenten feiten aan zodat leerlingen ze beter kunnen

onthouden (adaptief leren en toetsen van kennis), speelt in op vragen om leerlingen verder te helpen (efficiënter wachten op de leraar) en begeleidt leerlingen bij het uitstippelen van een leerpad (persoonlijk leerpad in automatisering). Daarnaast verkennen we in ons generatieve AI-project wat leraren nodig hebben om generatieve AI goed in te zetten in hun onderwijs.

Verschillende typen data

In de co-creatieprojecten worden veel verschillende typen data gebruikt: contextuele data zoals spraak en video, maar ook gedragsdata zoals logdata en antwoorden van leerlingen. De interpretatie verbreedt zich naar aspecten die minder vaak voorkomen zoals technisch lezen en zelfregulatie, maar ook kennis van leerlingen komt vaak terug.

Een drietal projecten richt zich op de informerende functie van AI, de zeven anderen op verschillende handelende functies van AI. Er is altijd sprake van samenwerking tussen mens en AI; zowel tussen de leerling en AI als tussen de leraar en AI. Ook de grote onderwijsthema's weerklinken in onze co-creatieprojecten. Er is nadrukkelijk aandacht voor basisvaardigheden zoals lezen en schrijven, maar ook kansengelijkheid, inzicht en tijdswinst voor leraren en motivatie van leerlingen spelen een voorname rol.

Met de ontwikkeling van slimme technologie in de driehoek zetten we ons in om, vanuit het onderwijs, de inzet van AI ter ondersteuning van leerlingen en leraren een stapje verder te brengen.

Er is altijd sprake van samenwerking tussen mens en AI; zowel tussen de leerling en AI als tussen de leraar en AI.

Wat kunnen we?

Er wordt in Nederland al veel slimme technologie gebruikt in de klas. Het Nederlandse basis- en voortgezet onderwijs is hierin een voorloper ten opzichte van de rest van Europa. Het onderwijs heeft al keuzes gemaakt als het gaat om AI, door verschillende adaptieve leermiddelen die ontwikkeld zijn door het bedrijfsleven in te zetten in de klas. Ook werken scholen vaak mee aan onderzoek naar nieuwe slimme technologie die onderzoekers ontwikkelen. Onze co-creatiemanagers, teachers in residence en onderzoekers hebben in kaart gebracht wat we al kunnen door in gesprek te gaan met het bedrijfsleven en wetenschappers.

Veelgebruikte leermiddelen

Samen met het bedrijfsleven zijn tien veelgebruikte leermiddelen met slimme technologie in kaart gebracht aan de hand van de gedeelde taal. Dit zijn voornamelijk voorbeelden van adaptieve leermiddelen en intelligente tutor-systemen die gericht zijn op het aanpassen van materialen aan de behoeftes van leerlingen en het geven van meer inzicht aan leraren in het leren van hun leerlingen. De meeste oplossingen gebruiken de antwoorden van leerlingen als data, soms aangevuld met reactietijd. Alle slimme technologie interpreteert de kennis van de leerling op een leerdoel of specifieke feiten. Deze leermiddelen worden in het basis- en voortgezet onderwijs voornamelijk ingezet voor rekenen en taal.

Het Nederlandse basis- en voortgezet onderwijs is hierin een voorloper ten opzichte van de rest van Europa.

Vormen van adaptiviteit

De tien oplossingen combineren bijna allemaal een informerende en handelende functie van AI. De informerende functie geeft leraren inzicht in het leren van leerlingen in verschillende leraar-gerichte dashboards. De handelende functie is meestal een combinatie van directe feedback op het antwoord (stap-adaptiviteit) met de selectie van een passende nieuwe opgave (taak-adaptiviteit).

Bij vijf oplossingen is sprake van gedeelde automatisering, waarbij een slimme technologie beperkte taken, met name opgave selectie, overneemt van de leraar. In een aantal gevallen bepaalt de slimme technologie ook wanneer de leerling een leerdoel voldoende beheerst (curriculum-adaptiviteit). Het vaststellen van het moment waarop een leerling verder kan met het volgende leerdoel gebeurt meestal in afstemming met de leraar. In deze slimme technologie is sprake van conditionele automatisering.

Ontwikkelde kennis en toepassingen

Tenslotte is samen met wetenschappers in kaart gebracht welke kennis en toepassingen er in de wetenschap ontwikkeld worden. In deze oplossingen is de verbinding tussen de opvattingen over leren en lesgeven vaak nadrukkelijk aanwezig. Ook wordt er gewerkt aan slimme technologie die zich richt op aspecten van leren die momenteel minder aandacht krijgen in het bedrijfsleven, zoals het meten van metacognitie en emoties. Daarnaast staat de professionalisering van leraren met AI centraal.

Concluderend, we kunnen en doen al heel veel in het Nederlandse basis- en voortgezet onderwijs. Vanuit wat weten we en wat willen we werken we aan een verdieping en verbreding van de bestaande slimme technologie. NOLAI geeft een stem aan het onderwijs om vragen te stellen en deze om te zetten in de ontwikkeling van slimme technologie, die past bij de grote vraagstukken in ons onderwijs. Dit is een belangrijke stap richting weloverwogen beslissingen en verantwoord gebruik van AI in het basis-, voortgezet en speciaal onderwijs.

We zijn al goed op weg, en via de samenwerking tussen onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven gaan we nog vele mooie stappen zetten.

