

**Authors: Mirosław Brzozowy (WUT), Martyna Jakubowska (WUT),
Eszter Salamon (ESHA), Petra Van Haren (ESHA), Giovanni Pedè
(SINERGIE), Emanuele Bertolani (SINERGIE)**

based on the contributions provided by all partners

Version: 2.0

Status: final



Report

PR1

**State of the Art' analyse over STEAM
creatieve onderwijsbenaderingen en
initiatieven**

Addendum over AI-toepassingen

- 5 Definitie van Artificial Intelligence (AI)

- 5.1 AI begrijpen

Kunstmatige Intelligentie (KI) ofwel Artificial Intelligende (AI) verwijst naar de creatie van machines en systemen die taken kunnen uitvoeren waarvoor normaal gesproken menselijke intelligentie nodig is. Deze taken omvatten het herkennen van patronen, het verwerken van taal, het oplossen van problemen en het nemen van beslissingen. AI omvat meerdere deelgebieden, waaronder machinaal leren, verwerking van natuurlijke taal, robotica en computervisie. Op dit moment is AI geëvolueerd van eenvoudige automatisering en op regels gebaseerde systemen tot geavanceerde modellen die kunnen leren en zich kunnen aanpassen, waardoor output en inzichten worden gegenereerd uit grote datasets. De huidige AI kan autonoom een breed scala aan taken uitvoeren, variërend van het analyseren van gegevenstrends tot het genereren van mensachtige tekst, waardoor het een veelzijdig hulpmiddel is in verschillende sectoren, waaronder het onderwijs.

- 5.1.1 Belang van AI in het onderwijs

De relevantie van AI in het onderwijs, vooral in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), kan niet genoeg worden benadrukt. Naarmate AI-technologieën zich verder ontwikkelen, transformeert hun integratie in onderwijsomgevingen de manier waarop inhoud wordt aangeboden en begrepen. In het bèta/technisch onderwijs, waar abstracte concepten vaak visualisaties, stapsgewijze probleemoplossing en persoonlijke begeleiding vereisen, kan AI een cruciale rol spelen. Voor leerkrachten biedt AI hulpmiddelen om de lesplanning te verbeteren, de voortgang van leerlingen bij te houden en inhoud aan te passen aan individuele leerbehoeften. Door het potentieel en de ethische implicaties van AI te begrijpen, kunnen docenten deze hulpmiddelen beter gebruiken om de creativiteit, betrokkenheid en het begrip van leerlingen te vergroten.

- 5.2 Geschiedenis van AI

- 5.2.1 Vroege grondslagen

De notie van kunstmatige wezens en intelligente systemen is diep geworteld in de menselijke geschiedenis en cultuur, en duikt vaak op in literatuur, mythologie en filosofische werken. Verhalen als Mary Shelley's *Frankenstein* (1818) en Karel Čapek's toneelstuk *R.U.R.* (Rossum's Universal Robots, 1920) verkennen thema's als het creëren van kunstmatig leven, waarbij de morele en ethische implicaties van dergelijke pogingen in twijfel worden getrokken. Deze vroege werken benadrukken de jarenlange fascinatie van de mensheid voor het concept van het creëren van intelligente machines.

- 5.2.2 De geboorte van moderne AI

AI als wetenschappelijk vakgebied kreeg vorm in de jaren 1950. De Dartmouth Conferentie in 1956 wordt algemeen erkend als de geboorteplaats van AI, waar onderzoekers als John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester en Claude Shannon samenkwamen om de mogelijkheid te bespreken om machines te maken die menselijke intelligentie zouden kunnen simuleren. Het eerdere werk van Alan Turing, vooral zijn paper "Computing Machinery and Intelligence", legde de basis door de introductie van het concept van machines die kunnen "denken" en de Turing Test, een criterium voor het evalueren van het vermogen van een machine om intelligent gedrag te vertonen dat niet te onderscheiden is van dat van een mens.

- 5.2.3 Evolutie van AI-technologieën

Vanaf de jaren zestig heeft het AI-onderzoek verschillende fasen doorlopen, van symbolische AI die sterk leunde op regelgebaseerde systemen tot de boom van machinaal leren in de jaren tachtig en negentig. De beperkingen van eerdere AI-systemen, zoals hun starheid en onvermogen om op te schalen, leidden tot de ontwikkeling van machine learning, waarmee systemen kunnen leren van gegevens. De 21e eeuw zag de opkomst van deep learning, aangedreven door toegenomen rekenkracht en grote datasets. Moderne AI-systemen zoals GPT-4 kunnen nu op mensen lijkende tekst genereren, afbeeldingen herkennen en zelfs artistieke werken creëren, wat een sprong voorwaarts is in zowel mogelijkheden als toepassingen.

■ 5.2.4 AI in het onderwijs: Een historisch perspectief

De introductie van AI in het onderwijs begon met vroege experimenten met intelligente mentorsystemen (ITS) in de jaren 1980 en 1990. Deze systemen waren gericht op gepersonaliseerde instructie, die zich aanpaste aan het tempo en het kennisniveau van de leerling. Hoewel de vroege ITS beperkt van omvang waren, legden ze de basis voor de bredere toepassingen van AI in het onderwijs van vandaag. Naarmate AI volwassen werd, werd de rol ervan uitgebreid met het genereren van inhoud, beoordeling, adaptief leren en het vergroten van de betrokkenheid van leerlingen door middel van verhalen vertellen en creatief schrijven. Door bèta/technische concepten in te bedden in verhalen en interactieve simulaties ondersteunt AI effectievere onderwijsstrategieën die zijn afgestemd op uiteenlopende leerbehoeften.

○ 5.3. Voor- en nadelen van AI in leren en lesgeven

■ 5.3.1 Voordelen van AI in het onderwijs

● 5.3.1.1 Gepersonaliseerde leerervaringen

Een van de meest prominente voordelen van AI in het onderwijs is de mogelijkheid om gepersonaliseerde leerervaringen te leveren. AI-algoritmen kunnen gegevens van individuele leerlingen analyseren, variërend van prestatiemetingen tot mate van betrokkenheid, en de inhoud van de lessen hierop aanpassen. In bèta/technische vakken, waar leerlingen vaak met verschillende uitdagingen worden geconfronteerd op basis van hun voorkennis en leerstijlen, is deze personalisering cruciaal. AI-gestuurde platforms zoals adaptieve leersystemen kunnen bijvoorbeeld een wiskundeprobleem op verschillende manieren presenteren op basis van het begrip van de leerling, zodat de inhoud niet te makkelijk of te uitdagend is.

● 5.3.1.2 Directe feedback en ondersteuning

Een ander belangrijk voordeel is het geven van directe feedback. AI-systemen kunnen de antwoorden van leerlingen en studenten in realtime analyseren, fouten identificeren en corrigerende begeleiding bieden. Schrijfprogramma's met AI kunnen studenten bijvoorbeeld helpen om hun wetenschappelijke schrijfvaardigheid te verbeteren door redactionele suggesties te doen, de duidelijkheid te verbeteren en de structuur te verfijnen. Deze directe feedback helpt studenten van hun fouten te leren en moedigt voortdurende verbetering aan. In het bèta/technisch onderwijs, waar tijdige feedback

essentieel is voor het beheersen van complexe concepten, biedt AI een belangrijk voordeel.

- *5.3.1.3 Efficiëntere leerkrachten*

AI-systemen kunnen routinematige administratieve taken afhandelen, zoals het beoordelen van opdrachten en het bijhouden van de voortgang van leerlingen, die traditioneel veel tijd van leerkrachten in beslag nemen. Door deze processen te automatiseren, kunnen leerkrachten zich richten op creatievere en leukere aspecten van het onderwijs, zoals het opstellen van gepersonaliseerde lesplannen, het stimuleren van klassikale discussies en het begeleiden van praktische activiteiten. AI-tools kunnen bijvoorbeeld automatisch het werk van leerlingen beoordelen op basis van vooraf gedefinieerde rubrics, zodat leraren zich kunnen richten op het geven van diepere, kwalitatieve feedback waar dat het meest belangrijk is.

- *5.3.1.4 Gegevensgestuurde besluitvorming*

Het vermogen van AI om enorme datasets te analyseren stelt docenten in staat om datagestuurde beslissingen te nemen die de kwaliteit van het onderwijs verbeteren. Door patronen in het gedrag, de leerresultaten en de betrokkenheid van leerlingen te analyseren, kunnen AI-systemen hiaten in de kennis identificeren of gebieden waarop een bepaalde onderwijsmethode tekortschiet. Een AI-systeem kan bijvoorbeeld toetscores en gegevens over interactie in de klas analyseren om aanpassingen in het curriculum aan te bevelen, zoals het opnieuw benadrukken van bepaalde concepten of het introduceren van alternatief lesmateriaal.

- **5.3.2 Nadelen van AI in het onderwijs**

- *5.3.2.1 Vooringenomenheid en ethische bezwaren*

Een belangrijk punt van zorg rond AI is de mogelijke vooringenomenheid. AI-systemen zijn net zo onbevooroordeeld als de gegevens waarop ze getraind zijn en als de trainingsgegevens bestaande maatschappelijke vooroordelen weerspiegelen, zullen de resultaten van de AI deze vooroordelen waarschijnlijk bestendigen. Dit kan zich manifesteren in onderwijscontexten door oneerlijke beoordelingspraktijken, bevooroordeelde aanbevelingen of uitsluitende inhoud. Als een AI-gebaseerd leerplatform bijvoorbeeld wordt getraind op datasets met voornamelijk voorbeelden

van een specifieke culturele achtergrond, dan kan het zijn dat studenten met een andere achtergrond de inhoud minder relevant vinden of er moeilijker mee overweg kunnen.

- *5.3.2.2 Privacy en gegevensbeveiliging*

AI-systemen zijn sterk afhankelijk van gegevens, waarvan een groot deel gevoelig is, zoals leerlingprestaties, leervoorkeuren en gedragsinzichten. Dit brengt aanzienlijke privacy- en veiligheidsproblemen met zich mee. Als deze gegevens niet goed worden beheerd, kunnen ze worden misbruikt, wat kan leiden tot inbreuken op de privacy van studenten. Onderwijsinstellingen moeten strenge protocollen voor gegevensbescherming implementeren om ervoor te zorgen dat AI-toepassingen veilig zijn en voldoen aan ethische normen.

- *5.3.2.3 Gebrek aan menselijke interactie*

Hoewel AI het leren kan verbeteren, kan het niet de menselijke elementen vervangen die integraal zijn aan effectief onderwijs, zoals empathie, mentorschap en emotionele ondersteuning. Een potentiële valkuil van te veel vertrouwen op AI is de depersonalisatie van leren. Onderwijs gaat niet alleen over het overbrengen van informatie; het gaat ook over het koesteren van relaties, het bevorderen van samenwerking en het opbouwen van sociale vaardigheden. Te veel vertrouwen op AI kan leiden tot een leeromgeving die efficiënt is, maar de diepgang en warmte van menselijke interactie mist.

- *5.3.2.4 Verplaatsing van werkgelegenheid*

Nu AI steeds capabeler wordt, is er bezorgdheid over de impact ervan op banen in de onderwijssector. Hoewel AI administratieve taken kan afhandelen en gepersonaliseerd leren kan ondersteunen, bestaat de angst dat het zou kunnen leiden tot een vermindering van het aantal onderwijsfuncties. De realiteit is echter genuanceerder. AI zal de rol van leerkrachten waarschijnlijk eerder veranderen dan elimineren. Leerkrachten zullen zich steeds meer moeten richten op taken van een hogere orde, zoals mentorschap, coaching en het stimuleren van kritisch denken, als aanvulling op de rol van AI bij het beheren van gegevensgestuurde en repetitieve taken.

- 5.4. Praktische toepassingen van AI bij het onderwijzen van bèta/techniek via verhalen vertellen

- 5.4.1 Intelligente mentorsystemen (ITS)

Intelligent Tutoring Systems (ITS) zijn AI-gebaseerde platforms die zijn ontworpen om gepersonaliseerde instructie te geven, waarbij vaak gebruik wordt gemaakt van verhaalelementen om de betrokkenheid te vergroten. Een ITS voor natuurkundeonderwijs kan bijvoorbeeld een verhaallijn bevatten waarin de leerling een detective is die een mysterie oplost met behulp van principes als kracht, beweging en energiebehoud. Terwijl leerlingen door de verhaallijn navigeren, past de AI vragen en uitdagingen aan op basis van hun vaardigheid, waarbij het verhaal en de moeilijkheidsgraad dynamisch worden aangepast voor een leerervaring op maat.

- 5.4.2 AI-gegenereerde inhoud en verhalen

AI kan verhalen en scenario's genereren die bèta/technische concepten in boeiende verhalen verweven. Een AI zou bijvoorbeeld een fictief verhaal kunnen maken over een ingenieur die een duurzame stad ontwerpt, met daarin realistische concepten op het gebied van civiele techniek, milieuwetenschappen en stadsplanning. Leerlingen kunnen interactie aangaan met het verhaal door beslissingen te nemen die de uitkomst beïnvloeden, waardoor ze op een contextuele en boeiende manier bèta/technische principes kunnen verkennen. Dit versterkt niet alleen het leren, maar stimuleert ook creativiteit en kritisch denken.

- 5.4.3 Interactieve visualisaties en simulaties

In het bèta/technisch onderwijs wordt het begrijpen van complexe systemen en processen vaak vergemakkelijkt door visuele voorstellingen. AI kan interactieve simulaties genereren waarbij leerlingen kunnen experimenteren met variabelen en de resultaten in realtime kunnen bekijken. In een door AI aangestuurd virtueel lab kunnen leerlingen bijvoorbeeld chemische reacties onderzoeken door concentraties, temperaturen en andere factoren aan te passen en de effecten onmiddellijk te observeren. Deze simulaties kunnen worden verteld met door AI gegenereerde verhalen, waardoor leerlingen in de rol kruipen van een laboratoriumwetenschapper of ingenieur die aan echte problemen werkt.

■ 5.4.4 Persoonlijke schrijfhulp

AI-hulpmiddelen kunnen studenten helpen bij het verbeteren van hun technische schrijfvaardigheid, met name op het gebied van wetenschappelijke verslaglegging en documentatie. Een leerling die bijvoorbeeld werkt aan een labrapport kan AI-gegenereerde feedback krijgen over de helderheid, structuur en nauwkeurigheid van zijn uitleg. De AI kan secties markeren die niet coherent zijn of betere manieren voorstellen om gegevens te presenteren, waardoor het vermogen van de leerling om wetenschappelijke concepten effectief over te brengen wordt verbeterd.

■ 5.4.5 Platforms voor het samen vertellen van verhalen

AI kan initiatieven voor het samen vertellen van verhalen ondersteunen waarbij bèta/technische principes worden geïntegreerd in creatieve verhalen. Zo kunnen platforms die AI combineren met tools voor gezamenlijk schrijven leerlingen in staat stellen verhalen met wetenschappelijke thema's samen te schrijven. Een groep studenten kan een sciencefictionverhaal maken over de implicaties van ruimteverkenning, waarbij AI plotpunten voorstelt op basis van wetenschappelijke nauwkeurigheid en logische samenhang. Dergelijke activiteiten moedigen teamwerk, onderzoek en creativiteit aan, waardoor bèta/technisch leren holistischer wordt.

■ 5.4.6 AI-geoptimaliseerde beoordelingsinstrumenten

AI-systemen kunnen het beoordelingsproces stroomlijnen door opdrachten automatisch te beoordelen en gedetailleerde feedback te geven. AI kan bijvoorbeeld essays of projectverslagen niet alleen analyseren op grammaticale correctheid, maar ook op wetenschappelijke nauwkeurigheid en logische argumentatie. Hierdoor kunnen docenten zich richten op het begeleiden van studenten bij complexere concepten, in plaats van te verzanden in repetitieve beoordelingstaken. AI kan ook adaptieve beoordelingen bieden, waarbij de moeilijkheidsgraad van vragen in realtime wordt aangepast op basis van de antwoorden van studenten, zodat beoordelingen zowel uitdagend als eerlijk zijn.

■ 5.4.7 Gamificatie van bèta/technisch leren

Gamificatie houdt in dat leeractiviteiten worden omgezet in game-achtige ervaringen, waarbij leerlingen punten verdienen, levels ontgrendelen en meedoen aan uitdagingen. AI kan worden geïntegreerd in deze systemen om het leerproces adaptiever en

responsiever te maken. In een game gericht op milieuwetenschappen zou AI bijvoorbeeld dynamische scenario's kunnen genereren waarin leerlingen economische groei in evenwicht moeten brengen met ecologische duurzaamheid. De AI zou de moeilijkheidsgraad en complexiteit kunnen aanpassen op basis van de prestaties van de leerling, waardoor een boeiende en leerzame ervaring ontstaat die met de leerling meegroeit.

■ 5.4.8 Verhalen vertellen als pedagogisch hulpmiddel

Verhalen vertellen is een krachtig middel om bèta/technische onderwerpen begrijpelijk en toegankelijk te maken. AI kan leerkrachten helpen om boeiende verhalen te maken die abstracte concepten koppelen aan toepassingen in de echte wereld. Een verhaal over de geschiedenis van elektriciteit kan bijvoorbeeld een jonge uitvinder volgen die leert over schakelingen en energieprincipes, waarbij AI aanpassingen voorstelt om het verhaal educatief relevanter te maken. Deze verhalen kunnen interactief zijn, zodat leerlingen beslissingen kunnen nemen die het verhaal beïnvloeden, waardoor de leerdoelen worden versterkt en de betrokkenheid behouden blijft.

○ 5.5. Ethische overwegingen en toekomstige richtingen

Naarmate AI meer geïntegreerd wordt in het onderwijs, worden ethische overwegingen met betrekking tot de implementatie ervan steeds belangrijker. Kwesties als vooroordelen, privacy en de digitale kloof moeten worden aangepakt om ervoor te zorgen dat AI alle leerlingen gelijkelijk ten goede komt. Naarmate AI zich verder ontwikkelt, moeten leraren en ontwikkelaars bovendien samenwerken om systemen te ontwikkelen die transparant en eerlijk zijn en aansluiten bij onderwijswaarden.

In de toekomst zal de rol van AI in bèta/technisch onderwijs waarschijnlijk toenemen. Toekomstige AI-systemen kunnen nog geavanceerdere verhaalervaringen bieden, virtual reality-elementen bevatten en naadlozer integreren met traditionele onderwijspraktijken. De sleutel is het vinden van een balans tussen technologische innovatie en pedagogische doelen, zodat AI de menselijke aspecten van het onderwijs versterkt in plaats van overschaduwde.