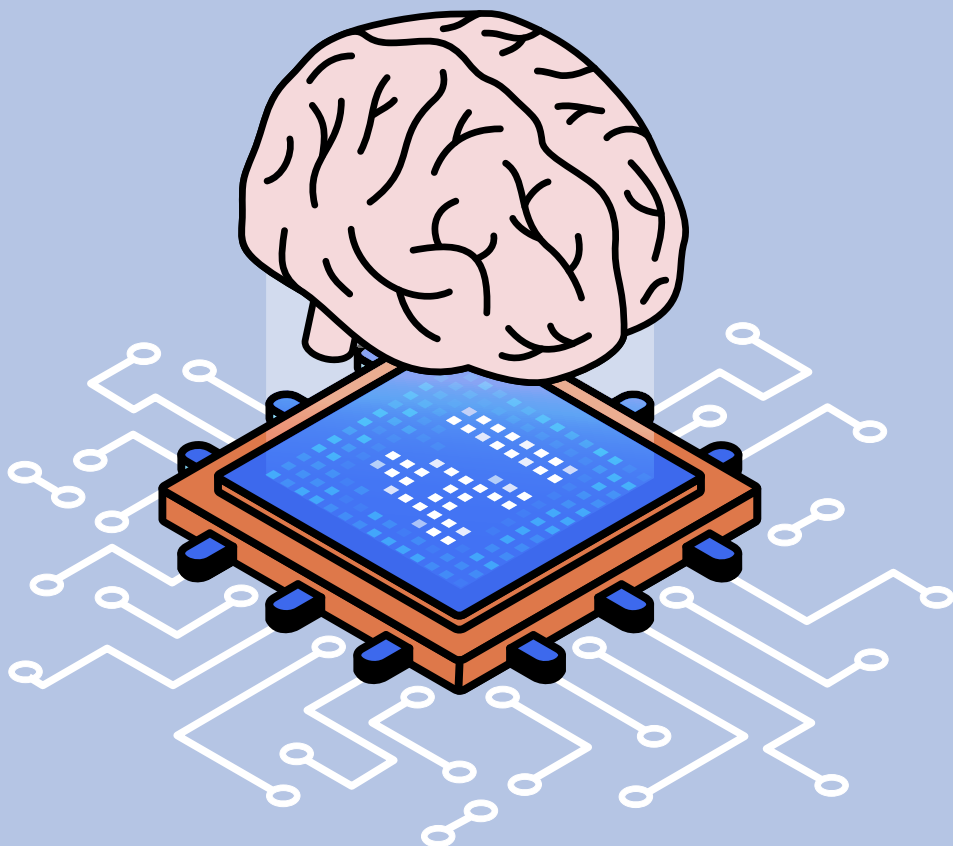




AI-GO!

Een Raamwerk voor AI-Geletterdheid
in het Onderwijs (AI-GO Raamwerk)

AI-GO!

Een Raamwerk voor AI-Geletterdheid in het Onderwijs
(AI-GO Raamwerk)

Npuls Project “AI- en data geletterdheid”

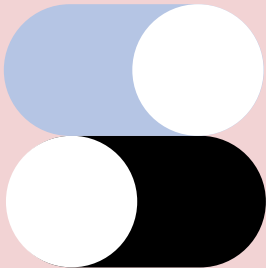
Werkgroep Literatuurstudie: Elske van den Boom – Muilenburg,
Ilona Friso – van den Bos, Maarten Renkema, Kim Schildkamp,
Hanneke Theelen, Iwan Wopereis

Werkgroep Praktijkvoorbeelden: Mijke van As, Quinta Dijk,
Marie-Louise Goudeau, Anouk Hölzken, Erdinç Sağan,
Janice Thompson, Pim van Zomeren

juni 2025, versie: 1



Op deze uitgave is de Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal van toepassing. Maak bij gebruik van dit werk vermelding van de volgende referentie: Renkema, M., Van den Boom-Muilenburg, E., Friso-van den Bos, I., Theelen, H., Wopereis, I., & Schildkamp, K., (2025). *AI-GO! Een Raamwerk voor AI-Geletterdheid in het Onderwijs* (AI-GO Raamwerk). Utrecht: Npuls AI- en Data geletterdheid.



Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
Aanleiding	5
Onderzoeksopzet	6
Leeswijzer	8
2. Het AI-Geletterdheid Onderwijs (AI-GO) Raamwerk	9
Kennis	12
Vaardigheden	15
Attituden	19
Ethiek	21
De pedagogische en didactische dimensie van AI-geletterdheid	24
Beïnvloedende factoren	27
3. Conclusie en discussie	31
Referenties	37

1. Inleiding

Aanleiding

De snelle ontwikkelingen op het gebied van artificiële intelligentie (AI) hebben belangrijke implicaties voor het onderwijs (Crompton & Burke, 2023; Zawacki-Richter et al., 2019). AI-applicaties vinden steeds vaker hun weg naar het klaslokaal. Docenten gebruiken AI bijvoorbeeld om lesmaterialen te ontwikkelen en studenten om feedback te krijgen (Chow et al., 2022). Docenten en studenten krijgen dus steeds meer met AI te maken in hun dagelijkse werk. Deze toenemende rol van AI verandert in grote mate hoe studenten en docenten hun taken uitvoeren. Dat vereist grote aanpassingen van bestaande onderwijspraktijken. Het vraagt bovendien van studenten en docenten om nieuwe kennis en vaardigheden over AI op te doen, wat ook wel AI-geletterdheid of *AI literacy* wordt genoemd (Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021). Dit wordt ook erkend door de Nederlandse overheid¹ en UNESCO².

Wat is artificiële intelligentie (AI)?

AI wordt op verschillende manieren omschreven. Dit rapport hanteert de definitie uit de *AI Verordening* (AI Act) van de Europese Unie. Daarin wordt AI gedefinieerd als: “...een op een machine gebaseerd systeem dat is ontworpen om met verschillende niveaus van autonomie te werken en dat na het inzetten ervan aanpassingsvermogen kan vertonen, en dat, voor expliciete of impliciete doelstellingen, uit de ontvangen input afleidt hoe output te genereren zoals voorspellingen, inhoud, aanbevelingen of beslissingen die van invloed kunnen zijn op fysieke of virtuele omgevingen.”

AI staat voor een brede set technologieën waarmee een computer taken uitvoert waarvoor normaal gesproken menselijk denkvermogen nodig is (Tambe et al., 2019). Het is een paraplueterm voor systemen die patronen in data destilleren en zo specifieke doelen behalen (Kaplan & Haenlein, 2019), zoals het voorspellen van uitval van studenten en het geven van gepersonaliseerde feedback (Zawacki-Richter et al., 2019). AI omvat verschillende technieken, zoals *machine learning*, *deep learning* en *neural networks*, die ieder verwijzen naar een onderscheidbare methode voor patroonherkenning en

¹ rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/01/01/overheidsbrede-visie-generatieve-ai

² unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students

voorspellingen (Russell & Norvig, 2022). Een specifieke vorm van AI is generatieve AI (*GenAI*), wat verwijst naar computertechnieken die op basis van trainingsgegevens schijnbaar nieuwe, ‘betekenisvolle’ inhoud genereren zoals tekst, afbeeldingen of audio (Feuerriegel et al., 2024). Grote taalmodellen (*LLMs: Large Language Models*) zijn een veelgebruikte soort GenAI; deze worden gebruikt om nieuwe teksten te creëren, zoals het maken van lesplannen, tentamenvragen en het schrijven van teksten (Kasneci et al., 2023). Bekende voorbeelden zijn ChatGPT en Copilot. In dit rapport hanteren we de bovenstaande brede definitie van AI, die ook GenAI omvat, maar zich daar niet toe beperkt.

Hoewel AI-geletterdheid van groot belang is voor het AI-gebruik door docenten en studenten, is er een gebrek aan inzicht wat AI-geletterdheid precies inhoudt. Het gaat in ieder geval verder dan alleen weten wat AI is en kan. Maar wat de term dan precies inhoudt is onduidelijk, mede omdat er veel verschillende definities zijn. Daarnaast zijn er de afgelopen jaren verschillende raamwerken over AI-geletterdheid ontwikkeld. Deze zijn informatief en hebben geholpen belangrijke stappen te zetten op het gebied van AI-geletterdheid. Tegelijkertijd hebben ze een aantal nadelen: ze zijn soms onvoldoende gebaseerd op actuele literatuur en recent onderzoek. Bovendien zijn ze vaak niet of onvoldoende gericht op het onderwijs. Dit is niet verwonderlijk, want met de snelle opkomst van met name GenAI ontstond er een grote behoefte aan én urgentie om (onderwijs)professionals met raamwerken houvast te bieden. Nu is echter de tijd aangebroken voor een meer diepgaand en *evidence-informed* raamwerk dat bruikbaar is voor het onderwijs. Dit is ook urgenter dan voorheen omdat organisaties vanuit de AI Act worden verplicht om de AI-geletterdheid van hun personeel te bevorderen.

Met het Npuls-project AI-geletterdheid willen wij AI-geletterdheid voor het onderwijs inzichtelijk maken. Daarom presenteren wij in deze publicatie ons “AI-Geletterdheid in het Onderwijs Raamwerk” (AI-GO), zowel voor docenten als studenten. Daarnaast beschrijven we met praktijkvoorbeelden hoe onderwijsinstellingen op mbo, hbo- en wo-niveau AI-geletterdheid aanpakken (zie “In de praktijk”).

Onderzoeksopzet

Voor een goed overzicht van AI-geletterdheid, hebben we een zogenaamde *umbrella review* uitgevoerd: een overzichtsstudie waarin we bestaande systematische reviews over AI-geletterdheid samen hebben gebracht en geanalyseerd (Paré et al., 2015). Zo hebben we inzichten uit eerder onderzoek gebundeld, zonder zelf nieuwe data te verzamelen. We kozen er bewust voor om naast onderwijsonderzoek ook studies uit andere sectoren mee te nemen, zoals de

medische sector. AI-geletterdheid is namelijk niet alleen relevant voor docenten en studenten, maar voor iedereen die in de samenleving functioneert en met AI-toepassingen te maken krijgt. Deze brede benadering leverde een rijker en veelzijdiger beeld op van hoe AI-geletterdheid wordt gemeten, ontwikkeld en ondersteund in verschillende contexten.

We doorzochten drie grote wetenschappelijke databanken (ERIC, Scopus en Web of Science) met een combinatie van zoektermen gericht op AI, AI-geletterdheid en overzichtsstudies. De zoekperiode liep van 2016 tot en met 2024, omdat vanaf 2016 het aantal publicaties over AI exponentieel is gegroeid. In totaal vonden we 1792 publicaties. Met de slimme selectietool ASReview (Van de Schoot et al., 2021) en een zorgvuldige beoordeling door meerdere onderzoekers selecteerden we uiteindelijk 31 kwalitatief hoogwaardige overzichtsstudies (cf. Joanna Briggs Institute, 2017). Deze overzichtsstudies zijn met een asterisk (*) opgenomen in de literatuurlijst van deze publicatie. Op basis van deze studies analyseerden we hoe AI-geletterdheid wordt gedefinieerd, welke elementen daaronder vallen (zoals kennis, vaardigheden en attitude), en welke factoren de ontwikkeling ervan bevorderen of juist belemmeren. Een volledige en gedetailleerde beschrijving van deze umbrella review is te vinden in ons wetenschappelijk artikel (Renkema et al., in voorbereiding).

Om onze bevindingen uit de literatuur te verbinden aan de praktijk, vergeleken we deze met drie bestaande initiatieven van onderwijs- en kennisinstellingen die zich richten op het bevorderen van AI-geletterdheid (zie Tabel 1). De initiatieven variëren in doelgroep en opzet en bieden waardevolle inzichten in hoe AI-geletterdheid momenteel in de praktijk wordt toegepast. Door deze vergelijking werd duidelijk hoe praktijkinitiatieven de indicatoren en factoren uit de literatuur vertalen naar concrete toepassingen.

Naam initiatief	Instelling
Visuele hulpkaarten	Curio
Toolkit AI-bestendig toetsen	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN)
E-learningmodule Generative AI in Education	Universiteit Twente (UT)

Tabel 1. Initiatieven gericht op het stimuleren van AI-geletterdheid in deze publicatie

Tot slot hebben we met de World Café methode eerste bevindingen uit de umbrella review getoetst aan de ervaring van de onderwijsprofessional (Schiele et al., 2022). Dit is een gestructureerde gesprekstechniek waarbij kleine groepen deelnemers reflecteren op een onderwerp vanuit verschillende invalshoeken. We hebben zes World Cafés uitgevoerd, waaraan verschillende studenten en onderwijsprofessionals uit het mbo, hbo en wo hebben meegedaan.

De inzichten uit de World Cafés³ hebben we verwerkt in de resultaten van dit raamwerk en vermeld in de conclusie en discussie.

Leeswijzer

In deze publicatie presenteren we een raamwerk voor AI-geletterdheid, gebaseerd op een synthese van bestaande reviewstudies. We beginnen met een definitie van AI-geletterdheid, waarin we het begrip positioneren als een samenspel van kennis, vaardigheden en attituden, met ethisch bewustzijn als basis. Daarna lichten we het raamwerk toe en bespreken de vier centrale componenten. Binnen elk component onderscheiden we clusters en bijbehorende indicatoren. De indicatoren met een delta (Δ) zijn ook door deelnemers van de World Cafés genoemd. Voor elke component bespreken we met hulp van bestaande praktijkvoorbeelden hoe de component gestimuleerd kan worden in de praktijk. Ook gaan we in op de pedagogische kant van AI-geletterdheid. Vervolgens bespreken we welke factoren invloed hebben op drie niveaus: het individu, de organisatie en het beleidsniveau. Deze factoren kunnen AI-geletterdheid bevorderen of juist belemmeren. We sluiten af met een discussie van onze bevindingen, de implicaties daarvan en geven een conclusie.

³ Op basis van een eerste analyse van de data.

2. Het AI-Geletterdheid in het Onderwijs (AI-GO) Raamwerk

Het AI-Geletterdheid in het Onderwijs (AI-GO) Raamwerk beschrijft wat AI-geletterdheid in het onderwijs inhoudt. Het raamwerk bestaat uit vier componenten: Kennis over AI, Vaardigheden met AI, Attituden over AI, en Ethiek met AI. Elke component bestaat uit een aantal clusters en bijbehorende indicatoren⁴. Daarnaast omvat het raamwerk een pedagogische dimensie (zie schuingedrukte termen in het raamwerk) en factoren die invloed hebben op AI-geletterdheid (Beïnvloedende Factoren, zie ringen met Individu, Team, Organisatie en Beleid in het raamwerk). Zoals de onderstaande figuur weergeeft zijn de vier componenten met elkaar verbonden (zie Figuur 1).

Hoe wordt AI-geletterdheid gedefinieerd?

AI-geletterdheid definiëren is niet eenvoudig. Uit onze literatuurstudie bleek zelfs dat sommige auteurs geen definitie van het begrip geven. Auteurs die dat wel deden, gebruikten uiteenlopende (combinaties van) definities. We zagen dat twee definities het meest gebruikt werden. Ten eerste is dat de definitie van Ng en collega's (2021),

die AI-geletterdheid omschrijven als *“het kennen en begrijpen van AI, het gebruiken en toepassen van AI, het evalueren en creëren van AI, en de ethiek van AI.”* Ten tweede wordt de definitie van Long en Magerko (2020) veel gebruikt, die AI-geletterdheid ziet als *“de competenties die nodig zijn om AI-technologieën kritisch te evalueren, effectief te communiceren en samen te werken met AI, en AI als hulpmiddel te gebruiken in het dagelijks leven en op het werk”*.

Toch lijken deze definities onvoldoende aan te sluiten bij de bevindingen uit onze literatuurstudie. Beide definities positioneren AI-geletterdheid als een optelsom van verschillende componenten, terwijl onze literatuurstudie laat zien dat het om de interactie daartussen gaat. Ook is het belang van ethisch bewustzijn cruciaal, maar het krijgt

⁴ De dikgedrukte termen in Figuur 1 vormen de clusters. De indicatoren staan niet in het figuur maar worden in onderstaande tekst per cluster beschreven.

in de bestaande definities slechts beperkte aandacht. Op basis van de literatuurstudie hebben we daarom de volgende definitie van AI-geletterdheid opgesteld:

“AI-geletterdheid verwijst naar het samenspel van kennis, vaardigheden en attituden, waarbij ethisch bewustzijn de basis vormt voor het kritisch, verantwoordelijk en effectief omgaan met AI-systemen.”

AI-geletterdheid omvat daarmee:

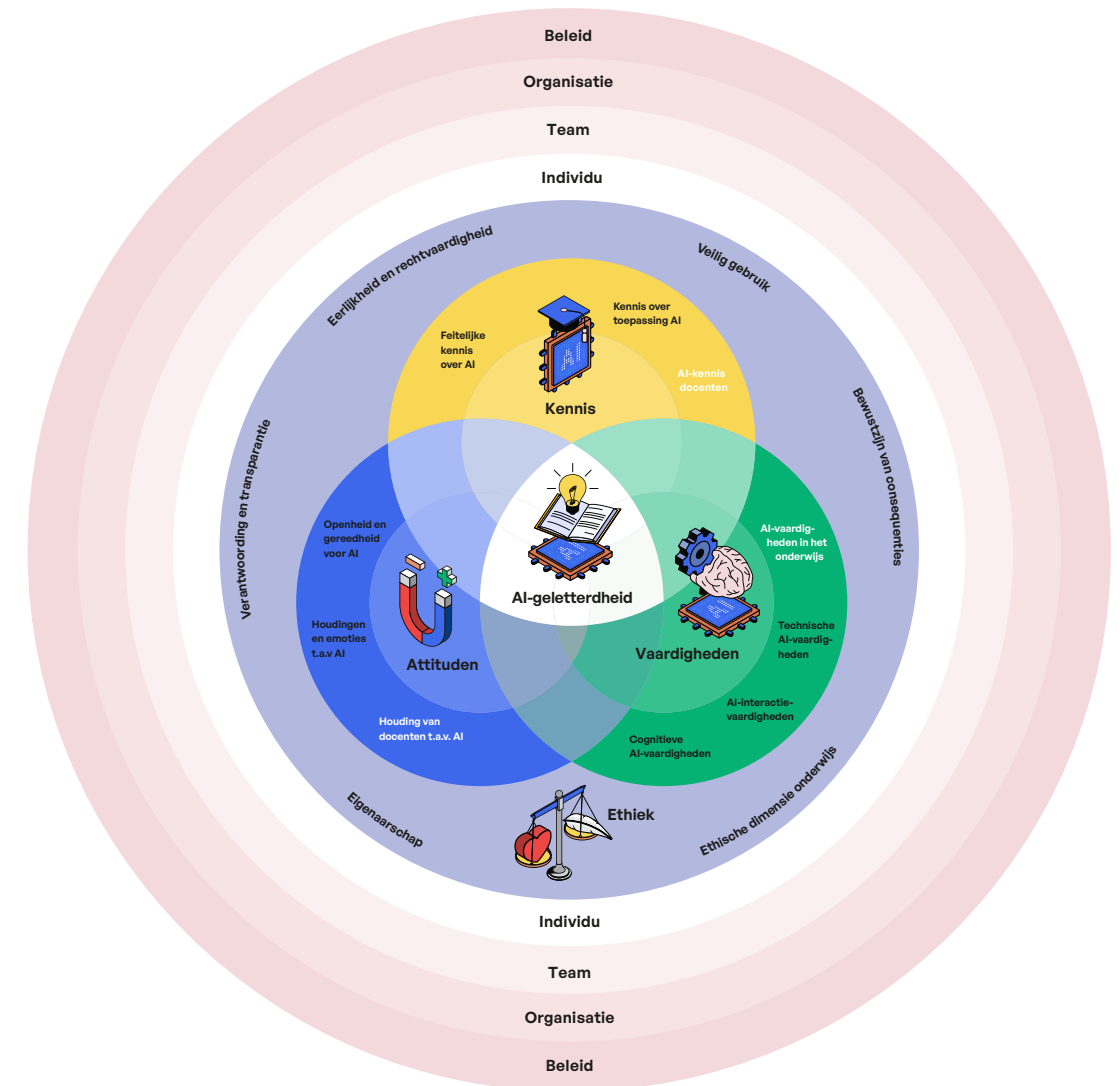
- het begrijpen van fundamentele AI-concepten, toepassingen en hun maatschappelijke implicaties;
- het toepassen van AI-gerelateerde vaardigheden om problemen op te lossen of samen te werken met AI-technologieën;
- het ontwikkelen van een reflectieve houding ten opzichte van de rol van AI in de samenleving, inclusief de eigen opvattingen en aannames;
- het erkennen van ethiek als onderliggend principe bij het ontwerpen, gebruiken en beoordelen van AI-toepassingen.

Het gebruik van het woord samenspel benadrukt dat AI-geletterdheid niet bestaat uit losstaande componenten (zoals kennis, vaardigheden of attituden), maar uit de dynamische interactie daartussen. Het gaat erom hoe deze componenten in samenhang worden ingezet in het omgaan met en gebruik van AI. In de onderwijspraktijk betekent dit dat een docent niet alleen moet weten wat AI is of hoe het werkt, maar ook hoe die kritisch en pedagogisch verantwoord AI inzet in de omgang met studenten en collega's.

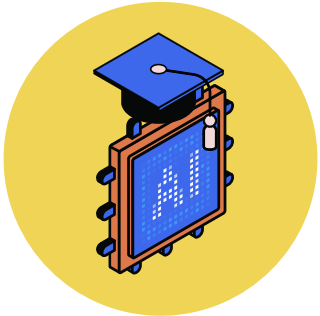
Daarnaast komt in veel van de onderzochte literatuur naar voren dat ethiek niet maar één onderdeel is van AI-geletterdheid, maar eerder het fundament vormt waarop alle andere componenten rusten. Ethisch bewustzijn houdt in dat onderwijsprofessionals zich voortdurend bewust zijn van de morele, maatschappelijke en persoonlijke implicaties van AI-systemen. Ethiek vormt de leidraad bij les-ontwikkeling, andere onderwijsactiviteiten, de selectie van AI-toepassingen en begeleiding van studenten en AI. Als we ethiek als basis van AI-geletterdheid zien, dan gaat het om techniek, kennis én pedagogische en maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Het is belangrijk om op te merken dat het AI-GO Raamwerk niet gelaagd is, met andere woorden: het maakt geen onderscheid tussen basis- en gevorderde AI-geletterdheid. Wel geldt: hoe meer indicatoren iemand beheerst, hoe hoger de mate van AI-geletterdheid wordt ingeschat. Bovendien zijn sommige indicatoren belangrijk voor iedereen, terwijl andere juist

afhangen van de context. Zo betekent basiskennis over AI voor een ICT-student bijvoorbeeld dat die algoritmen kan analyseren of zelf programmeren. Voor een psychologiestudent draait het eerder om inzicht in de invloed van AI op menselijk gedrag en ethische vraagstukken. Dit laat zien dat AI-geletterdheid geen vaste standaard is, maar afhankelijk is van het vakgebied waarin iemand werkt of studeert.



Figuur 1. Het AI-Geletterdheid Onderwijs (AI-GO) Raamwerk



Kennis

De eerste component van het raamwerk AI-geletterdheid in het onderwijs is Kennis over AI. AI-geletterd zijn houdt in dat personen kennis hebben: feitelijke kennis van wat AI wel en niet is en kennis over de toepassing van AI.

Feitelijke kennis over AI

Het eerste kenniscluster draait om feitelijke kennis over AI. De kennis die binnen dit cluster valt betreft algemene kennis over AI die geen betrekking heeft op specifieke contexten. In onderstaande tabel zijn de indicatoren benoemd en omschreven.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kennis over de basisprincipes van AI Δ	Wat AI is, welke basisconcepten en technieken worden gebruikt, welke soorten data geschikt zijn voor AI (zoals sensorgegevens en beelden) en wat AI wel en niet kan.
Kennis over data, algoritmen en statistiek Δ	Hoe de data, algoritmen en statistische methoden die in AI worden toegepast. Belangrijke begrippen zijn onder andere: <i>data science</i> en <i>machine learning</i> technieken, <i>natural language processing</i> , voorspellende analyses, <i>supervised</i> en <i>unsupervised learning</i> , probabilistisch redeneren, patroonherkenning, classificatiemodellen, neurale netwerken, datastructuren en propositielogica.
Kennis over programmeren en ontwikkelen van AI Δ	Hoe AI-toepassingen worden ontwikkeld, geprogrammeerd en gebouwd.

Kennis over toepassing van AI

Het tweede kenniscluster gaat over kennis van hoe AI toegepast kan worden binnen het eigen werk- of leefdomein. Belangrijk hierbij is dat het niet gaat om kennis van specifieke software, maar om overstijgende kennis.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kennis over hoe men AI in een specifiek domein/veld gebruikt Δ	Hoe AI in de eigen (werk)context toegepast kan worden.
Kennis over de rol van AI in interactie met mensen Δ	Hoe de mens-AI interactie werkt, inclusief het kunnen begrijpen, rechtvaardigen en evalueren van de output van AI binnen de eigen context.
Kennis over de sterktes en zwaktes van AI Δ	De sterkte en zwakte punten van AI, bijvoorbeeld beperkingen zoals de fouten en bias in AI.
Kennis over hoe men domein specifieke kennis kan integreren met AI	Het effectief integreren van de eigen domein-specifieke kennis met AI-output.
Kennis over hoe men interdisciplinair kan werken in de context van AI	Weten hoe en waarom samenwerking tussen verschillende vakgebieden belangrijk is, bijvoorbeeld tussen eigen expertise en gebieden als informatica en computer engineering, omdat AI vakgrenzen overstijgt.

In de praktijk

Om AI-geletterdheid te versterken, is een goede kennisbasis essentieel. Maar hoe kunnen docenten en studenten hun AI-kennis in de praktijk versterken? Verschillende onderwijsinstellingen ondersteunen hen met toegankelijke en praktische middelen.

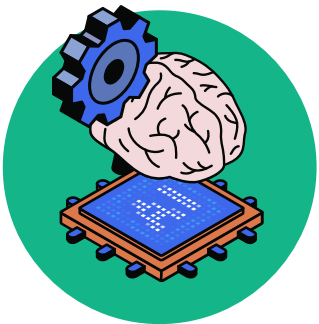
Zo ontwikkelde Curio visuele hulpkaarten⁵ die docenten helpen de basisprincipes van AI te begrijpen en inzicht te krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van AI-toepassingen.

⁵ De hulpkaarten maken onderdeel uit van een reeks initiatieven gericht op het stimuleren van AI-geletterdheid, zoals microlearnings en workshops.

De Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) biedt onderwijsprofessionals de toolkit ‘AI-bestendig toetsen’, waarmee ze leren hoe AI toetsvormen beïnvloedt en welke voor- en nadelen het gebruik van AI met zich meebrengt.

De Universiteit Twente (UT) stimuleert AI-geletterdheid via de e-learningmodule ‘Generative AI in Education’ op Canvas, waarin basisbegrippen zoals algoritmen en taalmodellen toegankelijk worden uitgelegd.

Deze initiatieven bieden onderwijsprofessionals concrete handvatten om kennis te vergroten en om AI-concepten beter te begrijpen. Met die kennis kunnen zij nadenken over hoe ze AI kunnen toepassen binnen hun eigen vakgebied.



Vaardigheden

De toepassing van kennis over AI om te kunnen handelen met AI scharen we onder de noemer AI-vaardigheden. We onderscheiden technische AI-vaardigheden gericht op het *handelen* met AI, cognitieve AI-vaardigheden gericht op *denken* over en met AI en AI-interactievaardigheden, waarbij de interactie met en over AI centraal staat.

Technische AI-vaardigheden

Dit cluster omvat vaardigheden die nodig zijn om met AI-toepassingen te kunnen werken. Daaronder vallen basisvaardigheden in IT en datagebruik.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
IT-vaardigheden Δ	Basale IT-vaardigheden zoals documentverwerking, werken met spreadsheets en databases vormen de basis voor technische AI-vaardigheden, zoals programmeren en het bouwen van AI-systemen.
Data-analyse en -management Δ	Vaardigheden om gegevens te interpreteren, visualiseren en gebruiken voor het nemen van onderbouwde beslissingen.
Gebruik van AI-toepassingen en -systemen Δ	Het effectief kunnen gebruiken, evalueren en integreren van AI-toepassingen en -systemen in leer- of werkomgevingen.
Programmeren en algoritmisch denken Δ	Vaardigheden om programma’s te schrijven (bijvoorbeeld in Python, R en SQL) en algoritmen te ontwerpen, debuggen en optimaliseren, als basis voor het bouwen en begrijpen van AI-toepassingen.
AI-ontwikkeling en modelling Δ	Vaardigheden om AI-systemen te ontwerpen en modellen te trainen die praktijkgerichte problemen kunnen oplossen.

Cognitieve AI-vaardigheden

Dit cluster beschrijft cognitieve vaardigheden voor denken *met* AI (creatief, probleemoplossend) en denken *over* AI (kritisch, reflectief).

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kritisch denken Δ	AI-resultaten beoordelen op betrouwbaarheid, kwaliteit en (on) bedoelde effecten. Dit betekent het herkennen van bias, foutieve aannames of onbetrouwbare patronen in de output, beoordelen of deze relevant en toepasbaar is in een specifieke context en bepalen welke rol AI moet spelen in besluitvorming.
Computationeel denken	Problemen oplossen door deze te structureren in stappen, patronen, abstracties en logische regels, zoals een computer dat zou doen. Denk aan input-verwerking-output en algoritmisch denken bij het ontwerpen van oplossingen, zoals een zoekstructuur, beslisregel of patroonherkenning.
Probleem-oplossend denken Δ	AI gebruiken om complexe of realistische vraagstukken te analyseren en op te lossen. Dit omvat het kiezen en gebruiken van geschikte AI-toepassingen, deze toepassen in het oplosproces en de uitkomst evalueren en eventueel aanpassen.
Creatief denken Δ	Het ontwerpen van innovatieve oplossingen of toepassingen met AI, het vertalen van AI-mogelijkheden naar nieuwe vormen van expressie, ontwerp of interactie, en het wijzigen van een eigen aanpak of strategie op basis van AI-feedback of veranderende omstandigheden.
Reflectief denken Δ	Nadenken over (eigen) AI-gebruik en de maatschappelijke en ethische implicaties ervan. Dit betekent het overwegen wanneer en waarom AI inzetbaar, wenselijk of problematisch is. Inclusief koppeling aan persoonlijke ervaringen met bredere AI-ontwikkelingen en maatschappelijke vraagstukken.

AI-interactievaardigheden

Dit cluster specificeert vaardigheden voor interactie tussen mens en AI. Deze richten zich op communicatie over AI en samenwerking met AI.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Communiceren over AI-output Δ	AI-output begrijpelijk overbrengen aan anderen door taalgebruik en benadering aan te passen aan het kennisniveau, de beleving en context van de gesprekspartner. Deze communicatie omvat zowel heldere uitleg (wat betekent dit AI-resultaat?) als gevoeligheid voor het kennisniveau en perspectief van de gesprekspartner (hoe breng ik dit over aan iemand zonder AI-achtergrond?).
In dialoog bespreken AI-output Δ	In gesprek gaan over de inzet en betekenis van AI met anderen, bijvoorbeeld bij gezamenlijke besluitvorming. Dit betekent AI-output bespreken, bevragen en afwegen.
Samenwerken aan AI-toepassingen	Effectief meewerken in een team waarin AI wordt ontworpen, toegepast of geëvalueerd. De nadruk ligt op interactie tussen mensen rond AI, zoals co-creatieprojecten in onderwijs, onderzoek of de praktijk.
Interacteren met AI-systemen Δ	AI-systemen effectief aansturen via taal of andere input (bijvoorbeeld prompts), output interpreteren en (iteratief) aanpassen van nieuwe input. Het gaat om interactie tussen mens en AI die toepasbaar is op LLM's, GenAI en decision support systems.

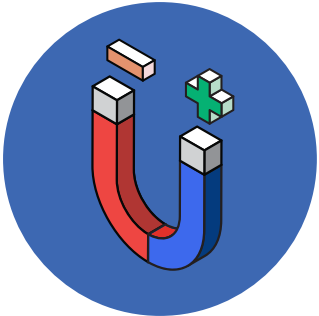
In de praktijk

Naast kennis is het belangrijk dat docenten vaardigheden ontwikkelen om AI bewust en effectief te gebruiken. Maar hoe kunnen docenten en studenten in de praktijk oefenen met het toepassen en beoordelen van AI?

Bij Curio leren docenten via hulpkarten hoe ze effectieve prompts kunnen ontwerpen en hoe ze kritisch kunnen kijken naar het gebruik van AI.

De Hogeschool Arnhem en Nijmegen helpt docenten met hun toolkit 'AI-bestendig toetsen'. Hiermee analyseren zij het gebruik van AI met voorbeelden, afwegingsvragen en beslisbomen. Zo kunnen zij weloverwogen keuzes maken over het al dan niet toelaten van AI-gebruik in hun lessen.

Bij de Universiteit Twente oefenen studenten en docenten in de e-learningmodule ‘Generative AI in Education’ actief met het schrijven van prompts, controleren van AI-output op misinformatie en het verkennen van toepassingsmogelijkheden. Zo ontwikkelen ze praktische vaardigheden in het communiceren met AI en het beoordelen van de betrouwbaarheid van AI-resultaten.



Attituden

De component Attituden in het AI-GO Raamwerk verwijst naar de persoonlijke overtuigingen, percepties en emoties die invloed hebben op het gebruik van AI. Net als kennis en vaardigheden, spelen attituden een cruciale rol in hoe individuen AI benaderen en integreren in hun onderwijspraktijk. Opvallend is dat attituden in veel raamwerken niet worden genoemd. Ook in de World Cafés kwam dit onderwerp weinig aan bod, daar lag de nadruk vooral op kennis, vaardigheden en ethiek. Toch laat de literatuur zien dat attituden een essentieel onderdeel vormen van AI-geletterdheid. Ze vormen een essentiële schakel tussen weten, kunnen en doen. Zonder een positieve en reflectieve attitude is de kans klein dat kennis en vaardigheden effectief worden benut. We hebben attituden onderverdeeld in twee clusters: houdingen en emoties ten opzichte van AI, en openheid voor AI.

Houdingen en emoties ten opzichte van AI

Dit cluster gaat over hoe mensen zich voelen bij AI en hoe zij zich verhouden tot het gebruik ervan. Onderstaande indicatoren geven inzicht in houdingselementen die relevant zijn voor een verantwoorde en betekenisvolle integratie van AI in het onderwijs.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Vertrouwen in AI	Vertrouwen dat een AI-systeem goed werkt, eerlijk is, en hen helpt op een manier die bij hun doelen past.
AI-zelfeffectiviteit	Vertrouwen in het eigen vermogen om effectief gebruik te maken van AI-technologieën, inclusief het begrijpen, toepassen en integreren van AI-systemen in specifieke taken of contexten.
AI-interesse en motivatie Δ	Enthousiasme en bereidheid om meer te leren over AI en toepassingen ervan te verkennen. Wie AI als relevant en nuttig beschouwt, is sneller gemotiveerd om ermee aan de slag te gaan.

Openheid en gereedheid voor AI

Dit tweede cluster gaat over hoe open iemand staat voor het gebruik van AI en in hoeverre die persoon zich klaar voelt om ermee te werken. Onderstaande indicatoren geven inzicht in factoren die bijdragen aan het actief omarmen en toepassen van AI in de onderwijspraktijk.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
AI-gereedheid Δ	Het gevoel genoeg kennis, vaardigheden en middelen te hebben om AI te gebruiken, en daar ook positief tegenover staan.
AI-acceptatie	AI erkennen als een waardevolle toevoeging en bereid zijn om deze technologie daadwerkelijk te gebruiken in de praktijk. Het gaat om meer dan het tolereren van AI, maar het geloven dat AI bij het actief inzetten ervan echt meerwaarde biedt.

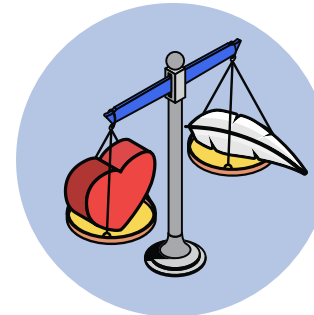
In de praktijk

AI-geletterdheid vraagt ook om een bewuste en reflectieve houding. Maar hoe werk je daar in de praktijk aan?

Curio stimuleert docenten via hulpkaarten om stil te staan bij de betrouwbaarheid, het doel en de geschiktheid van AI-toepassingen in hun onderwijspraktijk.

De Hogeschool Arnhem en Nijmegen moedigt docenten met de toolkit 'AI-bestendig toetsen' aan om samen in gesprek te gaan over de wenselijkheid en risico's van AI-toepassingen. Dit draagt bij aan een gedeelde reflectieve attitude.

In de e-learningmodule '*Generative AI in Education*' daagt de Universiteit Twente deelnemers via opdrachten uit om kritisch na te denken over hun eigen verantwoordelijkheid en over de verantwoording van AI-gebruik in onderwijscontexten.



Ethiek

Het belang van ethiek wordt in veel verschillende papers benadrukt. Ook tijdens de World Cafés kwam ethiek vaak aan bod. Ethiek wordt vaak gezien als het fundament van AI-geletterdheid en het omvat meerdere indicatoren.

Bewustzijn van de consequenties van het gebruik van AI

Bij dit cluster draait het om inzicht in de consequenties van AI-gebruik op mens en maatschappij en bewustzijn van de economische gevolgen ervan.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kennis over de consequenties op mens en maatschappij Δ	Inzicht in hoe AI impact heeft op de mens en maatschappij. Denk aan AI-toepassingen in verschillende sectoren, maar ook aan het voorkomen van onbedoelde neveneffecten. De term 'socially responsible AI use' wordt hierbij vaak genoemd.
Kennis over de economische implicaties Δ	Inzicht in de invloed van AI op de economie, zoals veranderingen in processen, beroepen (zoals beroepen of rollen die door AI worden overgenomen) en bedrijfsvoering.

Eerlijkheid en rechtvaardigheid

In dit cluster gaat het om het kunnen beoordelen of AI-systemen voldoende inclusief zijn, diversiteit bevorderen en niet discrimineren.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kunnen beoordelen of de AI voldoende inclusief is en niet discrimineert Δ	Weten dat elk AI-model een zekere bias met zich meebrengt en dat dit kan leiden tot discriminatie. Tegelijkertijd kan AI inclusiviteit bevorderen, bijvoorbeeld door inhoud en presentatie aan te passen aan specifieke gebruikers, zoals studenten met leerproblemen.

Verantwoording en transparantie

Hier gaat het om kennis over het belang van transparantie en uitlegbare (*explainable*) AI.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kennis over het belang van transparantie en uitlegbare (explainable) AI Δ	Begrijpen hoe data in een AI-applicatie worden verwerkt en gebruikt. De term 'explainable AI' wordt hierbij vaak gebruikt.

Veilig gebruik

Hier draait het om privacy, vertrouwelijkheid en databescherming.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Kennis over het belang van privacy, vertrouwelijkheid en databescherming Δ	Inzicht in het belang van het recht op privacy, vertrouwelijkheid en gegevensbescherming. Ook kennis van juridische aspecten van AI, zoals rechten op dit gebied, wettelijke bepalingen, data governance, aansprakelijkheid, en intellectueel eigendom spelen hierbij ook een rol.

Eigenaarschap

Dit gaat om zelf verantwoordelijkheid nemen m.b.t. hoe AI (niet) te gebruiken.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Zelf verantwoordelijkheid nemen m.b.t. hoe AI (niet) te gebruiken Δ	Bewust zijn van de eigen verantwoordelijkheid voor hoe AI wel en niet wordt gebruikt. Ook in relatie tot bijvoorbeeld authenticiteit van werk, eigenaarschap en autonomie. En het kritisch evalueren van AI-output en dit waar nodig aanpassen.

In de praktijk

Ethisch bewustzijn vormt een belangrijk fundament binnen AI-geletterdheid, maar hoe krijgt ethisch bewustzijn rondom AI een plek in de onderwijspraktijk?

Curio besteedt in hulpkarten aandacht aan privacy, transparantie en het veilig kiezen van AI-toepassingen.

In de toolkit AI-bestendig toetsen verwerkt de HAN ethische aandachtspunten zoals privacy, bias en toetsgelijkheid.

In de e-learningmodule *Generative AI in Education* wordt ethisch bewustzijn gestimuleerd via opdrachten waarin deelnemers reflecteren op privacyvraagstukken, transparantie en de maatschappelijke impact van AI. Deze voorbeelden laten zien hoe ethische afwegingen structureel verweven kunnen worden in de ontwikkeling van AI-geletterdheid.



De pedagogische en didactische dimensie van AI-geletterdheid

Om AI-geletterdheid in het onderwijs te bevorderen, is de rol van onderwijsprofessionals cruciaal. Docenten, opleiders en andere onderwijsprofessionals zijn namelijk degenen die AI een plek moeten geven in curricula en moeten vertalen naar betekenisvolle leerervaringen, afgestemd op hun studenten en context. Ze begeleiden bovendien leerprocessen. Het gaat dus niet alleen om *wat* je onderwijst over AI, maar vooral *hoe* en *waarom* je dat doet in relatie tot leren en ontwikkeling. In dit onderdeel zoomen we daarom in op de pedagogische en didactische dimensie van AI-geletterdheid. We beschrijven per hoofdcomponent van AI-geletterdheid – kennis, vaardigheden, attitude en ethiek – wat onderwijsprofessionals nodig hebben en kunnen doen om AI-geletterdheid verantwoord en betekenisvol vorm te geven in hun onderwijs.

Kennis van docenten over AI

Onderstaande indicatoren bieden inzicht in het type kennis dat onderwijsprofessionals nodig hebben om AI op een verantwoorde en betekenisvolle manier te integreren in hun lespraktijk. Uit de literatuur komen zes kennisgebieden naar voren:

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Technologische kennis Δ	Inzicht in digitale technologieën en AI-toepassingen die relevant zijn voor onderwijs. Dit omvat ook kennis van digitale toepassingen, duurzaamheid, en het effectief inzetten van deze technologieën ter ondersteuning van leren.
Pedagogische en didactische kennis Δ	Inzicht in hoe AI pedagogisch en didactisch verantwoord en effectief in te zetten, afgestemd op leerdoelen, vakinhoud en kenmerken van studenten. Dit omvat kennis van curricula, leerstrategieën en didactische ontwerpen zoals ervaringsgericht en projectmatig leren.
Ethische kennis Δ	Inzicht in de ethische implicaties van AI-gebruik voor studenten en onderwijspraktijken. Inclusief persoonlijke als professionele verantwoordelijkheid. Dit stelt docenten in staat om studenten te begeleiden in het ontwikkelen van een kritische en reflectieve houding ten opzichte van AI.

Kennis over de manier waarop studenten AI gebruiken Δ	Inzicht in hoe en in welke mate studenten AI gebruiken, bijvoorbeeld GenAI. Docenten moeten kunnen inschatten wat studenten al weten en doen met AI, om hierop hun begeleiding en onderwijsaanbod af te stemmen. Dit vraagt om open communicatie over AI-gebruik en vormen van misbruik zoals plagiaat.
Kennis over AI-geletterdheid Δ	Inzicht in de concepten, definities en indicatoren die AI-geletterdheid vormgeven. Docenten hebben een helder begrip van AI-geletterdheid nodig om hun onderwijs erop af te stemmen en verder te ontwikkelen.

AI-vaardigheden van docenten in relatie tot het onderwijs

Om AI-geletterdheid betekenisvol te integreren in het onderwijs, moeten docenten over specifieke kennis én vaardigheden beschikken. Die stellen hen in staat om AI pedagogisch verantwoord in te zetten, leerprocessen te begeleiden en het curriculum aan te passen aan technologische ontwikkelingen.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Pedagogisch didactische vaardigheden met AI Δ	Vermogen om leeractiviteiten te ontwerpen waarin AI een rol speelt, zoals het gebruik van intelligente tutorsystemen of simulaties. Het aanpassen van instructiestrategieën aan de mogelijkheden van AI. Dit vraagt om inzicht in hoe AI het leerproces ondersteunt of verandert, en hoe dit op een didactisch verantwoorde manier kan worden ingezet.
AI inzetten ter ondersteuning van leren Δ	AI-toepassingen zo selecteren, integreren en gebruiken dat dit het leren versterkt. Dit vraagt om een kritische blik op de meerwaarde van AI in leeractiviteiten.
Curriculumaanpassing aan AI-ontwikkelingen Δ	Het vermogen om bestaande curricula te interpreteren en aan te passen aan nieuwe AI-ontwikkelingen. Dit vraagt om het contextualiseren en afstemmen van AI-toepassingen op de behoeften van hun studenten.
Structureren van AI-contexten Δ	Complexe AI-inhoud begrijpelijk en gestructureerd aanbieden, zodat studenten niet overweldigd raken. Dit vraagt om het doseren van informatie en het opbouwen van leerervaringen.

Attituden van docenten ten aanzien van AI-geletterdheid

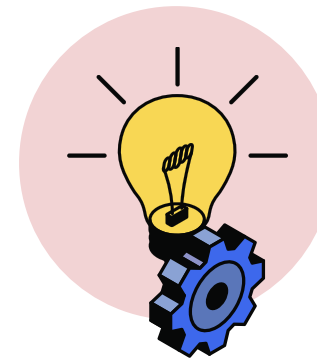
Attituden spelen een cruciale rol in hoe onderwijsprofessionals AI benaderen en integreren in hun onderwijspraktijk. Ze bepalen in sterke mate of en hoe docenten AI willen en durven inzetten.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Openheid voor AI in het onderwijs	Bereidheid om AI te verkennen en te integreren in de onderwijspraktijk. Met zowel nieuwsgierigheid als kritische reflectie. Openheid kan belemmerd worden door onzekerheid, gebrek aan kennis en overmoed zonder voldoende pedagogische onderbouwing.
Motivatatie voor het gebruik van AI in het onderwijs	Intrinsieke motivatie en gevoel van eigenaarschap om AI te gebruiken en hun onderwijspraktijk te vernieuwen.
Uitdragen dat het belangrijk is dat studenten de rol van AI in onze samenleving kritisch kunnen evalueren	De overtuiging dat studenten moeten leren kritisch na te denken over de maatschappelijke impact van AI. Door studenten vragen te stellen over transparantie, bias, en de rol van AI in besluitvorming. En gebruik te maken van didactische strategieën zoals <i>explainable AI</i> , waarin de werking van AI-systemen inzichtelijk wordt gemaakt.

Ethische dimensie in de onderwijspraktijk

Ethiek vormt het fundament voor verantwoord en betekenisvol AI-gebruik in het onderwijs. Onderwijsprofessionals hebben hierin een dubbele rol: zelf ethisch handelen én studenten begeleiden in kritisch en bewust gebruik van AI. We onderscheiden daarbij twee pedagogische indicatoren.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Ethisch verantwoord gebruik van AI in het onderwijs Δ	Bewuste keuzes maken over het gebruik van AI in hun onderwijspraktijk. Met aandacht voor de ethische implicaties van AI-toepassingen, zoals privacy, bias, transparantie en autonomie. AI-gebruik afstemmen op pedagogische doelen en de context van hun studenten. Dit vraagt om een kritische houding, kennis van ethische kaders en het vermogen om AI op een veilige, inclusieve en rechtvaardige manier in te zetten.
Onderwijs aan studenten geven over ethisch verantwoord gebruik van AI Δ	Studenten begeleiden in het ontwikkelen van ethisch bewustzijn rondom AI. Door ethische thema's te integreren in lessen, zoals de maatschappelijke impact van AI, vooroordelen in algoritmen en de rol van AI in toekomstige beroepen. Studenten leren kritisch nadenken over wanneer en hoe AI verantwoord gebruikt kan worden, en hen stimuleren om hun eigen ethische richtlijnen te formuleren.



Beïnvloedende factoren

AI-geletterdheid ontwikkelt zich niet vanzelf. Iemand is niet automatisch AI-geletterd. Of en hoe onderwijsprofessionals en studenten zich AI eigen maken, hangt samen met verschillende factoren: omstandigheden, kenmerken en randvoorwaarden. Die kunnen de ontwikkeling en toepassing van AI-geletterdheid stimuleren of juist belemmeren. Zij spelen op drie niveaus een rol: het niveau van de individuele professional, de onderwijsorganisatie en het (landelijke) beleid. Elk niveau kent specifieke invloeden die bijdragen aan het kunnen en willen werken met AI in het onderwijs. Hieronder lichten we per niveau de belangrijkste factoren toe.

Individuele factoren

Vier factoren op het niveau van de individuele onderwijsprofessional kunnen AI-geletterdheid beïnvloeden.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Scholing en training	Scholing helpt bij technisch, didactisch en reflectief leren. Ook biedt het ruimte om AI passend te gebruiken in de eigen praktijk of werkcontext.
Ervaring met AI	Eerdere ervaring met AI zorgt voor meer vertrouwen en inzicht in de mogelijkheden en beperkingen. Professionals zonder ervaring voelen zich vaak onzeker over hoe ze AI in hun onderwijs moeten integreren of welke onderwerpen relevant zijn.
Professionele rol en context	De meerwaarde en inzet van AI verschillen per rol. De dagelijkse praktijk en taken bepalen wat meerwaarde heeft, wat relevant en haalbaar is, en hoe AI wel en niet gebruikt kan worden.
Samenhang tussen het gebruik van AI enerzijds en pedagogisch en didactisch inzicht anderzijds	AI-gebruik is effectiever als het aansluit bij leerdoelen en de ontwikkelingsfase van studenten.

Organisatiefactoren

Er zijn vijf factoren op het niveau van de onderwijsinstelling of –organisatie die de AI-geletterdheid van onderwijsprofessionals kunnen beïnvloeden.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Passende leermiddelen, leerlijnen en kaders	Duidelijke praktijkgerichte kaders, leermiddelen, leerlijnen en kaders gericht op AI, ontwikkeld mét professionals, versterken eigenaarschap en AI-geletterdheid. Bijvoorbeeld met interactieve leerinstrumenten, lessenseries over AI-concepten of samen ontwikkelde overzichten van leerdoelen en competenties.
Strategische inbedding van professionele ontwikkeling	AI-gerichte professionalisering waarbinnen AI-geletterdheid ontwikkelt, maakt onderdeel uit van een doordacht en doorlopend leertraject. Ook biedt het ruimte voor praktijkgericht leren, reflectie en samenwerking.
Ondersteunende infrastructuur	Goede technische voorzieningen en heldere <i>data governance</i> zijn basisvoorwaarden voor AI-geletterdheid.
Interdisciplinaire samenwerking	Samenwerking over disciplines heen stimuleert kennisdeling, samen leren, en een breder begrip van AI.
Positionering in leiderschap en beleid	Als AI-geletterdheid zichtbaar is in beleid, leiderschap en HR-structuren, voelen professionals zich gesteund en ervaren ze tijd, ruimte en stimulans om ermee aan de slag te gaan. Dit draagt bij aan structurele verankering.

Beleidsfactoren

Beleidskeuzes op nationaal en systemisch niveau vormen de randvoorwaarden voor AI-geletterdheid binnen onderwijsorganisaties. Vier factoren op dit niveau beïnvloeden de ruimte en richting die instellingen en professionals ervaren om met AI aan de slag te gaan.

Indicator	Beschrijving uit de reviews
Structurele en publieke investering en beleidskaders	Langdurige en goed onderbouwde overheidsinvesteringen in infrastructuur, opleidingen en digitale transformatie scheppen voorwaarden voor onderwijsinstellingen om AI-geletterdheid vorm te geven. Beleidsmatige helderheid en financiële continuïteit dragen bij aan vertrouwen en geplande ontwikkeling, vooral in regio's met beperkte toegang tot technologie.
Wet- en regelgeving rondom AI, technologie en inclusie	Duidelijke juridische kaders maken ethisch en transparant AI-gebruik mogelijk. Denk hierbij aan mensenrechtenwetgeving die digitale inclusie waarborgt, de EU AI Act en aan protocollen die voor veilig gebruik van AI binnen onderwijscontexten.
Samenwerking tussen sectoren	Beleid dat structurele samenwerking creëert tussen bijvoorbeeld onderwijsinstellingen, technologiebedrijven en beleidsmakers, leidt tot rijkere en duurzamere vormen van AI-geletterdheid. Zulke samenwerkingen helpen om AI-curricula te ontwikkelen die zowel technologisch actueel als maatschappelijk relevant zijn.
Beleidsmatige aandacht voor professionalisering	Het succes van AI-geletterdheid hangt mede af van beleid dat inzet op langdurige en brede professionalisering van onderwijsprofessionals. Met inzet op technische kennis en de kritische, inclusieve en ethische perspectieven op AI. Ook duidelijke standaarden en structurele ondersteuning dragen bij aan vertrouwen, deskundigheid en de bereidheid om AI een plek te geven in het onderwijs.

3. Conclusie en discussie

Een evidence-informed raamwerk voor AI-geletterdheid in het onderwijs

Op basis van een umbrella review is dit AI-GO Raamwerk evidence-informed ontwikkeld. De toegevoegde waarde van dit raamwerk zit in de wetenschappelijke literatuur die de basis voor dit model is. Daarnaast is dit model ontwikkeld met en door professionals uit het mbo, hbo en wo⁶, waardoor alle drie de contexten goed vertegenwoordigd zijn in dit raamwerk.

Het evidence-informed AI-GO Raamwerk is een nieuw model voor AI-geletterdheid in het onderwijs met vier componenten. AI-geletterdheid bestaat uit een component **kennis**. Hierbij gaat het om het begrijpen van fundamentele AI-concepten, toepassingen en hun maatschappelijke implicaties. Ook gaat het om specifieke **vaardigheden**, de toepassing van AI-gerelateerde vaardigheden om problemen op te lossen en/of samenwerking met AI-technologieën. Verder speelt **attitude** een belangrijke rol, het ontwikkelen van een reflectieve en kritische houding ten opzichte van de rol van AI in de samenleving, inclusief de eigen opvattingen en aannames. Tot slot vormt **ethiek** het onderliggende principe bij het ontwerpen, gebruiken en beoordelen van AI-toepassingen. Deze componenten bepalen de mate waarin individuen AI begrijpen, AI verantwoord toepassen en kritisch evalueren, en zelf ethisch-verantwoorde AI ontwikkelen.

De vier componenten van AI-geletterdheid

Kennis is een voorwaarde om AI goed te kunnen gebruiken. Uit de review en bijdragen van deelnemers aan de World Cafés komen verschillende indicatoren op het gebied van AI naar voren. We kunnen echter geen definitieve uitspraken doen over hoe diep deze kennis moet gaan; dit is context- en misschien nog wel meer opleidingsspecifiek.

Ook voor vaardigheden raden we aan om per opleiding te kiezen welke vaardigheden van belang zijn voor docenten en studenten, met het oog op het beroep waarvoor wordt opgeleid – en deze vervolgens aan te bieden in de opleiding. Hier geldt ook dat de verdere inhoud en diepgang context- en opleidingsafhankelijk is.

⁶ De leden van deze Npuls projectgroep zijn afkomstig uit de drie sectoren en in de drie sectoren zijn verschillende World Cafés gehouden.

Opvallend is dat in veel van de beschikbare raamwerken attitude geen centrale rol speelt. Ook in de World Cafés werd het weinig benoemd, terwijl docenten en studenten daar in de praktijk wel vaak mee te maken hebben. Denk bijvoorbeeld aan de angst en het wantrouwen ten opzichte van AI. Attituden zijn gelukkig dynamisch: ze kunnen veranderen door ervaringen, interactie en begeleiding. Onderwijs kan attituden positief beïnvloeden door voorwaarden te scheppen waarin docenten en studenten zich veilig en competent voelen om met AI te werken. Dit kan door het verzorgen van trainingen met aandacht voor attituden, positieve ervaringen met AI te faciliteren, ruimte te bieden voor fouten en onzekerheid, en emoties rondom technologie bespreekbaar te maken. In een dergelijke veilige leeromgeving kunnen houding en motivatie zich duurzaam ontwikkelen.

Ethiek is ook essentieel voor het veilige en verantwoorde gebruik van AI. Hoewel bijna alle reviews het belang van ethiek benoemen, ontbreekt vaak een uitwerking. We adviseren daarom aan te sluiten bij gangbare ethische kaders, zie ook het Npuls Referentiekader 2.0⁷ (en zie bijvoorbeeld Díaz-Rodríguez et al., 2023; Floridi & Cowls, 2022; UNESCO, 2021).

Om expliciet aandacht te besteden aan de rol van de docent bij AI-geletterdheid hebben we ook een sectie opgenomen over de pedagogisch-didactische aspecten van AI-geletterdheid. We hadden graag evenveel aandacht geschonken aan de rol van de student, maar de literatuur bood hier onvoldoende aanknopingspunten voor. Op dit gebied is verder onderzoek noodzakelijk.

Niveaus van AI-geletterdheid

In tegenstelling tot eerder onderzoek bevat het AI-GO Raamwerk geen verschillende niveaus van AI-geletterdheid of een gelaagdheid in de mate van AI-geletterdheid. Toch veronderstelt het raamwerk niet dat iedereen aan elke indicator moet voldoen. Wat van docenten en studenten wordt verwacht, is echter afhankelijk van de context, instelling opleiding. Als eerste stap van dit raamwerk stellen we daarom voor om op instellings- of opleidingsniveau keuzes te maken. Bepaal daarbij welke indicatoren relevant zijn voor de instelling en/of opleiding, en voor de samenleving en arbeidsmarkt waartoe opgeleid wordt. Deze indicatoren kunnen vervolgens dienen als basis voor wat van docenten en studenten verwacht mag worden.

Vervolgens kan er gedifferentieerd worden bijvoorbeeld naargelang van de opleiding, het studiejaar of de inhoud van het vak. Om AI-geletterdheid in hun context te bevorderen, kunnen opleidingsdirecteuren, docenten en studenten op basis van het raamwerk profielen of persona's opstellen. Het is dan wel belangrijk om vanuit de individuele rol te bepalen waar AI ingezet kan of mag worden en welke AI-gelettertheidsindicatoren daarbij passen.

⁷ npuls.nl/wp-content/uploads/2025/06/Referentiekader-2.0-Npuls.pdf

Onderwijs en professionalisering op het gebied van AI-geletterdheid

Als eenmaal helder is met welke AI-indicatoren gewerkt dient te worden⁸, dan is het belangrijk dat docenten en studenten hier ook daadwerkelijk mee aan de slag kunnen. Voor studenten betekent dit dat AI-geletterdheid een onderdeel is van hun curriculum. Voor veel opleidingen betekent dit waarschijnlijk dat een deel van het curriculum opnieuw moet worden ontworpen. Daarbij wordt AI-geletterdheid opgenomen als leerdoel, met aandacht voor de gevolgen die dit heeft voor bijvoorbeeld de leeractiviteiten en toetsen ("*constructive alignment*"). Voor de toolkit waar dit raamwerk deel van uitmaakt, ontwerpen we op dit moment een praktische handleiding. Deze handleiding biedt opleidingsdirecteuren en docenten handvatten voor het herontwerpen van het onderwijs⁹.

Ook voor veel docenten is professionalisering noodzakelijk. Hiervoor zijn organisatorische aanmoediging en stimulering van een positief-kritische houding belangrijk (zie ook component "Attituden"). Verder moeten docenten toegang hebben tot professionalisering en ondersteuning voor de ontwikkeling van kennis, vaardigheden en een ethische toepassing van AI. In dit raamwerk staan drie voorbeelden hoe dit vorm te geven. Ook zullen we de Npuls-toolkit uitbreiden met een handleiding voor het ontwerpen van professionalisering op het gebied van AI-geletterdheid.

Het organisatieniveau speelt een belangrijke rol bij AI-geletterdheid. Hoewel AI-geletterdheid vaak wordt gezien als een individuele eigenschap, blijkt uit dit onderzoek dat AI-geletterdheid op verschillende niveaus van de organisatie speelt: van het individuele niveau van de docent/student, dat van de instelling, tot dat van (nationaal) beleid. Alle niveaus samen omvatten wat we *multilevel* AI-geletterdheid noemen. Organisaties die AI-geletterdheid willen stimuleren zullen dus ook AI-geletterdheid op deze verschillende niveaus moeten adresseren. Daarbij moeten ze rekening houden met de beïnvloedende factoren die ook besproken zijn in dit raamwerk.

Kennishiaten, aanvullende indicatoren op basis van de World Cafés en vervolgonderzoek

Een beperking van het AI-GO Raamwerk is het geen onderscheid maakt in het relatieve belang van de verschillende clusters en indicatoren. Op basis van de huidige literatuur kunnen we namelijk geen uitspraken doen over welke indicatoren er belangrijker zijn dan anderen. Zoals hierboven ook besproken, zal dit waarschijnlijk tussen contexten, instellingen en opleidingen verschillen. Verder hebben we in dit raamwerk geen aandacht besteed aan het meten (of

⁸ Door bijvoorbeeld een meetinstrument te gebruiken om de huidige stand van zaken rondom AI-geletterdheid in kaart te brengen, iets waar we binnen Npuls aan gaan werken.

⁹ We gebruiken hiervoor de Educational Design Research (EDR) methode van McKenney en Reeves (2018) als basis.

meetbaar maken) van AI-geletterdheid. Ook is er relatief minder onderzoek beschikbaar over AI-geletterdheid van studenten. Dit zijn onderwerpen die in vervolgonderzoek aan bod gaan komen.

Bovendien blijkt uit ons veldonderzoek op basis van de World Cafés dat er factoren en aspecten zijn die in de praktijk van belang zijn, maar (nog) geen plek in de literatuur hebben gekregen. Daarom zijn ze ook geen of beperkt onderdeel van het AI-GO Raamwerk. Indicatoren die hier naar voren kwamen waren bijvoorbeeld kennis en vaardigheden met betrekking tot het leren leren met AI, kennis over welke (typen) AI-toepassingen te gebruiken voor specifieke taken, kennis over duurzaamheid bij het gebruik van AI, en hoe je AI-geletterdheid van studenten kunt toetsen.

Daarnaast kwam uit de World Cafés naar voren dat andere manieren van clusteren wellicht beter zouden aansluiten bij de onderwijspraktijk. Zo werd er geopperd om aan te sluiten bij het TPACK (*Technology, Pedagogy, and Content Knowledge*) raamwerk van Koehler en Mishra (2009). In dit raamwerk staat centraal hoe docenten effectief onderwijs kunnen verzorgen met hulp van technologie. Een andere suggestie was om de indicatoren in te delen in: 1) onderwijs ontwerpen en geven met behulp van AI, 2) leren (leren) met AI, en 3) studenten voorbereiden op een maatschappij en arbeidsmarkt met AI. Wij raden aan om een clustering te hanteren die zo veel mogelijk aansluit bij raamwerken die binnen de eigen instelling gangbaar zijn.

Ook gaven deelnemers aan de World Cafés aan dat het raamwerk nog onvoldoende ingaat op het organisatie-aspect. Zij noemden bijvoorbeeld het belang van het ontwikkelen van een visie op AI-gebruik. Daarnaast werd het onderbouwd ontwikkelen van AI-initiatieven genoemd, zoals evenementen, AI-hubs en richtlijnen. Ook wezen zij op de mogelijkheid om niveaus van geletterdheid te onderscheiden. Tot slot noemden zij aandacht voor AI-geletterdheid buiten het direct primaire onderwijsproces zoals ondersteunende diensten, management en examen-commissies. Het organisatieniveau werd tijdens de World Cafés gezien als een belangrijke dimensie van AI-geletterdheid. Op een fundamenteeler niveau werd er ook gesproken over AI-geletterdheid in relatie tot wat AI-gebruik doet met kennisontwikkeling, de waarde van kennis en mogelijke aanpassing van de wetenschap¹⁰.

Deze waardevolle aanvullingen vanuit de World Cafés benadrukken het belang van het bespreken en afstemmen van AI-geletterdheidsraamwerken met de onderwijspraktijk. Hoewel het raamwerk, dat is opgebouwd op basis van literatuurstudies, breed toepasbare concepten dekt, geven onderwijsprofessionals aan dat een vertaalslag naar de onderwijspraktijk vraagt

om concretisering en nuancering. Deze concretisering en nuancering dienen nauw aan te sluiten bij hoe AI en AI-geletterdheid zich ontwikkelen en zichtbaar zijn binnen elke specifieke onderwijscontext.

Tot slot, de ontwikkelingen op het gebied van AI gaan zo snel dat we dit raamwerk als een dynamisch willen positioneren. We blijven ontwikkelingen op het gebied van AI monitoren en mogelijk in de (nabije) toekomst dit raamwerk aanpassen. We kwamen bijvoorbeeld nu bij de vaardigheden vaak nog promptengineering tegen. Generatieve AI-systemen zoals ChatGPT hebben echter inmiddels geleerd hoe ze ook een goed antwoord kunnen formuleren zonder goede prompts. ChatGPT stelt nu bijvoorbeeld zelf de vervolgvragen, zoals over de doelgroep en het gewenste taalgebruik. Daarom is deze kennis op dit moment al steeds minder belangrijk geworden en is het in de toekomst mogelijk helemaal niet meer noodzakelijk.

Conclusie

We hopen dat dit raamwerk instellingen een startpunt biedt voor het werken aan de AI-geletterdheid van medewerkers en studenten. Dit is belangrijk, zeker in het licht van de nieuwe EU AI Act. Op basis van grondig onderzoek hebben we een zo compleet mogelijk beeld geschetst van alle mogelijke indicatoren die hierbij een rol spelen. Het evidence-informed AI-GO Raamwerk zou de basis moeten vormen voor initiatieven op het gebied van AI-geletterdheid. Het is nu aan de instellingen om hierin keuzes te maken: waar willen ze op inzetten en hoe willen ze dat aanpakken? Hiervoor hebben we in dit raamwerk al een aantal voorbeelden gegeven. Binnenkort breiden we de Npuls-toolkit verder uit met een praktische handleiding voor het ontwerpen van onderwijs en professionalisering rond AI-geletterdheid.

¹⁰ Dit laatste sluit aan bij discussies over hoe AI de rol van academici verandert (Renkema & Tursunbayeva, 2024).

Referenties

*onderdeel van de literatuurstudie

- *Akbarighatar, P. (2022). *Maturity and readiness models for responsible artificial intelligence (rai): a systematic literature review*. Proceedings of the 14th Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS).
- *Almatrafi, O., Johri, A., & Lee, H. (2024). A systematic review of AI literacy conceptualization, constructs, and implementation and assessment efforts (2019–2023). *Computers and Education Open*, 6, 100173. doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100173
- *Bhandari, A., Purchuri, S. N., Sharma, C., Ibrahim, M., & Prior, M. (2021). Knowledge and attitudes towards artificial intelligence in imaging: A look at the quantitative survey literature. *Clinical Imaging*, 80, 413–419. doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.08.004
- *Bilstrup, K.-E. K., Kaspersen, M. H., Assent, I., Enni, S., & Petersen, M. G. (2022). From demo to design in teaching machine learning. *2022 ACM Conference on Fairness Accountability and Transparency*, 2168–2178. doi.org/10.1145/3531146.3534634
- *Bosarge, E. (2024). Cultivating tomorrow's innovators: Navigating the landscape of high school AI literacy. *2024 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*, 47100. doi.org/10.18260/1-2--47100
- *Brandão, A., Pedro, L., & Zagalo, N. (2024). Teacher professional development for a future with generative artificial intelligence – An integrative literature review. *Digital Education Review*, 45, 151–157. doi.org/10.1344/der.2024.45.151-157
- *Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 1–17. doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7
- *Charow, R., Jeyakumar, T., Younus, S., Dolatabadi, E., Salhia, M., Al-Mouaswas, D., Anderson, M., Balakumar, S., Clare, M., Dhalla, A., Gillan, C., Haghzare, S., Jackson, E., Lalani, N., Mattson, J., Peteanu, W., Tripp, T., Waldorf, J., Williams, S., ... Wiljer, D. (2021). Artificial intelligence education programs for health care professionals: Scoping review. *JMIR Medical Education*, 7(4), e31043. doi.org/10.2196/31043

- *Cheung, K. K. C., Long, Y., Liu, Q., & Chan, H.-Y. (2025). Unpacking epistemic insights of Artificial Intelligence (AI) in science education: A systematic review. *Science & Education*, 34(2), 747–777. doi.org/10.1007/s11191-024-00511-5
- Chow, S.-M., Lee, J., Hofman, A. D., van der Maas, H. L. J., Pearl, D. K., & Molenaar, P. C. M. (2022). Control theory forecasts of optimal training dosage to facilitate children's arithmetic learning in a digital educational application. *Psychometrika*, 87(2), 559–592. doi.org/10.1007/s11336-021-09829-3
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 22.
- Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Coeckelbergh, M., de Prado, M. L., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2023). Connecting the dots in trustworthy Artificial Intelligence: From AI principles, ethics, and key requirements to responsible AI systems and regulation. *Information Fusion*, 99, 101896.
- Floridi, L., & Cows, J. (2022). A unified framework of five principles for AI in society. Machine learning and the city. *Applications in architecture and urban design*, 535–545.
- Feuerriegel, S., Hartmann, J., Janiesch, C., & Zschech, P. (2024). Generative AI. *Business & Information Systems Engineering*, 66(1), 111–126.
- *Hu, X., Sui, H., Geng, X., & Zhao, L. (2024). Constructing a teacher portrait for the artificial intelligence age based on the micro ecological system theory: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 29(13), 16679–16715. doi.org/10.1007/s10639-024-12513-5
- Joanna Briggs Institute (2017). *The Joanna Briggs Institute critical appraisal tools for use in JBI systematic reviews. Checklist for systematic reviews and research syntheses*. Retrieved from jbi.global/sites/default/files/2019-05/JBI_Critical_Appraisal-Checklist_for_Systematic_Reviews2017_0.pdf.
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25.
- *Karan, B., & Angadi, G. R. (2023). Potential risks of artificial intelligence integration into school education: A systematic review. *Bulletin*

- of Science, Technology & Society, 43(3-4), 67-85. doi.org/10.1177/02704676231224705
- Kasneji, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneji, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103. doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274.
- *Kimiagar, K., Sarbaz, M., Tabatabaei, S. M., Ghaddarpouri, K., Mousavi, A. S., Raei Mehneh, M., & Mousavi Baigi, S. F. (2023). Artificial intelligence literacy among healthcare professionals and students: A systematic review. *Frontiers in Health Informatics*, 12(168), 1-11. doi.org/10.30699/fhi.v12i0.524
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- *Laupichler, M. C., Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2022). Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100101. doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100101
- *Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100211. doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100211
- *Lintner, T. (2024). A systematic review of AI literacy scales. *Npj Science of Learning*, 9(1), 50, 1-11. doi.org/10.1038/s41539-024-00264-4
- *Liu, X., & Zhong, B. (2024). A systematic review on how educators teach AI in K-12 education. *Educational Research Review*, 45, 100642. doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100642
- Long, D., & Magerko, B. (2020, April). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-16).
- *Mousavi Baigi, S. F., Sarbaz, M., Ghaddarpouri, K., Ghaddarpouri, M., Mousavi, A. S., & Kimiagar, K. (2023). Attitudes, knowledge, and skills towards artificial intelligence among healthcare students: A systematic review. *Health Science Reports*, 6(3), e1138. doi.org/10.1002/hsr.2.1138
- *Memarian, B., & Doleck, T. (2024). Teaching and learning artificial intelligence: Insights from the literature. *Education and Information Technologies*, 29(16), 21523-21546. doi.org/10.1007/s10639-024-12679-y
- *Ng, D. T. K., Lee, M., Tan, R. J. Y., Hu, X., Downie, J. S., & Chu, S. K. W. (2023). A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. *Education and Information Technologies*, 28(7), 8445-8501. doi.org/10.1007/s10639-022-11491-w
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 2. doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041
- Paré, G., Trudel, M. C., Jaana, M., & Kitsiou, S. (2015). Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. *Information & management*, 52(2), 183-199.
- *Ranade, N., & Saravia, M. (2024). Teaching AI ethics in technical and professional communication: A systematic review. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 67(4), 422-436. doi.org/10.1109/TPC.2024.3458708
- Renkema, M., & Tursunbayeva, A. (2024). The future of work of academics in the age of Artificial Intelligence: State-of-the-art and a research roadmap. *Futures*, 163, 103453. doi.org/10.1016/j.futures.2024.103453.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2022). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson.
- *Sapci, A. H., & Sapci, H. A. (2020). Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students: Systematic review. *JMIR Medical Education*, 6(1), e19285. doi.org/10.2196/19285
- Schiele, H., Krummacker, S., Hoffmann, P., & Kowalski, R. (2022). The "research world café" as method of scientific enquiry: Combining rigor with relevance and speed. *Journal of Business Research*, 140, 280-296.
- *Sperling, K., Stenberg, C.-J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, 6, 100169. doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100169
- *Su, J., Guo, K., Chen, X., & Chu, S. K. W. (2024). Teaching artificial intelligence in K-12 classrooms: A scoping review. *Interactive Learning Environments*, 32(9), 5207-5226. doi.org/10.1080/10494820.2023.2212706
- *Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial Intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100124. doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124
- Tambe, P., Cappelli, P., & Yakubovich, V. (2019). Artificial intelligence in human resources management: Challenges and a path forward. *California Management Review*, 61(4), 15-42. doi.org/10.1177/0008125619867910
- *Theben, A., Plamenova, N., & Freire, A. (2025). The "new currency of the future": A review of literature on the skills needs of the workforce in times of accelerated digitalisation. *Management Review Quarterly*, 75(1), 495-526. doi.org/10.1007/s11301-023-00387-9
- *Tolentino, R., Baradaran, A., Gore, G., Pluye, P., & Abbasgholizadeh-Rahimi, S. (2024). Curriculum frameworks and educational programs in AI for medical students, residents, and practicing physicians: Scoping review. *JMIR Medical Education*, 10, e54793. doi.org/10.2196/54793
- UNESCO (2021). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence* (2021). Retrieved from en.unesco.org
- Van de Schoot, R., De Bruin, J., Schram, R., Zahedi, P., De Boer, J., Weijdemans, F., ... & Oberski, D. L. (2021). An open source machine learning framework for efficient and transparent systematic reviews. *Nature Machine Intelligence*, 3(2), 125-133. doi.org/10.1038/s42256-020-00287-7
- *Vo, V., Chen, G., Aquino, Y. S. J., Carter, S. M., Do, Q. N., & Woode, M. E. (2023). Multi-stakeholder preferences for the use of artificial intelligence in healthcare: A systematic review and thematic analysis. *Social Science & Medicine*, 338, 116357. doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116357
- *Wolters, A., Arz Von Straussenburg, A. F., & Riehle, D. M. (2024). *AI Literacy in Adult Education —A Literature Review*. Hawaii International Conference on System Sciences. doi.org/10.24251/HICSS.2024.825
- *Yim, I. H. Y., & Su, J. (2024). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, 1-39. doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9
- *Yue, M., Jong, M. S.-Y., & Dai, Y. (2022). Pedagogical design of K-12 artificial intelligence education: A systematic review. *Sustainability*, 14(23), 15620. doi.org/10.3390/su142315620
- *Yue Yim, I. H. (2024). A critical review of teaching and learning artificial intelligence (AI) literacy: Developing an intelligence-based AI literacy framework for primary school education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100319. doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100319
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0



**Onderwijs
bewegen.**