

Artificiële intelligentie in het onderwijs

Een scoping paper

Dirk Van Damme – augustus 2026

Inhoudstafel

1	Inleiding.....	6
2	AI is veel meer dan een nieuwe onderwijstechnologie	7
2.1	Digitalisering in het onderwijs.....	7
2.2	Een kwalitatieve sprong.....	8
2.3	Technische capaciteit en sociale betrouwbaarheid	9
2.4	Dimensies en niveaus	9
3	Leren en instructie	10
3.1	Leerwinst door AI-ondersteuning.....	10
3.2	Mechanismen.....	12
3.3	Pedagogische orkestratie	13
3.4	De verdeling van cognitieve arbeid.....	14
3.5	Metacognitieve afhankelijkheid en epistemische agency	15
3.6	Aandachtsregulatie.....	16
3.7	Opkomende patronen in pedagogisch ontwerp	17
4	Leraarschap	18
4.1	Het beroep verandert	18
4.2	Versterking van leraarschap	19
4.3	Effecten op leerprestaties van leerlingen	20
4.4	Werkdruk en professionele autonomie.....	21
5	Curriculum.....	22
5.1	Misconcepties	22
5.2	Het belang van een kennisrijk curriculum.....	22
5.3	Cognitieve competentie	23
5.4	Expertise als curriculumdoel.....	25
6	Leermiddelen	27
6.1	Innovatie en kwaliteit	27
6.2	Praktijkgestuurde ontwikkeling	27
6.3	Noodzaak van een publieke infrastructuur	28
7	Assessment, toetsing en certificering.....	28
7.1	Disruptie	28
7.2	Assessment of learning: wat beheerst de leerling/student?	29
7.3	Assessment for learning: van scores naar feedback	30
7.4	Assessment with AI: beoordelen van mens-AI competentie	31
7.5	Assessment by AI: itemontwikkeling en nieuwe toetsvormen	32
7.6	Automatische scoring en psychometrische analyse	32
7.7	Van technische prestaties naar onderwijswaarde.....	33
7.8	Fairness, transparantie en professionele expertise	34
7.9	Certificering in een AI-omgeving	34

8	Studievoortgang, leerlingbegeleiding en monitoring	35
8.1	Data en analytics	35
8.2	Van monitoring naar handelingsgerichte ondersteuning	36
8.3	Data zijn geen leerling	36
8.4	Early-warning systems	37
8.5	Studiebegeleiding en gepersonaliseerde ondersteuning	38
8.6	Loopbaanoriëntatie en agency	38
8.7	Psychosociale leerlingbegeleiding	39
8.8	Naar mensgerichte monitoring en begeleiding	40
9	Governance en beleid	41
9.1	AI als governance-instrument	41
9.2	Schoolorganisatie en institutionele governance	41
9.3	Van adoptie naar organisatorische capaciteit	42
9.4	Data governance en informatie-infrastructuur	43
9.5	Procurement en markt-governance	44
9.6	Beslissingsrechten, menselijke controle en accountability	45
9.7	Governance op systeemniveau	45
9.8	Internationale beleidsmodellen	46
9.9	Publieke capaciteit, equity en institutionele verschillen	48
9.10	Adaptieve governance	48
9.11	Naar hybride publieke governance	49
10	Publieke waarden	50
10.1	Van ethiek naar publieke waarden	50
10.2	Pedagogische waarde en menselijke ontwikkeling	50
10.3	Autonomie en agency	51
10.4	Eerlijke kansen, inclusie en rechtvaardigheid	52
10.5	Privacy, datafificatie en menselijke waardigheid	53
10.6	Relaties, zorg en welzijn	53
10.7	Epistemische integriteit en culturele pluriformiteit	54
10.8	Onderwijs als publiek goed, platformmacht en duurzaamheid	54
10.9	Waardenconflicten en democratische deliberatie	55
10.10	Publieke waarden als toetssteen voor AI in onderwijs	56
11	Beleidsvragen	57
11.1	Van technologische adoptie naar onderwijsdoelen	57
11.2	Welke evidentie en evaluatie zijn nodig?	58
11.3	Wat moeten leerlingen zelfstandig en met AI beheersen?	58
11.4	Hoe verandert de professionele en institutionele taakverdeling?	59
11.5	Welke data en beslissingen mogen aan AI worden toevertrouwd?	59
11.6	Hebben kinderen specifieke guardrails nodig?	60
11.7	Leeftijdsgrenzen als één instrument binnen een breder beschermingsregime	60
11.8	Wat leren de internationale benaderingen?	62
11.9	Wie draagt verantwoordelijkheid en welke publieke capaciteit is nodig?	62
11.10	Naar een gelaagde en adaptieve beleidsarchitectuur	63
12	Tot slot	63
	Referenties	65
	Tabel 1. Matrix van kernthema's per dimensie en systeemniveau	10
	Tabel 2. Vijf lagen van cognitieve competentie	25

Tabel 3. Voorbeelden van internationale governance-modellen.....	47
Tabel 4. Internationale benaderingen van leeftijdsgrenzen en beschermingsmaatregelen voor minderjarigen	61

Disclaimer: voor het schrijven van deze paper is gebruikgemaakt van ChatGPT 5.6 Pro. De intellectuele input blijft onder de verantwoordelijkheid van de auteur.

Managementsamenvatting

Artificiële intelligentie is in korte tijd een zichtbaar onderdeel van het onderwijs geworden. Achter de algemene term AI gaat evenwel een brede waaier van technologieën en toepassingen schuil: generatieve taalmodellen, chatbots, intelligente tutors, adaptieve oefensystemen, automatische feedback en scoring, learning analytics en, in toenemende mate, autonome agents. Veel van deze systemen zijn voor een algemene markt ontwikkeld en niet specifiek voor onderwijsdoeleinden. De vraag naar de betekenis van AI voor het onderwijs vraagt daarom meer dan een algemeen oordeel over de technologie. Zij vraagt telkens om een analyse van de concrete toepassing, het onderwijsdoel, de gebruikers, de institutionele context en de gevolgen op langere termijn.

Deze scoping paper brengt de huidige stand van zaken in kaart voor de impact van AI op leren en instructie, het leraarschap, het curriculum, leermiddelen, assessment en certificering, studievoortgang en leerlingbegeleiding, governance, en publieke waarden. Op het einde worden de beleidsvragen die deze synthese oplevert, opgelijst. De analyse bestrijkt zowel de interactie tussen leerling en leraar (micro) als de organisatie van scholen (meso) en de sturing van het onderwijsstelsel (macro).

De wetenschappelijke kennisbasis groeit snel, maar blijft voorlopig ongelijk ontwikkeld. Veel studies zijn kortdurend en kleinschalig, situeren zich vaak in het hoger onderwijs en meten vooral onmiddellijke prestaties. Over duurzame leerwinst, transfer naar nieuwe situaties, zelfstandige beheersing en effecten op grote schaal is aanzienlijk minder bekend. De paper biedt daarom geen definitieve beoordeling van de effectiviteit van AI en evenmin een blauwdruk voor invoering. Zij maakt zichtbaar welke ontwikkelingen zich aftekenen, welke mechanismen daarbij een rol spelen en waar belangrijke onzekerheden en spanningen liggen.

AI vormt in verschillende opzichten een nieuwe fase in de digitalisering van het onderwijs. Eerdere digitale technologieën namen vooral functies als opslag, communicatie, zoeken, rekenen en distributie over. Generatieve AI (GenAI) kan ook cognitieve bewerkingen uitvoeren die nauw verbonden zijn met denken en leren: redeneren, samenvatten, structureren, evalueren, problemen oplossen en teksten of beelden produceren. Daardoor verandert niet alleen de manier waarop informatie toegankelijk wordt, maar ook **de mogelijke verdeling van cognitieve arbeid tussen mens en technologie**. Die kwalitatieve sprong verklaart zowel de hoge verwachtingen als de bezorgdheid rond AI. Technische capaciteit alleen zegt daarbij weinig over onderwijswaarde. Een model kan indrukwekkende prestaties leveren op benchmarks en tegelijk onvoorspelbaar, inconsistent of onvoldoende robuust zijn in een concrete klas- of schoolcontext.

Voor leren en instructie is het beeld genuanceerd. Recente onderzoekssyntheses vinden gemiddeld positieve effecten van pedagogisch ingebedde AI-toepassingen op gemeten leerprestaties. AI kan onmiddellijke feedback geven, extra oefenkansen creëren, uitleg aanpassen, taalbarrières verkleinen en leerlingen ondersteunen bij planning en zelfregulatie. De

effecten verschillen echter sterk naargelang het vak, de leeftijd van de leerlingen, de duur van de interventie en vooral de manier waarop de technologie in het leerproces wordt ingebouwd. Onderzoek naar kritisch en creatief denken laat bovendien zien dat cognitieve uitkomsten niet noodzakelijk samen bewegen: in gestructureerde, onderzoekende leeromgevingen kunnen beide elkaar versterken, terwijl ongestructureerd gebruik vooral de productie van ideeën kan vergemakkelijken zonder een vergelijkbare verdieping van kritisch oordeel. Wanneer een systeem precies die cognitieve bewerkingen overneemt waarmee kennis en vaardigheid worden opgebouwd, kan een betere taakprestatie samengaan met beperkte of zelfs negatieve effecten op zelfstandig leren. De paper beschrijft dit als een ***prestatieparadox: een leerling kan met AI een beter product afleveren zonder de onderliggende competentie in dezelfde mate te verwerven.***

De grens tussen zinvolle cognitieve ondersteuning en het uitbesteden van denkwerk is niet eenvoudig vast te leggen. Cognitieve *offloading* omvat een spectrum: externe hulpmiddelen kunnen de eigen verwerking aanvullen en structureren, maar haar ook grotendeels vervangen. Welke vorm ontstaat, verschilt per leerdoel, taak en ontwikkelingsfase. De keuze om externe hulp in te schakelen is bovendien zelf een metacognitieve beslissing. Leerlingen kunnen hun eigen capaciteit, de moeilijkheid van een taak of de betrouwbaarheid van een hulpmiddel over- of onderschatten. Experimenteel onderzoek naar geheugensteun suggereert dat een cyclus van voorspellen en correcte prestatiefeedback zulke beslissingen beter kan kalibreren, al is nog niet bekend in welke mate dit naar generatieve AI en onderwijscontexten overdraagbaar is. Tegelijk kan goed ontworpen ondersteuning onnodige cognitieve belasting verminderen en juist ruimte scheppen voor begrip. De beschikbare literatuur wijst daarom niet op een eenvoudige tegenstelling tussen gebruik en niet-gebruik, maar op ***het belang van de precieze taakverdeling en regulering binnen het mens-AI-systeem.***

Ook het leraarschap zal waarschijnlijk eerder worden geherconfigureerd dan vervangen. AI kan leraren ondersteunen bij lesvoorbereiding, differentiatie, materiaalontwikkeling, vertaling, feedback en administratieve taken. Experimenteel onderzoek laat zien dat daarbij aanzienlijke tijds winst mogelijk is, zonder noodzakelijk kwaliteitsverlies in het geproduceerde materiaal. Of die efficiëntiewinst zich ook vertaalt in betere instructie en betere leerprestaties van leerlingen, is veel minder duidelijk. De gevolgen laten zich bovendien niet volledig vatten in de tegenstelling tussen automatisering en ondersteuning. AI kan bestaande taken sneller maken, minder ervaren professionals toegang geven tot expertachtige handelingsmogelijkheden, of nieuwe taken en vormen van expertise doen ontstaan. Die trajecten hebben verschillende gevolgen voor professionele waarde, autonomie en ontwikkeling. Vooral voor beginnende leraren is dit onderscheid relevant, omdat het uitvoeren van veeleisende taken deel uitmaakt van de ontwikkeling van professioneel en vaak impliciet oordeelsvermogen. Dezelfde efficiëntiewinst kan professionele tijd vrijmaken, maar ook aanleiding geven tot meer productie, rapportering en controle.

Voor het curriculum gaat de betekenis van AI aanzienlijk verder dan het toevoegen van AI-geletterdheid. ***Kennis blijft belangrijk, juist omdat de beoordeling van overtuigend geformuleerde AI-output voorkennis en domeinexpertise veronderstelt.*** Wie weinig van een onderwerp weet, beschikt over minder aanknopingspunten om relevante vragen te stellen, fouten te herkennen en antwoorden in hun context te plaatsen. Tegelijk verandert AI de verhouding tussen interne kennis en extern beschikbare cognitieve ondersteuning. Het curriculumvraagstuk betreft daardoor niet alleen wat leerlingen over AI moeten weten, maar ook welke kennis en vaardigheden zij zelfstandig moeten blijven beheersen, welke activiteiten met ondersteuning kunnen plaatsvinden en hoe mens-AI-competentie zich verhoudt tot menselijke

expertise. Daarbij komt opnieuw het verschil tussen een expertise-achtig product en het daadwerkelijke bezit van expertise naar voren. Een hoogwaardig resultaat kan met AI toegankelijker worden, terwijl de ervaring, patroonherkenning en het beoordelingsvermogen die aan menselijke expertise ten grondslag liggen niet automatisch worden opgebouwd.

AI opent daarnaast nieuwe mogelijkheden voor de ontwikkeling van leermiddelen. Materialen kunnen sneller worden aangepast, vertaald, toegankelijk gemaakt en verbonden met interactieve feedback of simulaties. Leraren en publieke instellingen kunnen daardoor een actievere rol krijgen in de ontwikkeling van onderwijsinhouden. Tegelijk nemen de vragen over inhoudelijke kwaliteit, veiligheid, privacy, culturele representatie en afhankelijkheid van commerciële platformen toe. De markt voor geavanceerde modellen en cloudinfrastructuur is sterk geconcentreerd. Daardoor raken pedagogische innovatie, technische interoperabiliteit, publieke infrastructuur en marktgoevereance steeds sterker met elkaar verweven. Voor kleinere taalgebieden speelt bovendien de vraag in welke mate lokale kennis, taalvariatie en curriculaire tradities in generieke modellen vertegenwoordigd zijn.

Assessment en certificering behoren tot de domeinen waarop de impact van generatieve AI het meest direct zichtbaar is. Wanneer AI mee een tekst, analyse of oplossing produceert, kan uit het eindproduct niet langer zonder meer worden afgeleid wat een leerling zelf kent en kan. Het vraagstuk is daarom breder dan fraude of detectie van AI-gebruik. Het raakt de validiteit van assessment: welk bewijs levert een taak over de competentie die men wil beoordelen? De paper onderscheidt assessment van zelfstandig leren, formatieve assessment met AI-ondersteunde feedback, assessment van mens-AI-competentie en het gebruik van AI voor itemontwikkeling, scoring en analyse. Deze functies bieden uiteenlopende mogelijkheden, maar stellen ook verschillende eisen aan betrouwbaarheid, transparantie en menselijke beoordeling. Certificering wordt complexer omdat kwalificaties zowel iets moeten zeggen over zelfstandig verworven kennis en vaardigheden als over het vermogen om externe cognitieve hulpmiddelen verantwoord te gebruiken.

Bij studievoortgang, leerlingbegeleiding en monitoring kan AI gegevens uit verschillende systemen combineren, patronen signaleren en informatie toegankelijker maken. De onderzoeksliteratuur over learning analytics en early-warning systems laat echter zien dat voorspellende nauwkeurigheid nog geen onderwijsverbetering is. Een risicoscore verklaart niet waarom een leerling problemen ondervindt en bepaalt evenmin welke ondersteuning passend is. Dashboards en voorspellingen krijgen pas betekenis in samenhang met professionele interpretatie en daadwerkelijke interventie. Bovendien zijn digitaal observeerbare indicatoren, zoals logins, kliks of aanwezigheid, geen rechtstreekse metingen van begrip, motivatie of welzijn. Naarmate meer gedrags-, video- of biometrische gegevens analyseerbaar worden, worden ook de grenzen tussen ondersteuning, profilering en surveillance belangrijker.

Op het niveau van scholen en onderwijsstelsels maakt AI duidelijk dat technologische adoptie niet hetzelfde is als organisatorische capaciteit. Scholen verschillen in infrastructuur, expertise, professionele samenwerking, onderhandelingsmacht en mogelijkheden om toepassingen te testen en te evalueren. Daardoor kan gelijke toegang tot dezelfde technologie toch tot uiteenlopende uitkomsten leiden. Governance omvat in deze context meer dan regelgeving. Ook data governance, procurement, interoperabiliteit, evaluatie, beslissingsrechten, toezicht en publieke kennisopbouw bepalen hoe AI in het onderwijs functioneert. Procurement stelt daarbij niet alleen voorwaarden aan bestaande producten, maar beïnvloedt ook welk type innovatie wordt ontwikkeld en aangeboden: systemen die vooral kosten besparen en taken automatiseren, of toepassingen die professioneel oordeel en nieuwe pedagogische

mogelijkheden ondersteunen. Internationale beleidsmodellen leggen verschillende accenten, maar er is nog geen uitgekristalliseerd model dat deze elementen overtuigend samenbrengt.

De bespreking van publieke waarden plaatst deze ontwikkelingen in een ruimer perspectief. AI raakt aan autonomie, gelijke kansen, privacy, menselijke waardigheid, welzijn, professionele verantwoordelijkheid, epistemische integriteit, culturele pluriformiteit en het publieke karakter van onderwijs. Tussen deze waarden bestaan reële spanningen. Personalisering kan toegankelijkheid vergroten, maar ook gemeenschappelijke leerervaringen verzwakken. Dataverzameling kan vroegtijdige ondersteuning mogelijk maken, maar ook leiden tot indringende monitoring. Automatisering kan tijd vrijmaken, maar eveneens professionele autonomie en menselijke relaties onder druk zetten. Zulke afwegingen kunnen niet uitsluitend als technische optimalisatieproblemen worden behandeld, omdat zij samenhangen met verschillende opvattingen over de doelen van onderwijs.

Voor minderjarigen wordt deze afweging bijzonder scherp. De internationale beleidsinitiatieven die in deze paper worden besproken wijzen voorlopig niet op één algemene minimumleeftijd voor alle AI. Zij differentiëren naar type dienst en risico: companionchatbots, pornografische of zelfbeschadigingsinhoud, verwerking van persoonsgegevens en sociale mediafuncties worden anders behandeld dan onderwijsgerichte of informatieve toepassingen. Het opkomende patroon is een combinatie van leeftijds- en toestemmingscontroles, veilige standaardinstellingen, beperkingen op manipulatieve of intieme interacties, dataminimalisatie, menselijk toezicht en handhaving. Zulke guardrails sluiten beter aan bij de heterogeniteit van AI dan een algemeen verbod, maar roepen zelf vragen op over privacy, uitvoerbaarheid en de geleidelijke autonomie van kinderen.

Uit de paper komt daarmee geen eenvoudig positief of negatief oordeel over AI naar voren. De technologie bevat reële mogelijkheden om leren, onderwijsprofessionals en instellingen te ondersteunen, maar haar effecten liggen niet in de technologie zelf besloten. Zij ontstaan in de wisselwerking tussen ontwerp, gebruik, voorkennis, professionele expertise, organisatie, marktstructuur en publieke sturing. De huidige stand van kennis rechtvaardigt daarom vooral een contextgebonden en onderzoekende benadering. De centrale ontwikkeling is niet dat menselijke intelligentie uit het onderwijs verdwijnt, maar dat de verdeling van cognitieve, professionele en bestuurlijke arbeid verandert. Welke vorm die verandering uiteindelijk aanneemt, ligt niet technologisch vast. Zij wordt mede bepaald door pedagogisch ontwerp, organisatorische keuzes, marktprikkels, publieke onderzoeks- en ontwikkelingscapaciteit en de onderwijsdoelen en publieke waarden waarbinnen AI een plaats krijgt.

1 Inleiding

Sinds de toegang tot ChatGPT in het najaar van 2022 werd opengesteld, is artificiële intelligentie (AI) in een razendsnel tempo deel gaan uitmaken van onze leefwereld. Ook het onderwijs werd al snel geconfronteerd met AI. In alle landen trachten overheden en onderwijsaanbieders, scholen en leerkrachten antwoorden te vinden op de vele uitdagingen die dit met zich meebrengt. Veel tijd krijgen ze daar niet voor. De snelheid van de ontwikkeling van AI is overweldigend, met telkens weer krachtiger modellen en toepassingen. Het gevoel overheerst dat een zo al traag evoluerende institutie zoals onderwijs achter de feiten aanholt en dat leidt op zijn beurt tot defensieve en paniekerige reacties. Vele antwoorden blijven ook zeer oppervlakkig, doordat ze zich beperken tot AI-geletterdheid en het kritisch omgaan met AI. Dat zijn belangrijke

aspecten, maar volstrekt onvoldoende om de fundamentele transformatie die AI betekent te begrijpen en te sturen.

Het is daarom zinvol om rustig de stand van zaken op te maken. Deze *scoping paper* biedt een verkennend overzicht van de pedagogische, cognitieve, professionele, organisatorische en beleidsmatige uitdagingen die AI in het onderwijs oproept. De nadruk ligt op het basis- en secundair onderwijs, met waar relevant voorbeelden uit het hoger onderwijs. De paper is geen systematische review en wil geen definitieve balans van effectiviteit opmaken. Het onderzoek groeit zeer snel en recente syntheses rapporteren voor pedagogisch ingebedde, meestal kortdurende interventies positieve gemiddelde effecten. Tegelijk zijn onderzoeksdesigns en toepassingen zeer heterogeen en is de causale en longitudinale evidentie over retentie, transfer, zelfstandige beheersing en implementatie op schaal nog beperkt. Algemene uitspraken over ‘het effect van AI’ zijn daarom niet verantwoord (Fesler et al., 2026).

Het is belangrijk te beseffen dat onder de noemer ‘AI’ een brede waaier van technologieën en toepassingen schuilgaat. Vele modellen zijn ontworpen voor de brede markt en zijn niet noodzakelijkerwijs bruikbaar in het onderwijs. De ontwikkeling van specifieke onderwijsgerichte toepassingen staat nog in de kinderschoenen. Generatieve AI (GenAI) wordt pas geschikt voor het onderwijs wanneer het door onderwijsdoelstellingen wordt gestuurd of wanneer de technologie pedagogisch is ontworpen (OECD, 2026a). Van de talloze AI-toepassingen zijn vooral ‘large language models’ (LLM’s), chatbots, intelligente tutors, adaptieve oefen- en toetssystemen, automatische feedback en scoringsystemen, spraak en beeldherkenning, learning analytics en, binnen afzienbare tijd, autonome ‘intelligent agents’ en misschien ook robots interessant. Maar de technologie en haar toepassingen zijn moeilijk te voorspellen.

2 AI is veel meer dan een nieuwe onderwijstechnologie

2.1 Digitalisering in het onderwijs

De geschiedenis van digitale technologie in het onderwijs is geen rechtlijnig succesverhaal. In de jaren 2000 en 2010 werd herhaaldelijk voorspeld dat computers, online platformen, MOOCs en adaptieve software het onderwijs zouden individualiseren, democratiseren en productiever maken. Sommige toepassingen vonden uiteindelijk een nuttige plaats, maar meestal trager, selectiever en in een andere vorm dan aanvankelijk gedacht. De voorspelde leerwinst bleef vaak achterwege en intensief technologiegebruik ging soms zelfs gepaard met lagere prestaties. Het is niet zo dat technologische capaciteit vanzelf in beter onderwijs wordt omgezet (Van Damme, 2024).

Vier oorzaken keren in deze geschiedenis terug. Ten eerste was innovatie vaak technologiegericht: hardware, connectiviteit en platforms kregen voorrang op didactiek en *instructional design*. Ten tweede werden de digitale competenties van leraren onderschat en die van leerlingen overschat; de mythe van de *digital native* verwarde alledaags gebruik met diepgaande digitale vaardigheid. Ten derde bleven veel digitale leermiddelen pedagogisch zwak. De aan scholen opgelegde tools waren vooral gericht op management en communicatie en stonden ten dienste van commerciële verdienmodellen. Ten vierde werd technologie te gemakkelijk verbonden met een ideologie van permanent geïndividualiseerd en zelfgestuurd leren, terwijl leren ook instructie, gezamenlijke aandacht, sociale interactie en geleidelijk ontwikkelende zelfregulatie vraagt.

De COVID-19-pandemie markeerde een periode van versnelling. Digitale infrastructuur maakte onderwijscontinuïteit mogelijk en voorkwam grotere schade, maar kon de kwaliteit van *face-to-face*-onderwijs niet vervangen. De crisis versnelde tegelijk de platformisering van het onderwijs: systemen voor communicatie, opdrachten, monitoring en administratie, zoals Smartschool in Vlaanderen, werden onderdeel van de operationele infrastructuur van scholen.

AI komt in het onderwijs niet in een technologisch lege ruimte terecht. Maar die ruimte is tegelijk sterk gekleurd door platformafhankelijkheid, gefragmenteerd data-gebruik, ongelijke implementatiecapaciteit, nog steeds onvoldoende ontwikkelde digitale vaardigheden en een nog onvoltooide pedagogische digitalisering.

2.2 Een kwalitatieve sprong

De komst van AI in het onderwijs is niet zozeer een volgende stap in de digitalisering van het onderwijs, maar een kwalitatieve sprong die op vrijwel alle onderwijsprocessen kan ingrijpen. AI, vooral in de vorm van generatieve AI (GenAI) en grote taalmodellen, maakt een cognitieve externalisatie mogelijk die breder en flexibeler is dan bij eerdere digitale technologie.

Technologische innovaties hebben de menselijke cognitie altijd gereorganiseerd, vaak door functies buiten het individu te plaatsen. Het alfabet en schrift ondersteunden het geheugen, de drukpers maakte kennis duurzaam en schaalbaar, en digitale systemen externaliseerden onder meer rekenwerk, opslag, zoekwerk en navigatie (Van Damme, 2026a). In de cognitieve literatuur wordt *cognitive offloading* breed opgevat als het verplaatsen van een deel van de verwerking naar het lichaam, een instrument of de omgeving. Dat hoeft het interne denken niet te verzwakken: externe ondersteuning kan capaciteit vrijmaken, de uitvoering structureren of cognitieve activiteiten mogelijk maken die zonder hulpmiddel niet haalbaar zijn. Guo en Ye (2026) onderscheiden in dat verband duplicatieve *offloading*, waarbij externe steun naast interne verwerking blijft bestaan, en substitutieve *offloading*, waarbij het hulpmiddel de interne verwerking grotendeels overneemt. Het gaat dus om een spectrum van taakverdelingen en niet om een scherpe scheiding tussen denken en niet-denken.

De kwalitatieve sprong van GenAI bestaat vooral in de schaal, reikwijdte en toegankelijkheid waarmee ook symbolische, generatieve, evaluatieve en regulerende bewerkingen kunnen worden geëxternaliseerd. Een systeem kan niet alleen informatie bewaren of opzoeken, maar ook een probleem formuleren, een verklaring construeren, alternatieven vergelijken, een argument beoordelen en een volgende stap voorstellen. Paul Kirschner gebruikt voor het substitutieve uiteinde van dit spectrum de term *cognitive outsourcing* (Kirschner, 2026). Die term is pedagogisch bruikbaar wanneer precies de bewerkingen worden gedelegeerd waarmee kennis, vaardigheid of oordeel moeten worden opgebouwd. De mogelijkheid om dergelijke bewerkingen snel en vrijwel zonder frictie over te dragen, kan de cognitieve autonomie verminderen en afhankelijkheid doen ontstaan, maar dat gevolg ligt niet in elk AI-gebruik besloten (Zhu et al., 2026).

Wat deze nieuwe taakverdeling voor een complexe institutie als het onderwijs betekent, moet nog in grote mate duidelijk worden. Bij elke technologische innovatie bestaat een grote afstand tussen technische capaciteit en maatschappelijke transformatie. Tussen beide liggen product- en procesinnovatie, adoptie, diffusie en de aanpassing van routines en instituties. Bij AI zal dat niet anders zijn (Narayanan, 2026). Precies in die tussenruimte situeren zich pedagogisch ontwerp, organisatorische keuzes, governance en beleid.

2.3 Technische capaciteit en sociale betrouwbaarheid

Hoewel we nog maar aan het begin staan van de transformatie van het onderwijs door AI is het nu al duidelijk dat de technische mogelijkheden enorm zijn en in de toekomst nog verder zullen toenemen. Dat op zich al geeft aanleiding tot een gevoel van overrompeling. Maar voor onderwijs zijn niet zozeer de technische capaciteiten van belang, maar de kwaliteit en betrouwbaarheid van de technologie. Een hoge score op een technische benchmark, zoals de kwaliteit van AI-toepassingen vaak wordt gemeten, beschrijft slechts een deel van de werkelijkheid. Ze zegt niet of een systeem bij herhaling dezelfde output oplevert, bestand is tegen onvolmaakte invoer, zijn eigen onzekerheid duidelijk maakt, en ernstige fouten (zoals hallucinaties) kan beperken.

Rabanser et al. (2026) onderscheiden vier dimensies van betrouwbaarheid van AI-systemen: consistentie, robuustheid, voorspelbaarheid en operationele veiligheid. Het onderscheid is voor het onderwijs essentieel. Een feedbacksysteem kan gemiddeld nauwkeurig zijn, maar bij dezelfde leerling wisselende adviezen geven; een dashboard kan goed werken met volledige data, maar ontsporen bij ontbrekende registraties; een agent kan een fout niet herkennen en die vervolgens door meerdere systemen verspreiden. Technische capaciteit en betrouwbaarheid ontwikkelen zich niet noodzakelijk in hetzelfde tempo. Omdat het in het onderwijs vaak gaat om beslissingen die een verregaande impact op het leven van jonge mensen hebben, is grote voorzichtigheid geboden.

Daarom is de vraag wie AI gebruikt, met welk doel en in welke institutionele setting belangrijker dan een algemene uitspraak over AI. Het risico van ongestructureerd leerlinggebruik is anders dan dat van een door de leraar bestuurd tutor. Dezelfde AI-agent kan in een laboratorium overtuigend lijken en in een school falen door tijdsdruk, specifieke leerlingprofielen, onvolledige data of een verkeerd organisatorisch doel. Evaluatie en sturing van AI-gebruik moeten daarom het volledige mens-AI-systeem en de feitelijke gebruiksomgeving omvatten.

2.4 Dimensies en niveaus

AI kan, sterker dan eerdere edtech, ingrijpen in vrijwel alle functies van het onderwijs. De volgende hoofdstukken behandelen acht samenhangende dimensies: leren en instructie; leraarschap; curriculum; leermiddelen; assessment, toetsing en certificering; studievoortgang, leerlingbegeleiding en monitoring; governance en beleid; en publieke waarden. De eerste zes betreffen centrale onderwijsfuncties. Governance en publieke waarden lopen daar dwars doorheen: zij bepalen wie beslist, welke voorwaarden gelden en op grond van welke doelen toepassingen worden beoordeeld.

Deze transformatie kan tegelijk op drie niveaus worden bekeken. Op microniveau gaat het om de interactie tussen leerling, leraar, medeleerlingen, leerinhouden en technologie. Daar spelen vragen over cognitieve activiteit, motivatie, feedback, afhankelijkheid, vakinhoud en de pedagogische relatie. Op mesoniveau gaat het om schoolbeleid en -leiderschap, professionele samenwerking, taakverdeling, databaseer en de organisatie van onderwijstijd. Op macroniveau staan curriculum, toetsbeleid, regelgeving, financiering, infrastructuur, marktordening, inspectie en systeemsturing centraal. Eenzelfde toepassing kan op het ene niveau waarde toevoegen en op een ander niveau nieuwe problemen veroorzaken. Automatische feedback kan bijvoorbeeld een leerling sneller helpen, maar op schoolniveau extra controlewerk of rapportering creëren en op stelselniveau nieuwe vragen oproepen over kwaliteit, toezicht en aansprakelijkheid.

Tabel 1 vat de kernthema's uit de hoofdstukken 3 tot en met 10 samen naar dimensie en niveau. De matrix is niet uitputtend, maar maakt de samenhang tussen micro-, meso- en macroniveau zichtbaar.

Tabel 1. Matrix van kernthema's per dimensie en systeemniveau

Dimensie	Micro: leerling en leraar	Meso: school en organisatie	Macro: stelsel en beleid
Leren en instructie	Uitleg, oefening en feedback; zelfregulatie; aandacht; verdeling van cognitieve arbeid	Pedagogische orkestratie; didactische afspraken; AI-vrije en AI-ondersteunde leermomenten	Onderzoeks- en kwaliteitskaders; gelijke toegang; eisen aan pedagogisch ontwerp
Leraarschap	Lesvoorbereiding; diagnose en feedback; samenwerking met AI; professioneel oordeel	Taakverdeling; werkdruk; professionalisering; autonomie en collectieve zeggenschap	Beroepsprofiel en lerarenopleiding; arbeidsvoorwaarden; professionele normen en expertise
Curriculum	Leren met, over en zonder AI; kennisbasis; cognitieve competentie en expertise	Curriculumcoherentie; vak- en leeftijdsgebonden afspraken; opbouw van zelfstandige beheersing	Eindtermen en leerplannen; AI-geletterdheid; actualisering en bescherming van fundamentele capaciteiten
Leermiddelen	Tutors, adaptieve oefening, feedback, simulatie, vertaling en toegankelijkheid	Co-creatie; selectie en validatie; implementatie; interoperabiliteit en onderhoud	Publieke R&D en infrastructuur; standaarden; gezamenlijke inkoop; markt- en taalsovereiniteit
Assessment, toetsing en certificering	Bewijs van zelfstandige beheersing; formatieve feedback; beoordeling van mens-AI-competentie	Toetsbeleid; taakontwerp; moderatie; betekenisvolle menselijke herbeoordeling	Centrale toetsen en certificering; psychometrische validatie; fairness, transparantie en risicoregulering
Studievoortgang en leerlingbegeleiding	Voortgangsinzicht; planning en studiebegeleiding; loopbaanoriëntatie; psychosociale ondersteuning	Dashboards en early warning; handelingsgerichte interventies; dataminimalisatie; administratie	Datastelsels en toezicht; allocatie en planning; privacy-, inclusie- en kwaliteitsvoorwaarden
Governance en beleid	Transparantie over AI-gebruik; menselijke controle; recht op uitleg en betwisting	Beslissingsrechten; governance maturity; data governance; procurement; organisatorische capaciteit	Wetgeving en standaarden; publieke infrastructuur; marktgovernance; subsidiariteit en adaptieve sturing
Publieke waarden	Autonomie en agency; menselijke ontwikkeling; privacy; welzijn, relaties en epistemische integriteit	Professionele verantwoordelijkheid; participatie en accountability; inclusie en institutionele waarden	Recht op onderwijs; democratische controle; publiek goed; culturele pluriformiteit en duurzaamheid

3 Leren en instructie

3.1 Leerwinst door AI-ondersteuning

AI kan leerprocessen ondersteunen op manieren die met traditionele tools, waaronder edtech, slechts beperkt of tegen hoge kosten mogelijk zijn. Een AI-systeem kan onmiddellijk reageren, uitleg herformuleren, voorbeelden genereren, fouten diagnosticeren, oefenkansen aanbieden,

feedback geven, een redenering ter discussie stellen en leerlingen ondersteunen bij planning en zelfregulatie. Potentieel zijn de mogelijkheden enorm.

De empirische literatuur is nog jong, maar recente meta-analyses geven een duidelijk positiever beeld dan de eerdere, voornamelijk waarschuwende discussies over GenAI suggereerden. Dong (2026) synthetiseerde 53 studies en vond een klein tot matig gemiddeld effect op academische prestaties ($g = 0,40$), naast grotere effecten op hogere-orde-denken, motivatie en schrijfvaardigheid. Vooral AI-gegenereerde feedback kwam gunstig uit de analyse. De studie omvat echter zeer uiteenlopende onderzoeksdesigns, constateert aanzienlijke heterogeniteit en vindt aanwijzingen voor publicatiebias. De precieze effectgroottes moeten daarom voorzichtig worden geïnterpreteerd.

Andere recente syntheses bevestigen niettemin het algemene positieve patroon. Han, Peng en Liu (2025) analyseerden 68 experimentele en quasi-experimentele studies met 337 effectgroottes en vonden een gemiddeld positief effect van 0,45 standaarddeviatie. Wu et al. (2026) vonden in 35 experimentele studies met 4.193 deelnemers een gemiddeld effect van $g = 0,67$. In beide studies was de spreiding tussen de effecten zeer groot, wat erop wijst dat de uitkomsten sterk afhangen van vakgebied, interventieduur, instructievorm, onderzoekspopulatie en specifieke toepassing.

Een gerichte meta-analyse van Huang et al. (2026) naar AI-gegenereerde feedback omvatte 36 experimentele en quasi-experimentele studies. Zij vond een gemiddeld effect van $g = 0,61$ op academische prestaties. De effecten waren sterker in leeromgevingen waarin leerlingen actief kennis construeerden en de feedback zelf moesten verwerken dan in overwegend receptieve instructie. Voor metacognitieve uitkomsten was het voorlopige effect groot, maar gebaseerd op slechts enkele studies; effecten op motivatie, zelfeffectiviteit en tevredenheid waren kleiner en statistisch minder robuust. De recente meta-analyse van Gençdal en Çoğaltay (2026) komt tot nog hogere effectgroottes: $d = 0,80$ voor academische prestaties en $d = 0,64$ voor motivatie. Maar deze studie brengt heel uiteenlopende interventies bij elkaar.

Een aanvullende systematische review maakt zichtbaar dat het brede label hogere-orde-denken bovendien verschillende, soms tegengestelde ontwikkelingen kan verbergen. Li, Cui en Hagedorn (2026) synthetiseerden 67 empirische studies over kritisch en creatief denken in het hoger onderwijs. In onderzoekende, dialogische en gestructureerde leeromgevingen vonden zij geregeld een patroon waarin ideeënproductie en kritische beoordeling elkaar versterkten. Bij ongestructureerd gebruik kwam ook een asymmetrisch patroon voor: ChatGPT vergemakkelijkt creatieve vloeïendheid en ideevorming, terwijl de kritische diepgang stagneerde of afnam. Een kleinere groep studies rapporteerde achteruitgang in beide domeinen. De onderliggende studies zijn methodologisch heterogeen, vaak kortdurend en niet-experimenteel. De patronen moeten daarom vooral als associaties en mogelijke moderatoren worden gelezen, niet als causale effectschattingen.

Samengenomen wijst de beschikbare synthese vrij consistent op positieve gemiddelde effecten van pedagogisch ingebedde GenAI-interventies op gemeten leeruitkomsten, maar tegelijk op grote variatie tussen cognitieve processen en gebruikscontexten. De vraag is dus steeds minder óf GenAI leren kan ondersteunen, maar onder welke omstandigheden, voor welke leerlingen, voor welke leerdoelen en met welke duurzaamheid. De nog beperkte evidentie over retentie, transfer en zelfstandige prestaties maakt algemene uitspraken over 'het effect van AI' weinig betekenisvol. De meeste primaire studies zijn kortdurend, relatief kleinschalig en geconcentreerd in het hoger onderwijs of in een beperkt aantal landen. Veel uitkomsten worden onmiddellijk na de interventie gemeten. De gebruikte toepassingen lopen uiteen van algemene

chatbots tot gestructureerde tutors, feedbackinstrumenten en zorgvuldig ontworpen leerarrangementen. Een gemiddeld effect kan daarom niet zonder meer worden vertaald naar elke leeftijd, elk vak of elk gebruikstype.

3.2 Mechanismen

Pedagogisch ingebedde GenAI-interventies kunnen betekenisvolle leerwinst opleveren, maar het effect wordt niet door de technologie op zichzelf veroorzaakt. Het ontstaat uit de combinatie van leerdoel, de *instructional design*, inhoud, leerlingactiviteit, feedback, menselijke begeleiding en wijze van evaluatie.

De positieve resultaten zijn te verklaren door verschillende mechanismen die door AI-tools mogelijk zijn. Een eerste mechanisme is de beschikbaarheid van onmiddellijke feedback. In veel gewone onderwijscontexten ontvangen leerlingen pas geruime tijd na een oefening of opdracht feedback. AI kan onmiddellijk reageren, waardoor fouten sneller worden gecorrigeerd en leerlingen meerdere revisierondes kunnen doorlopen. Vooral bij schrijven, taalverwerving, programmeren en gestructureerde probleemoplossing kan deze verkorting van de feedbackcyclus waardevol zijn.

Een tweede mechanisme is toegenomen oefentijd en variatie. AI kan onbeperkt nieuwe voorbeelden, vragen en toepassingssituaties genereren. Leerlingen kunnen daardoor meer oefenen zonder telkens op nieuwe materialen van de leraar te wachten. Een systeem kan ook de complexiteit van oefeningen geleidelijk opvoeren of een concept vanuit verschillende invalshoeken uitleggen. De meerwaarde ligt in adaptieve responsiviteit: het systeem kan reageren op een specifieke fout, vraag of onduidelijkheid.

Een derde mechanisme is de mogelijkheid tot dialogische ondersteuning. Leerlingen kunnen vragen stellen die zij in een klassikale context misschien niet zouden stellen, uitleg laten herformuleren en zonder sociale drempel aanvullende hulp zoeken. AI kan ook optreden als een gesprekspartner die om verduidelijking vraagt, tegenargumenten aanbiedt of een leerling uitnodigt een redenering uit te leggen. Voor leerlingen die moeite hebben met de instructietaal kunnen vertaling, taalvereenvoudiging en alternatieve representaties de toegang tot inhoud vergroten.

Een vierde mechanisme is ondersteuning van zelfregulatie. Een goed ontworpen systeem kan helpen een complexe taak op te delen, tussendoelen te formuleren, voortgang te controleren en strategieën te evalueren. Het kan herinneren aan eerdere fouten, vragen welke aanpak de leerling kiest en achteraf reflectie uitlokken. AI neemt dan niet de regie over, maar maakt de fasen van plannen, uitvoeren en monitoren explicieter.

De meta-analyse van AI-feedback wijst erop dat zulke functies vooral leerzaam zijn wanneer leerlingen actief met de gegenereerde informatie moeten werken (Huang et al, 2026). Feedback die automatisch wordt gegeven maar niet wordt gelezen, begrepen of toegepast, heeft weinig waarde. De kwaliteit van feedback is daarom niet alleen een eigenschap van de boodschap. Zij wordt mede bepaald door de activiteit die erop volgt: verbeteren, vergelijken, verklaren, opnieuw proberen en verantwoorden.

De pedagogische context en meer bepaald de leraar blijven dus cruciaal. De leraar bepaalt welke fouten belangrijk zijn, wanneer onmiddellijke feedback wenselijk is, wanneer een leerling eerst zelf moet zoeken en wanneer een AI-antwoord moet worden besproken. De meest kansrijke configuratie is daarom doorgaans niet volledige automatisering, maar samenwerking:

AI vergroot de beschikbaarheid van oefening, uitleg en feedback, terwijl de leraar de inhoudelijke, sociale en normatieve regie behoudt.

3.3 Pedagogische orkestratie

AI kan leerprocessen op veel manieren ondersteunen: uitleg herformuleren, voorbeelden geven, voorkennis activeren, oefenvragen genereren, hints aanbieden, feedback versnellen, een redenering bevragen, taalbarrières verlagen, simulaties mogelijk maken en zelfregulatie structureren. Verschillende van die functies waren ook al beschikbaar in vroegere edtech-toepassingen, maar met GenAI nemen hun flexibiliteit, beschikbaarheid en onderlinge combinatie sterk toe.

Sommigen, en niet in het minst de grote AI-bedrijven, zien een grote toekomst in de personalisering van leren als strategie van radicale differentiatie. Intelligent tutoring systems kunnen leerprocessen aanpassen aan de noden van individuele leerlingen. Geautomatiseerde feedback en adaptieve distributie van leerinhouden worden eveneens door AI-tools mogelijk gemaakt. Sommigen zien in personalisering zelfs een manier om meer gelijke kansen in onderwijs te realiseren (Van Damme, 2022). De belofte is echter groter dan de reële mogelijkheden vandaag. Technische, maar zeker ook pedagogische hinderpalen staan in de weg (Vorobyeva, 2024). Leren is bovendien meer dan een individueel traject door leerinhouden. Het is ook deelname aan een gemeenschappelijke kenniswereld, het gesprek met leraren en medeleerlingen en de confrontatie met verwachtingen die niet door individuele voorkeuren worden bepaald.

In plaats van gepersonaliseerd leren als het algemene doel van AI in onderwijsleerprocessen te beschouwen, is pedagogische orkestratie een ruimer analytisch kader. Soms is directe uitleg van de leraar passend, soms oefening met automatische feedback, soms een gesprek in kleine groep, soms zelfstandig schrijven zonder hulpmiddel en soms kritische vergelijking van AI-antwoorden. Het gaat er niet om dat elke leerling permanent een individueel pad krijgt, maar dat verschillende vormen van ondersteuning doelgericht worden gecombineerd binnen een coherent curriculum en een sociale leeromgeving.

Pedagogische orkestratie betreft ook de volgorde waarin cognitieve functies aan bod komen. De review van Li et al. (2026) suggereert dat generatieve en evaluatieve processen niet vanzelf samen evolueren. GenAI kan het produceren van ideeën, voorbeelden en formuleringen sterk vergemakkelijken, terwijl kritisch vergelijken, selecteren en verantwoorden achterblijven. In kennisrijke taken ontstaat een andere dynamiek wanneer AI-output als voorlopig materiaal wordt behandeld en leerlingen in opeenvolgende stappen moeten genereren, vergelijken, verifiëren, betwisten, selecteren en reviseren. De evidentie hiervoor komt hoofdzakelijk uit het hoger onderwijs en is nog te heterogeen voor universele voorschriften, maar het patroon maakt duidelijk waarom de pedagogische context belangrijker is dan de loutere aanwezigheid van de tool.

Een van de belangrijkste inzichten uit de recente literatuur is daarnaast het onderscheid tussen een prestatie op een taak en diepgaand leren waarbij kennis duurzaam in het langetermijngeheugen wordt opgeslagen. AI kan een leerling in staat stellen een betere tekst, correcte code of oplossing te produceren zonder dat de onderliggende kennis en vaardigheid duurzaam worden opgebouwd. Yan et al. (2025) noemen dit de prestatieparadox. Fesler et al. (2026) vinden hetzelfde patroon in de causale onderzoeksliteratuur: prestaties verbeteren meestal wanneer AI beschikbaar is, maar effecten op toetsen zonder AI zijn gemengd en kunnen ook negatief zijn.

De wiskundestudie van Bastani et al. (2025) maakt het mechanisme zichtbaar. Leerlingen presteerden tijdens het oefenen beter met een algemene chatbot, maar vervolgens slechter bij een toets zonder de tool. Een versie met pedagogische waarborgen die hints gaf zonder het antwoord prijs te geven, voorkwam een groot deel van de schade. Dit onderscheid heeft ook methodologische gevolgen. Studies die alleen het product meten dat met AI is gemaakt, overschatten mogelijk de leerwinst. Deugdelijk onderzoek moet ook retentie, transfer, onafhankelijke prestatie en het gebruiksproces in beeld brengen.

De prestatieparadox is geen argument om positieve GenAI-effecten als schijnwinst af te doen. Zij is een methodologische eis om verschillende uitkomsten uit elkaar te houden: productkwaliteit, ondersteunde prestatie, onmiddellijke kennisverwerving, retentie, transfer en zelfstandige beheersing. Voor de eerste drie bestaat inmiddels substantieel positieve evidentie; over de laatste drie weten we aanzienlijk minder.

Pedagogische orkestratie van AI vraagt daarom aandacht voor het precieze ontwerp en de fasering van ondersteuning. Scaffolding - ondersteuning aanbieden en haar aanpassen of afbouwen naarmate beheersing groeit - blijft daarbij belangrijk. De kern is niet maximale of minimale AI-inzet, maar een leerarrangement waarin ondersteuning, zelfstandige verwerking, kritische evaluatie en sociale interactie elkaar op het juiste moment afwisselen.

3.4 De verdeling van cognitieve arbeid

Niet elke vorm van *cognitive offloading* is schadelijk voor duurzaam leren. Externe ondersteuning kan extrinsieke of overbodige belasting wegnemen en daardoor ruimte vrijmaken voor de cognitieve activiteit waarop het leerdoel is gericht. Een leerling kan AI bijvoorbeeld grammaticale fouten laten signaleren terwijl hij zelf bronnen beoordeelt en een argument structureert. De tool ontlast dan een secundaire taak. Wanneer dezelfde leerling een volledige argumentatie laat produceren, kunnen juist de handelingen verdwijnen waarmee schrijven en denken worden geleerd. Bij wiskunde kan een stapsgewijze hint de probleemoplossing ondersteunen, terwijl een compleet antwoord de relevante verwerking omzeilt.

Het onderscheid tussen ondersteunende *offloading* en *cognitive outsourcing* is daarom pedagogisch nuttig, maar niet als strikte dichotomie. In de conceptuele review van Guo en Ye (2026) loopt de taakverdeling van duplicatieve *offloading*, waarbij externe ondersteuning de interne verwerking aanvult, tot substitutieve *offloading*, waarbij het hulpmiddel haar grotendeels vervangt. *Cognitive outsourcing* kan worden begrepen als het substitutieve uiteinde van dat spectrum. Dezelfde bewerking kan afhankelijk van leerdoel, taakfase en expertise een andere betekenis hebben. Wat voor een expert routine is en zonder veel ontwikkelingsverlies kan worden uitbesteed, kan voor een beginner een noodzakelijke oefenroute zijn.

Mens-AI-samenwerking bestaat doorgaans uit een wisselende verdeling van probleemformulering, zoeken, selecteren, genereren, beoordelen, reviseren en beslissen. Het longitudinale onderzoek van Misiejuk et al. (2026) laat zien dat prompting een zichtbare indicator van die taakverdeling kan zijn. Hoogwaardige prestaties gingen samen met prompts die meer context en gerichte instructies bevatten. Bij opeenvolgende opdrachten vertoonden studenten echter ook een tendens naar minder contextuele en cognitief minder inspannende interacties en accepteerden zij AI-output vaak met beperkte kritische verwerking. Het onderzoek betreft een specifieke taak in het hoger onderwijs en meet geen duurzame leerwinst, maar het suggereert dat herhaald gebruik niet vanzelf tot cognitief rijkere samenwerking leidt.

De pedagogische vraag is dus niet eenvoudigweg hoeveel cognitief werk wordt uitbesteed, maar welke bewerkingen de leerling behoudt en welke interne kennis daardoor wordt opgebouwd.

Delegatie wordt vooral problematisch wanneer zij precies de activiteit wegneemt waardoor begrip, vaardigheid of beoordelingsvermogen moet ontstaan. De opgave voor het onderwijs bestaat niet in het vermijden van alle cognitieve externalisering, maar in het ontwikkelen van intelligente afhankelijkheid: kunnen inschatten wat aan hulpmiddelen kan worden toevertrouwd, welke kennis intern beschikbaar moet blijven, hoe resultaten worden gecontroleerd en wanneer technologie beter niet wordt gebruikt.

3.5 Metacognitieve afhankelijkheid en epistemische agency

De beslissing om een extern hulpmiddel in te schakelen is zelf een metacognitieve beslissing. Leerlingen schatten in wat zij zelf kunnen, hoe moeilijk een taak is, hoeveel inspanning nodig zal zijn en hoe betrouwbaar of nuttig een hulpmiddel vermoedelijk is. Die inschattingen zijn niet altijd goed gekalibreerd. Een leerling kan te snel externe hulp gebruiken omdat hij zijn eigen capaciteit onderschat, maar kan ondersteuning ook te laat inschakelen doordat hij zijn begrip of geheugen overschat.

Guo en Ye (2026) beschrijven *offloading* daarom als een dynamisch proces van monitoring en controle. Voorafgaande metacognitieve overtuigingen over de eigen capaciteiten en de betrouwbaarheid van een tool fungeren als anker. Tijdens de taak worden zij bijgesteld door concrete ervaringen met moeilijkheid, inspanning en prestatie. Het onderscheid tussen relatief stabiele metacognitieve overtuigingen en taakgebonden metacognitieve ervaringen helpt verklaren waarom algemene boodschappen over zelfvertrouwen niet altijd tot ander gedrag leiden, terwijl onmiddellijke, taakgerichte feedback soms wel een effect heeft. Hun bijdrage is vooral een theoretische, narratieve synthese; zij biedt een bruikbaar mechanistisch kader, maar geen effectschatting voor onderwijsinterventies.

Recente experimentele evidentie laat zien dat zulke keuzes in een begrensde taak trainbaar kunnen zijn. Ngai en Gilbert (2026) onderzochten in twee online experimenten met volwassenen ($N = 164$ en $N = 416$) of een korte interventie het gebruik van externe geheugensteun kon verbeteren. Deelnemers voorspelden tijdens vijf oefenrondes hun eigen geheugenprestatie en kregen vervolgens correcte feedback over hun feitelijke resultaat. Die combinatie verbeterde zowel de kalibratie van het zelfoordeel als de keuze om al dan niet reminders te gebruiken; alleen voorspellingen maken was onvoldoende. De effecten betroffen vooral de absolute afstand tot de individueel optimale strategie: bij sommige deelnemers moest vertrouwen toenemen en bij andere afnemen. De taak ging over onmiddellijke geheugenprestatie en beloning, niet over duurzame kennisverwerving. Het is nog onbekend of de effecten standhouden, naar andere domeinen transfereren of ook optreden bij generatieve AI en in schoolse leerprocessen.

Die beperking is voor onderwijs fundamenteel. Wat in een laboratoriumtaak optimaal is voor de onmiddellijke score, kan vanuit het perspectief van leren suboptimaal zijn. Een leerling kan door meer te offloaden sneller en accurater presteren, maar daardoor minder oefenen, onthouden of begrijpen. Metacognitieve kalibratie in onderwijs heeft daarom minstens twee referentiepunten: de vraag of een hulpmiddel de huidige taakuitvoering verbetert en de vraag of de gekozen taakverdeling bijdraagt aan het leerdoel op langere termijn.

GenAI voegt aan dit vraagstuk het risico van fluency en metacognitieve afhankelijkheid toe. De output komt snel, zelfverzekerd en schijnbaar moeiteloos. Leerlingen kunnen herkenning en begrijpelijkheid als signalen van beheersing interpreteren, terwijl zij de inhoud niet zelfstandig kunnen reproduceren of toepassen. Fan et al. (2025) spreken in dit verband over metacognitieve luiheid: wanneer AI automatisch een plan, samenvatting, evaluatie en volgende stap aanbiedt,

kan niet alleen de uitvoering maar ook de regulering van het leren worden uitbesteed. Dat hoeft geen bewuste luiheid te zijn; het kan een geleidelijke aanpassing zijn aan een omgeving waarin delegatie efficiënt en voortdurend beschikbaar is. De longitudinale bevindingen van Misiejuk et al. (2026), waarin interacties gemiddeld minder contextueel en minder kritisch werden, maken dit risico empirisch plausibeler.

Tegelijk is minder mentale inspanning niet automatisch ongunstig. Deng et al. (2025) vonden dat ChatGPT-gebruik in hun synthese samenging met minder ervaren inspanning én betere leeruitkomsten. Dat past bij de cognitive load theory: onderwijs streeft niet naar maximale inspanning, maar naar verwerking die relevant is voor het leerdoel. Wanneer AI extrinsieke belasting vermindert, kan meer capaciteit beschikbaar komen voor begrip en probleemoplossing. Wanneer zij de generatieve verwerking overneemt waardoor kennis wordt opgebouwd, kan dezelfde vermindering van inspanning het leren ondermijnen.

In de literatuur tekent zich daarom een onderzoekslijn af waarin voorspellen, uitvoeren, feedback ontvangen en reflecteren als één cyclus worden ontworpen. Leerlingen kunnen vooraf inschatten wat zij zelf beheersen en welke ondersteuning nodig is, achteraf hun inschatting met de feitelijke prestatie vergelijken en verantwoorden welke AI-suggesties zij hebben gebruikt, aangepast of verworpen. AI kan dan als cognitieve spiegel of Socratische partner functioneren (Lodge & Loble, 2026). De evidentie is nog onvoldoende om zulke werkwijzen als algemeen werkzame aanpak te beschouwen, maar zij verschuiven de aandacht van louter toolgebruik naar de kwaliteit van het metacognitieve oordeel eromheen.

3.6 Aandachtsregulatie

AI verkleint de afstand tussen vraag en antwoord. Dit kan nutteloze wachttijd wegnemen en snelle feedback mogelijk maken, maar verandert ook de tijdsdimensie van leren. Formuleren, aarzelen, terughalen, een mislukte strategie volhouden en zelf een structuur bouwen zijn cognitieve activiteiten die minder ruimte krijgen wanneer een vloeiend antwoord onmiddellijk beschikbaar is. Het risico is dat er gewenning ontstaat aan een leerproces waarin elke onzekerheid meteen extern wordt opgelost. Aandachtsregulatie en het vermogen langere tijd bij een probleem te blijven zijn daarom fundamentele, niet-delegeerbare capaciteiten die voor duurzaam leren noodzakelijk zijn (Van Damme, 2026a).

Dit betekent niet dat elke aarzeling of frictie productief is. Verwarrende instructies, repetitieve administratie of ontoegankelijke taal zijn geen educatieve verdiensten. Het is wanneer inspanning en aarzeling een deel van het leerproces zijn dat ze ook constructief zijn. Goed ontwerp maakt die grens zichtbaar door tijd voor zelfstandige generatie, gerichte feedback, revisie en reflectie in te bouwen, in plaats van snelheid als vanzelfsprekende kwaliteitsmaatstaf te nemen.

Leren is bovendien meer dan het verwerven van expliciete antwoorden. Door oefening, deelname, materiaalgebruik, voorbeelden en sociale feedback wordt kennis opgebouwd. Een leerling leert niet alleen de regel, maar ook relevante kenmerken herkennen, uitzonderingen zien en handelen onder onzekerheid. Simulaties en AI-dialogen kunnen zulke ontwikkeling ondersteunen, maar niet alle lichamelijke, materiële, sociale en normatieve ervaringen vervangen waaruit expertise groeit (Van Damme, 2026b).

Aandacht is de ‘gateway’ tot leren genoemd (Keller et al, 2020). Het vermogen om gedurende lange tijd aandacht te focussen is een cruciale voorwaarde voor succesvol leren. Helaas is het belang van aandacht in het onderwijs de laatste decennia onvoldoende onderkend. Leerlingen worden met zeer veel afleiders geconfronteerd die de aandacht afleiden: visuele, auditieve,

architecturale en natuurlijk ook digitale afleiders (Van Damme & Fadel, 2025). Leraren rapporteren op grote schaal dat leerlingen meer moeite hebben om hun aandacht gedurende langere tijd bij complexe taken te houden. Deze ervaring wordt ondersteund door internationaal perceptieonderzoek en, voor de post-COVID periode, door longitudinaal onderzoek naar executieve functies. Ook bestaat er een groeiende, zij het nog niet eenduidige literatuur die intensief of problematisch digitaal mediagebruik – en vooral sociale media met hun voortdurende notificaties – in verband brengt met toenemende onoplettendheid.

Dit bewijst echter niet dat de intrinsieke aandachtsspanne van opeenvolgende generaties is afgenomen. Aandacht heeft geen vaste tijdsduur, maar een ontwikkelbare, taak- en contextafhankelijke capaciteit. Waarschijnlijk is vooral de omgeving veranderd: leerlingen worden vaker afgeleid en onderbroken, raken gewend aan snelle wisselingen en onmiddellijke respons, en oefenen mogelijk minder in het volhouden van cognitieve activiteit zonder externe stimulering. GenAI kan deze ontwikkeling versterken wanneer zij het interval tussen vraag en antwoord verder verkort en cognitieve wrijving systematisch wegneemt. Zij kan aandacht echter ook ondersteunen wanneer zij het leerproces structureert zonder de cognitieve activiteit van de leerling over te nemen. Een educatieve toepassing kan irrelevante informatie beperken, een complexe taak in overzichtelijke fasen structureren, de leerling terugbrengen naar de hoofdvraag en afleidingen signaleren. Opnieuw gaat het om het design van onderwijsleerprocessen: het doelgericht opbouwen van duurzame aandacht en gewenning aan volgehouden inspanning.

Onderwijs moet aandacht daarom niet zozeer als een conditie beschouwen, maar als een capaciteit die moet worden beschermd én geoefend. Dat vraagt om perioden van ononderbroken lezen, schrijven, luisteren en probleemoplossing; heldere normen rond apparaten; taken die geleidelijk langer en complexer worden; en leeromgevingen waarin niet elke moeilijkheid onmiddellijk wordt opgeheven.

3.7 Opkomende patronen in pedagogisch ontwerp

De evidentiebasis is nog te jong en te contextgebonden om stabiele, universele ontwerpregels vast te leggen. Veel onderzoek komt uit het hoger onderwijs, betreft korte interventies en bestudeert zorgvuldig begeleide voorlopers. Over verschillende studies heen keren wel een aantal ontwerp vragen en patronen terug. Zij kunnen als heuristiek dienen voor verdere ontwikkeling en evaluatie, niet als afgeronde blauwdruk:

- een expliciet leerdoel en een duidelijke omschrijving van de uitkomst die wordt gemeten, als vertrekpunt in plaats van de beschikbare technologische functie;
- een bewuste verdeling van cognitieve bewerkingen tussen leerling, leraar en systeem, met aandacht voor wat de leerling zelf moet leren uitvoeren;
- AI-output als voorlopig materiaal dat wordt vergeleken, geverifieerd, verantwoord en gereviseerd, eerder dan als afgewerkt antwoord;
- een koppeling tussen divergente generatie van ideeën en convergente, kritische selectie en beoordeling;
- feedback, hints, oefening en alternatieven die worden afgestemd op taakfase en beheersingsniveau, met ondersteuning die kan worden aangepast of afgebouwd;
- cycli van voorspelling, prestatie, feedback en reflectie die metacognitieve kalibratie en bewuste toolkeuze zichtbaar maken;
- momenten van zelfstandige prestatie en evaluatie van retentie, transfer en zelfstandige beheersing naast productkwaliteit;

- bescherming van langere perioden van aandacht en productieve inspanning, en verbinding met sociale, lichamelijke, materiële en ervaringsgerichte leeractiviteiten;
- pedagogische orkestratie en reële interventiemogelijkheden bij de leraar, ook wanneer AI een deel van de uitvoering ondersteunt;
- evaluatie van het volledige mens-AI-systeem, met inbegrip van agency, gelijke kansen, professionele ontwikkeling en mogelijke afhankelijkheid.

4 Leraarschap

4.1 Het beroep verandert

Bij leraren en hun organisaties bestaat begrijpelijke ongerustheid over de impact van AI op de toekomst van het beroep. In publieke discussies wordt soms een scenario geschetst waarin intelligente agents of robots de leraar vervangen. De huidige evidentie ondersteunt geen grootschalige vervanging van het lerarenberoep. Het waarschijnlijker scenario is een ingrijpende herconfiguratie van taken, verantwoordelijkheden en professionele kennis. Juist daarom nodigt de komst van AI uit om scherper te definiëren wat de kern van het leraarschap is.

Het leraarschap combineert vakinhoudelijke kennis, pedagogische ontwerp-kennis, relationele vaardigheden en empathie, leiderschap, normatief oordeelsvermogen en verantwoordelijkheid. Die kennis en vaardigheden worden deels meegegeven in de initiële opleiding tot leraar, maar ontwikkelen zich ook door ervaring in de onderwijspraktijk. Een belangrijk deel daarvan is tacit knowledge: ervaren leraren herkennen relevante signalen, voelen timing aan, onderscheiden een incidentele fout van een hardnekkige misconceptie en passen algemene regels aan een concrete klas aan. Sommige taken zijn goed te automatiseren of te versnellen, zoals een eerste lesvoorbereiding, varianten van oefeningen, vertaling, eenvoudige rubricering en samenvatting van notities. Andere taken vragen geïntegreerde expertise die niet in een generieke output besloten ligt: herkennen waarom een leerling vastloopt, inschatten wanneer steun moet worden afgebouwd, betekenis geven aan gedrag, een veilige groep vormen en verantwoorde verwachtingen stellen (Van Damme, 2026b).

AI zal naar verwachting delen van het takenpakket ingrijpend reconfigureren. Leraren kunnen minder tijd besteden aan het vanaf nul produceren van materiaal en meer aan selectie, verificatie, aanpassing en orkestratie. Dat kan professionele tijd vrijmaken, maar ook nieuw controlewerk en planlast creëren. Doucet (2026) beschrijft het risico dat professioneel werk verschuift van ontwerpen aan de voorkant naar repareren en controleren aan de achterkant. De AI-gegenereerde output lijkt op een les, maar bevat niet vanzelf het redeneringsproces waarmee inhoud, didactische methode, klasmanagement en tijd op elkaar worden afgestemd. Wanneer controlewerk routinematig wordt, kan de leraar sneller maar professioneel armer gaan werken. Dat is een mogelijk traject van de-skilling.

Een bruikbaar schema om het pedagogische takenpakket te analyseren is de keten beslissen - uitvoeren - realiseren en opvolgen. In het ontwerpen van lessen omvat beslissen het bepalen van doelen, beginsituatie, inhoud en didactische aanpak; uitvoeren omvat het samenbrengen van lesmateriaal, vragen en feedback; realiseren omvat lesgeven, observeren, bijsturen, communiceren en de gevolgen dragen. AI maakt vooral delen van de middelste laag goedkoper. Daardoor worden de eerste en laatste laag relatief belangrijker: het probleem juist formuleren, kwaliteit definiëren, output in een concrete klas laten werken en verantwoordelijkheid opnemen.

De uitvoeringslaag is echter niet louter routine. Door zelf lessen te ontwerpen, werk van leerlingen te lezen en feedback te formuleren, bouwen leraren de kennis en patronen op die later hun oordeel over de voortgang van leerlingen beïnvloeden. Die kennis ontwikkelt zich geleidelijk over jaren van beroepsuitoefening. Wat voor een ervaren leraar veilig kan worden uitbesteed, kan voor een startende leraar een noodzakelijke taak zijn om het beroep te leren. Taakreconfiguratie moet daarom niet alleen op productiviteit, maar ook op professionele ontwikkeling worden beoordeeld.

Onderzoek naar sociale robots laat voorlopig vooral een aanvullende rol zien. Sommige experimentele studies rapporteren positieve effecten op prestaties, motivatie of inzet, maar de uitkomsten hangen sterk af van de precieze functie van de robot en de onderwijscontext (Fung et al., 2024). In een meta-analyse van 146 studies waren de effecten het gunstigst wanneer een humanoïde robot als co-teacher of assistent samen met een menselijke leraar werd ingezet (de Winter et al., 2026). Deze literatuur is heterogeen en zegt weinig over de vervanging van de geïntegreerde professionele rol van de leraar.

Autor en Thompson (2025) laten zien waarom de tegenstelling tussen vervanging en complementariteit te eenvoudig is. Beroepen bestaan uit taken met uiteenlopende expertisevereisten. Wanneer technologie vooral eenvoudige taken overneemt, kunnen de resterende menselijke taken gemiddeld complexer worden. Wanneer zij juist de moeilijke taken automatiseert die een beroep zijn schaarste en status geven, kan de waarde van bestaande expertise afnemen.

Acemoglu, Autor en Johnson (2026) maken het onderscheid nog fijnmaziger. Zij onderscheiden technologie die bestaande arbeid versterkt, kapitaal productiever maakt, taken automatiseert, expertise tussen groepen nivelleert of nieuwe taken creëert. Het is een economisch en normatief raamwerk, geen effectstudie van onderwijs, maar het helpt verschillende trajecten voor het leraarschap te onderscheiden. Een toepassing die lesvoorbereiding versnelt, maakt bestaande arbeid productiever zonder noodzakelijk de waarde van professionele expertise te verhogen. Een systeem dat minder ervaren leraren in staat stelt expertachtige taken uit te voeren, kan hun handelingsmogelijkheden verbreden, maar tegelijk de schaarste van bestaande expertise verminderen of de opbouw ervan omzeilen. AI kan ook nieuwe taken en nieuwe expertisegebieden doen ontstaan, bijvoorbeeld rond pedagogische orkestratie, verificatie, interpretatie van leerdata en het ontwerp van mens-AI-samenwerking.

Reële toepassingen zullen meestal elementen van verschillende categorieën combineren. De relevante vraag is daarom niet alleen welke taken AI overneemt, maar ook welke nieuwe taken ontstaan, wie ze uitvoert, welke expertise daardoor meer of minder waardevol wordt en of beginnende en ervaren leraren voldoende gelegenheid behouden om hun professionele oordeel verder te ontwikkelen.

4.2 Versterking van leraarschap

AI is echter niet alleen een verhaal van risico's en bedreigingen voor het leraarschap. Er zijn talloze manieren waarop verstandig gebruik van AI het leraarschap kan versterken. De meest onmiddellijke toepassingen liggen in voorbereiding en ondersteuning van de doceertaken van leraren. AI kan voorbeelden op verschillende moeilijkheidsniveaus genereren, teksten toegankelijker maken, misconcepties helpen categoriseren, vragen voor *retrieval practice* voorstellen, materiaal vertalen, feedbackclusters maken en administratieve tekst samenvatten. In de door Fesler et al. (2026) besproken proef van Roy et al. (2024) besteedden leraren met ChatGPT en een gebruiksgids ongeveer dertig procent minder tijd aan les- en

materiaalvoorbereiding, zonder meetbaar kwaliteitsverlies in blinde expertbeoordelingen. De tijdswinst bleef bestaan terwijl leraren het systeem later selectiever gebruikten. Dit suggereert dat professionals kunnen leren waar AI waarde toevoegt en waar niet.

AI kan ook helpen om expertise te schalen zonder de menselijke begeleider te vervangen. Tutor CoPilot gaf menselijke tutors tijdens gesprekken suggesties en verbeterde vooral de prestaties van minder ervaren of lager beoordeelde tutors (Wang et al., 2025). Het mechanisme is relevant voor scholen: AI kan een professionele omgeving verrijken met voorbeelden en diagnostische aanwijzingen, terwijl de leraar de situatie beoordeelt en handelt. Het doel is dan niet één kunstmatige tutor per leerling, maar betere menselijke ondersteuning door meer leraren en begeleiders.

Dit voorbeeld illustreert het verschil tussen automatiseringsagenten en samenwerkingsagenten. Een automatiseringsagent ontvangt een doel en voert een reeks stappen grotendeels zelfstandig uit. Een samenwerkingsagent genereert opties, maakt informatie zichtbaar, stelt vragen en reageert op menselijke correcties. Beide systemen moeten anders worden ontworpen en geëvalueerd. Voor de pedagogische kern van het leraarschap zijn samenwerkingsagenten doorgaans veiliger en interessanter, omdat de fundamentele beslissingen bij de professional blijven en het systeem diens aandacht en oordeel ondersteunt in plaats van vervangt (Narayanan, 2026).

Een derde mogelijkheid is formatieve analyse. AI kan patronen in antwoorden zichtbaar maken die in een grote klas moeilijk te overzien zijn. De toegevoegde waarde ontstaat pas wanneer de analyse is gekoppeld aan concrete didactische handelingsopties en wanneer de leraar de classificatie kan bevragen. Een dashboard dat alleen maar indicatoren toont, vergroot de informatiebelasting. Een systeem dat relevante signalen ordent, kan het professionele gesprek juist versterken.

4.3 Effecten op leerprestaties van leerlingen

Het toenemend gebruik van AI-tools door leraren blijkt veel voordelen op te leveren. Die zitten vooral in tijdswinst, de kwaliteit van lesvoorbereidingen en leermiddelen, gebruiksgemak en gepercipieerde vermindering van werkdruk. De effecten op leerprestaties van leerlingen zijn echter nog nauwelijks in beeld gekomen. De verwachting is wel dat AI leraren kan helpen betere voorbeelden, vragen, verklaringen en feedbackstrategieën te kiezen.

De literatuur suggereert drie mogelijke bronnen van leerwinst. Ten eerste kan AI professionele expertise opschalen door minder ervaren leraren en tutors toegang te geven tot betere vragen, materialen en feedbackstrategieën. Ten tweede kan zij routinewerk verminderen, zodat meer tijd beschikbaar komt voor diagnose, uitleg en persoonlijke interactie. Ten derde kan zij informatie over leerlingleren sneller vertalen in concrete interventies. Deze mechanismen werken echter niet automatisch. Een Engelse gerandomiseerde evaluatiestudie door het EEF met 259 wetenschapsleraren vond bijvoorbeeld dat gebruik van ChatGPT de voorbereidingstijd met 31% verminderde, terwijl beoordelaars geen kwaliteitsverlies in de geproduceerde lesmaterialen vaststelden (Roy et al, 2024). De studie onderzocht echter niet of leerlingen daardoor meer leerden. Het laat dus zien dat een taak efficiënter kan worden uitgevoerd, maar niet dat de vrijgekomen tijd automatisch in kwaliteit van de instructie en in leerwinst wordt omgezet.

Een recente nog niet peer-gereviewde studie zorgt echter voor nuance. Een gerandomiseerd veldexperiment in een private scholengroep in Turkije gaf leraren toegang tot een generatieve AI-assistent (Sungu, Lira, & Duckworth, 2026). Leraren gebruikten die tool voornamelijk voor de productie van lesmaterialen, opdrachten en toetsen. Gemiddeld verbeterden de leerprestaties

echter niet, terwijl leerlingen de lessen als minder interessant, minder plezierig en minder belangrijk ervoeren. Bij vooraf lager presterende leraren daalden bovendien de gestandaardiseerde prestaties en de motivatie van leerlingen.

Deze studie waarschuwt tegen de veronderstelling dat toegang tot een productiviteitsinstrument vanzelf tot betere instructie. AI kan professionele verschillen tussen leraren verkleinen wanneer zij minder ervaren leraren helpt expertachtige pedagogische handelingen uit te voeren. Zij kan die verschillen juist vergroten wanneer zij cognitief en vakdidactisch ontwerpwerk overneemt dat de leraar onvoldoende kan beoordelen, aanpassen en contextualiseren. Ook bij leraren is er dus een risico van cognitive outsourcing: het creatieve pedagogische denkwerk dat vooral bij de start van de opbouw van professionele expertise. In het feit dat de mediane interactie met ChatGPT uit slechts twee prompts. Dat wijst eerder op korte opdracht-outputinteracties dan op een iteratief ontwerpproces waarin de leraar kritisch onderzoekt en verder bewerkt.

4.4 Werkdruk en professionele autonomie

De efficiëntiewinst die leraren met AI-toepassingen kunnen boeken, kan worden gebruikt om onderwijs kwalitatief te versterken, maar kan ook worden gecapteerd door systemen van verantwoording en planlast. Een school die leerlingenevaluaties deels automatiseert en rapporten sneller laat schrijven, kan het aantal rapporteringsvelden uitbreiden. Besturen of inspectie kunnen scholen en leraren die geautomatiseerde lesplannen gebruiken bijkomende verantwoording vragen. Wanneer processen goedkoper worden, kunnen scholen meer variatie, frequentere feedback, intensievere opvolging en uitgebreidere rapportering gaan eisen. Dat kan soms kwaliteit toevoegen, maar kan eveneens de planlast vergroten zonder aantoonbare onderwijswinst. Productiviteitswinst kan daarom niet uitsluitend worden afgemeten aan het aantal geautomatiseerde processen, maar moet ook worden bekeken in termen van werkelijk vrijgekomen professionele tijd en de bestemming daarvan.

De analyse van Acemoglu et al. (2026) maakt duidelijk dat de richting van technologiegebruik niet in de technische functie zelf ligt besloten. Eenzelfde capaciteit om gegevens te analyseren en aanbevelingen te genereren kan worden ingericht als ondersteuning van professioneel oordeel, maar ook als instrument voor standaardisering, monitoring en centrale controle. De gevolgen voor autonomie hangen daardoor samen met organisatorische doelen, eigenaarschap van data, beslissingsrechten en de manier waarop tijds- en productiviteitswinsten worden verdeeld.

Daarmee komt de vraag centraal te staan wie over de inzet van AI en de bestemming van de vrijgekomen tijd beslist. Voor reële professionele verantwoordelijkheid is van belang dat leraren kunnen weten wanneer en waarvoor AI is gebruikt, output kunnen wijzigen of verwerpen, toegang houden tot relevante gegevens en niet individueel aansprakelijk worden gemaakt voor systeemfouten die zij redelijkerwijs niet konden detecteren. Ook hun betrokkenheid bij procurement en evaluatie is relevant. Het criterium is niet dat de leraar altijd de laatste klik uitvoert, maar dat professionele verantwoordelijkheid gepaard gaat met kennis, tijd, bevoegdheid en de mogelijkheid om anders te beslissen.

Professionele zeggenschap heeft bovendien een collectieve dimensie. Schoolbesturen en overheden staan voor vragen over welke taken worden geautomatiseerd, of AI-data voor personeelsbeoordeling mogen worden gebruikt, wie eigenaar is van door leraren ontwikkelde prompts en materialen, en hoe tijds- of productiviteitswinst wordt verdeeld. Zulke keuzes bepalen mede of AI het leraarschap verdiept, nivelleert of verarmt.

5 Curriculum

5.1 Misconcepties

De meeste mensen kunnen zich wel een idee vormen van de mogelijke impact van AI op het leren en onderwijzen. Maar de impact op het curriculum wordt als veel minder voor de hand liggend gezien. Het curriculum – in de vorm van eindtermen, minimumdoelen, leerplannen, enz. – ligt immers toch vast? Echter, de meest fundamentele vraag die AI in onderwijs zal oproepen gaat niet over het ‘hoe’ van onderwijs, maar wel over het ‘wat’: wat moeten leerlingen in een AI-wereld kennen en kunnen?

Een andere oppervlakkige reactie op de komst van AI in het onderwijs is de roep om AI-competenties. Het is uiteraard essentieel dat leerlingen en studenten AI begrijpen en kunnen gebruiken, dat ze leren hoe een goede prompt moet geschreven worden, dat ze begrijpen hoe de output van GenAI tot stand komt, dat ze die output kritisch kunnen bekijken, en dat ze ethische en sociale aspecten en risico's van AI kunnen onderkennen. Maar de impact op het curriculum gaat veel verder dan alleen leren over AI.

Een laatste misvatting die ten tijde van de opkomst van het Internet wijdverspreid was en nu opnieuw de kop opsteekt, is dat kennis minder belangrijk wordt in het onderwijscurriculum omdat kennis met een vingervuurtje kan oproepen worden. De nieuwe Engelse onderwijsminister Lucy Powell formuleerde het ooit eens op Twitter als volgt: “What’s the point in regurgitation of knowledge when we all have the knowledge we need at our finger tips. It’s how we use, manipulate, combine and create with that knowledge that’s needed.” (30 december 2018). En jammer genoeg hebben vele andere beleidsmakers in dezelfde zin het belang van kennis geminimaliseerd.

GenAI verandert uiteraard de verhouding tussen mensen en kennis. Informatie kan vrijwel onmiddellijk worden opgezocht, samengevat, vertaald, geherformuleerd en gecombineerd. Daardoor lijkt het op het eerste gezicht minder noodzakelijk dat leerlingen zelf veel kennis verwerven. Waarom feiten, procedures of voorbeelden onthouden wanneer een externe technologie ze sneller en uitgebreider kan leveren? Externe beschikbaarheid van kennis is echter fundamenteel iets anders dan het bezitten en kunnen oproepen van kennis door een mens. Extern beschikbare informatie wordt pas bruikbaar wanneer iemand voldoende interne kennis bezit om haar te begrijpen, te verbinden, te beoordelen en in een concrete situatie toe te passen. Wie weinig weet, heeft niet alleen minder kennis paraat, maar beschikt ook over minder begrippen om goede vragen te stellen, minder referentiepunten om onwaarschijnlijke antwoorden te herkennen en minder criteria om de kwaliteit van AI-output te beoordelen. Dit maakt de vraag naar wat leerlingen moeten kennen en kunnen niet minder, maar juist nog veel belangrijker.

5.2 Het belang van een kennisrijk curriculum

Een kennisrijk curriculum vertrekt van de vaststelling dat denken niet in een inhoudelijk vacuüm plaatsvindt. Begrijpend lezen, kritisch denken, probleemoplossing en creativiteit steunen op kennis die in het langetermijngeheugen is opgeslagen. Kennis maakt het mogelijk patronen te herkennen, nieuwe informatie te interpreteren en verbanden te leggen zonder het beperkte werkgeheugen voortdurend te overbelasten. Nieuwe informatie wordt gemakkelijker geleerd wanneer zij kan worden verbonden met reeds aanwezige kennisstructuren.

Surma et al. (2025) plaatsen die cognitieve functie van kennis centraal. Een kennisrijk curriculum is bij hen geen curriculum dat zoveel mogelijk losse feiten opstapelt. Het is een curriculum dat leerlingen systematisch toegang geeft tot begrippen, feiten, verklaringsmodellen, vocabulaire, voorbeelden en culturele referentiekaders waarmee zij steeds complexere aspecten van de wereld kunnen begrijpen. Begrip, kritisch denken en bronbeoordeling zijn sterk afhankelijk van domeinkennis. Wie de geschiedenis, wetenschap of grammatica van een onderwerp onvoldoende kent, kan een overtuigende fout moeilijk herkennen.

Dat is vooral belangrijk bij GenAI, omdat de output doorgaans vloeiend en overtuigend wordt aangeleverd. De zelfverzekerdheid van de output van bijvoorbeeld ChatGPT kan gemakkelijk worden verward met inhoudelijke juistheid. Een gebruiker met weinig voorkennis is minder goed geplaatst om te bepalen of een antwoord accuraat is. Hier ontstaat opnieuw de noviceparadox. Experts kunnen AI vaak productief gebruiken omdat zij beschikken over kennis waarmee zij output kunnen beoordelen en fouten kunnen herkennen. Beginners hebben juist meer moeite om de kwaliteit van de gegenereerde output te evalueren. Wanneer zij AI gebruiken om het denkwerk over te nemen dat nodig is om expertise op te bouwen, kan de technologie het verschil tussen novice en expert eerder versterken dan verkleinen.

Een kennisrijk curriculum is daarom geen nostalgische reactie op AI. Het vormt een voorwaarde voor autonomie in een omgeving waarin overtuigend geformuleerde informatie voortdurend beschikbaar is. De erkenning van het belang van kennis betekent niet dat alle beschikbare informatie moet worden gememoriseerd. Geen curriculum kan de volledige kennisvoorraad van een samenleving bevatten. Mensen hebben altijd externe hulpmiddelen gebruikt: boeken, tabellen, kaarten, woordenboeken, rekenmachines, bibliotheken en databanken. AI breidt die infrastructuur uit met systemen die niet alleen informatie bewaren, maar ook informatie verwerken en nieuwe producten genereren.

5.3 Cognitieve competentie

Toch is de erkenning van het blijvende belang van kennis en dus van de noodzaak van een kennisrijk curriculum op zich niet voldoende. De komst van AI in het onderwijs, in werkomgevingen en in het dagelijks leven roept moeilijke vragen op over welke kennis precies noodzakelijk is. En bovendien is het concept kennis zelf ook onvoldoende breed om de brede doelen van onderwijs te vatten.

Het Center for Curriculum Redesign (CCR) in Boston (USA) doet al jaren R&D-werk rond de vraag hoe het curriculum er in een AI-tijdperk moet uitzien. Het fundamentele raamwerk met de vier dimensies van een modern curriculum werd in 2015 geformuleerd: kennis, vaardigheden, karakter en meta-leren (Fadel et al., 2015). In *Education for the Age of AI* wordt dit raamwerk geactualiseerd. Traditionele kennisdomeinen moeten worden gemoderniseerd; vaardigheden zoals kritisch denken, creativiteit, communicatie en samenwerking blijven relevant; karaktereigenschappen zoals nieuwsgierigheid, moed, veerkracht en ethiek krijgen gewicht; meta-leren omvat metacognitie en het vermogen het eigen leren te sturen. De recentere uitwerking benadrukt daarnaast motivatie, identiteit, *agency* en *purpose* (Fadel et al., 2024). Dit zijn op zich geen curriculumonderdelen, maar dimensies die in disciplinaire vakinhouden kunnen worden georganiseerd. Curriculaire *engineering*, het inhoudelijke equivalent van *instructional design* in de didactiek, is een permanente uitdaging om ervoor te zorgen dat het curriculum relevant blijft in een tijdperk waarin AI op een stormachtige manier om zich heen grijpt.

De verhouding tussen kritisch en creatief denken krijgt in een AI-omgeving een bijzondere betekenis. De review van Li et al. (2026) suggereert dat GenAI de divergente productie van ideeën, formuleringen en alternatieven kan vergroten zonder dat convergente evaluatie en kritisch oordeel automatisch meegroeien. Dat verschuift het curriculumvraagstuk. Creatieve vloeïendheid is niet hetzelfde als originaliteit of kwaliteit, en een veelheid aan mogelijkheden is nog geen beargumenteerde keuze. Kritisch en creatief denken functioneren daarom het best als elkaar afwisselende processen binnen kennisrijke taken: mogelijkheden genereren, criteria toepassen, bronnen en redeneringen beoordelen, alternatieven selecteren en keuzes verantwoorden.

Menselijke adaptabiliteit is daarbij noodzakelijk. Adaptabiliteit veronderstelt voldoende stabiele kennis om veranderingen te interpreteren, cognitieve flexibiliteit om strategieën te herzien, metacognitie om eigen beperkingen te herkennen en veerkracht om opnieuw te leren. Onderwijs moet daarom niet alleen voorbereiden op het huidige AI-instrumentarium, maar leerlingen leren hoe zij bij veranderende technologieën kennis kunnen actualiseren en tegelijk hun oordeel behouden.

Welke aspecten van een curriculum kunnen worden geautomatiseerd of gedelegeerd aan intelligente systemen, moet het voorwerp worden van permanente discussie en maatschappelijk debat. Technologische systemen, en ook AI, raken cognitieve competentielagen immers asymmetrisch. Routinehandelingen zijn gemakkelijker te automatiseren dan conceptueel begrip, integratieve betekenisgeving en epistemische verantwoordelijkheid. Onderwijs heeft daarom een herverdelingsopdracht: fundamentele capaciteiten beschermen, instrumentele routines selectief automatiseren, conceptueel en structureel begrip verdiepen, brede betekenisgeving opbouwen en epistemische meta-competentie expliciet onderwijzen. In een recente paper voor het CCR heb ik dit uitgewerkt in een model van vijf lagen van cognitieve competentie, hun betekenis voor onderwijs en hun relatie tot AI (Van Damme, 2026a). Dit model is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Vijf lagen van cognitieve competentie

Cognitieve laag	Onderwijsprioriteit	Relatie tot AI
1. Fundamentele menselijke capaciteiten: aandacht, geheugen, taalbegrip, ruimtelijke en temporele oriëntatie	Behouden en doelgericht cultiveren; zij vormen de basis voor alle hogere leerprocessen.	Functioneel soms vervangbaar, maar niet delegeerbaar als grondslag voor begrip, foutdetectie en autonomie.
2. Procedurele en instrumentele vaardigheden: berekenen, zoeken, formuleren, routine-uitvoering	Voldoende zelfstandig beheersen en daarna strategisch automatiseren, afhankelijk van leeftijd en leerdoel.	AI kan uitvoering versnellen, maar mag de oefenroute niet vervangen voordat relevante beheersing is opgebouwd.
3. Conceptueel en structureel begrip: modellen, causaliteit, abstractie, transfer binnen domeinen	Verdiepen als primair curriculair doel; relaties, principes en verklaringen centraal stellen.	Nodig om AI-output te begrijpen, toe te passen, te corrigeren en naar nieuwe situaties over te dragen.
4. Integratieve betekenisgeving: contextualisering, patroonherkenning, verbinding tussen domeinen	Opbouwen via gevarieerde gevallen, vergelijking, synthese en authentieke toepassing.	Mens-AI-prestatie wordt pas betekenisvol wanneer de gebruiker output in een bredere context kan situeren.
5. Epistemische meta-competentie: oordeel, verificatie, onzekerheid, toolkeuze, verantwoordelijkheid	Expliciet en vakgebonden onderwijzen als intellectuele en civieke kerncompetentie.	AI-ondersteunde cognitie superviseren, vertrouwen kalibreren en weten wanneer een systeem niet te gebruiken.

5.4 Expertise als curriculumdoel

De beschikbaarheid van GenAI maakt het noodzakelijk een onderscheid te maken tussen expertise-achtige prestaties en het daadwerkelijke bezit van expertise. Een leerling of beroepsbeoefenaar kan met behulp van AI een kwalitatief hoogstaand product afleveren – een tekst, analyse, computerprogramma, diagnose of ontwerp – zonder alle kennis en cognitieve bewerkingen te beheersen die vroeger voor zo’n product nodig waren. Daardoor wordt taakprestatie een minder betrouwbare indicator van expertise.

In een AI-tijdperk mag van het curriculum verwacht worden dat het leerlingen voorbereidt om expertise op te bouwen, daarbij AI te gebruiken en zich aan veranderende grenzen tussen menselijke en geautomatiseerde expertise aan te passen. Een veelgehoorde veronderstelling daarbij is dat AI routinetaken overneemt en dat mensen daarom allemaal complexer werk zullen doen. Dat is ook het argument voor de vaakgehoorde claim rond ‘upskilling’.

In een belangrijke recente paper tonen Autor en Thompson (2025) aan dat dit een te eenvoudige voorstelling van zaken is. Automatisering leidt niet noodzakelijk tot een algemene verhoging of verlaging van expertisevereisten. Beroepen bestaan uit bundels van taken die verschillende niveaus van expertise vragen. Wanneer technologie relatief eenvoudige taken overneemt, worden de resterende menselijke taken gemiddeld complexer en schaarser. Wanneer technologie daarentegen precies de moeilijke taken automatiseert die voorheen de toegang tot een beroep beperkten, kunnen minder deskundige werknemers het resterende werk uitvoeren en daalt de economische waarde van de vroegere expertise. Deze analyse nuanceert zowel substitutie- als complementariteitsverhalen over AI. De curriculumopgave bestaat niet alleen in leerlingen voor complexere resttaken op te leiden, maar ook in hen voor te bereiden op situaties waarin AI expertise-achtige prestaties toegankelijk maakt zonder dat zij de onderliggende expertise zelf bezitten.

Acemoglu et al. (2026) onderscheiden binnen dit proces onder meer technologie die expertise tussen groepen nivelleert en technologie die nieuwe taken creëert. De eerste maakt het mogelijk dat minder ervaren of anders opgeleide mensen taken uitvoeren die vroeger aan een kleinere groep experts waren voorbehouden. Dat kan toegang en productiviteit vergroten, maar verandert ook de waarde van bestaande expertise en de route waarlangs zij wordt opgebouwd. Technologie die nieuwe taken creëert, vergroot daarentegen het repertoire van menselijke activiteiten en kan nieuwe expertisegebieden doen ontstaan. Voor het curriculum betekent dit dat AI niet alleen bestaande taken herverdeelt, maar ook loopbanen, leertrajecten en de samenstelling van expertise kan veranderen.

Het curriculum moet daarom niet alleen worden afgestemd op de menselijke “resttaken” die na automatisering overblijven. Een curriculum dat gebaseerd is op voorspellingen over welke taken machines voorlopig niet kunnen uitvoeren, wordt voortdurend ingehaald door technologische ontwikkeling en dreigt menselijke vorming te reduceren tot een residuele categorie. De ambitie moet breder zijn: leerlingen moeten de interne kennis en ervaring ontwikkelen waarmee zij kunnen functioneren in wisselende configuraties van mens en technologie.

Voor het curriculum is dus een ontwikkelingsgericht begrip van expertise nodig. In mijn paper over ‘tacit knowledge’ heb ik expertise opgevat als de integratie van gecodificeerde en ‘tacit’ kennis (Van Damme, 2026b). Expliciete kennis levert begrippen, theorieën en generaliseerbare kaders; ‘tacit’ kennis maakt interpretatie, contextualisering, patroonherkenning en handelen onder onzekerheid mogelijk. Expertise is daarmee een hybride cognitief systeem waarin conceptueel begrip en epistemisch oordeel in concrete situaties worden gecoördineerd.

‘Tacit’ kennis ontstaat wanneer kennis door oefening, toepassing, feedback en ervaring wordt geïnternaliseerd en in perceptie en handelen wordt geïntegreerd. Experts verwerken niet alleen meer informatie dan novices; zij nemen andere structuren en diagnostisch relevante kenmerken waar. Zij herkennen patronen, anticiperen op waarschijnlijke ontwikkelingen en weten wanneer een formele regel toepasbaar is, wanneer zij moet worden aangepast en wanneer zij moet worden opgeschort.

AI kan een bepaalde taak ‘gemakkelijker’ en economisch minder schaars maken zonder dat de onderliggende menselijke ontwikkeling onbelangrijk wordt. Zelf schrijven kan bijvoorbeeld minder noodzakelijk worden om een goed geformuleerde tekst te produceren, maar schrijven blijft een belangrijke manier om gedachten te ordenen, argumenten te ontwikkelen en begrip op te bouwen. Zelf een probleem analyseren kan minder noodzakelijk zijn om snel een oplossing te verkrijgen, maar de analyse kan onmisbaar zijn om later de kwaliteit en toepasbaarheid van AI-oplossingen te beoordelen. Wat vanuit het perspectief van de productie automatiseerbaar is, kan vanuit het perspectief van menselijke ontwikkeling een essentiële leeractiviteit blijven.

In het AI-tijdperk moet onderwijs niet alleen toegang verschaffen tot kennis en *tools*, maar expertise ontwikkelen: de geleidelijke integratie van expliciete kennis, praktische ervaring, ‘tacit’ kennis, technologisch handelingsvermogen en menselijke verantwoordelijkheid. Automatisering kan expertprestaties toegankelijker maken, maar het curriculum moet voorkomen dat het vermogen verdwijnt om die prestaties te begrijpen, te beoordelen en op verantwoorde wijze verder te ontwikkelen.

Deze benadering verbindt het kennisrijke curriculum met de verwachte taakverdeling tussen mensen en AI. Een stevige kennisbasis is het beginpunt, niet het eindpunt. Het uiteindelijke curriculumdoel is dat kennis door oefening, ervaring en reflectie wordt omgezet in adaptieve expertise, terwijl leerlingen tegelijk leren functioneren in kennis- en werkomgevingen waarin een deel van de cognitie buiten het individu is georganiseerd.

6 Leermiddelen

6.1 Innovatie en kwaliteit

Tot dusver heeft de digitalisering in onderwijs de productie en distributie van leermiddelen minder grondig vernieuwd dan technologisch mogelijk was (Van Damme, 2024). Veel digitale materialen bleven afgeleid van gedrukte versies of werden onderdeel van gesloten platformen. *Open educational resources* vormden zowel wat innovatie als distributie betreft een veelbelovend alternatief (Orr, Rimini, Van Damme, 2015), maar kwamen niet in alle landen of onderwijssectoren tot volle ontwikkeling, mede omwille van het verzet van de gevestigde commerciële uitgeverijen. Hoewel het in veel landen als een probleem wordt beschouwd, is het monopolie van grote uitgeverijen in de sector van leermiddelen nog vrijwel onaantast. Digitalisering heeft voorlopig ook de kost van leermiddelen voor scholen en ouders niet naar beneden gekregen.

Generatieve AI kan deze gemiste kans gedeeltelijk heropenen door leraren en publieke instellingen te helpen materiaal te ontwerpen, actualiseren, vertalen, toegankelijk te maken, te herwerken en te verspreiden. In potentie opent AI de deur naar een volledig nieuw, decentraal en innovatief ontwikkelmodel dat een alternatief kan zijn voor de businessmodellen van commerciële uitgeverijen. De mogelijkheden zijn groot: AI kan intelligente tutoring, adaptieve oefeningen, geautomatiseerde feedbacksystemen, assistentie voor leraren, simulaties, auteursomgevingen voor leraren, dashboards voor de opvolging van leerprocessen en nog veel meer genereren.

Dit roept onvermijdelijk de vraag op naar de kwaliteit en de kwaliteitsbewaking van leermiddelen. Wanneer elke leraar met GenAI potentieel de mogelijkheid heeft om leermaterialen te ontwikkelen die aansluiten bij de leerdoelen in het curriculum, verliezen de klassieke en vaak gecentraliseerde kwaliteitsbewakingsprocedures voor leermiddelen hun zin. Overheden willen terecht vermijden dat leermiddelen van lage kwaliteit of met problematische inhoud en boodschappen in de onderwijspraktijk terechtkomen. Onderwijsinhouden en leermiddelen zijn immers ook vatbaar voor ideologische tegenstellingen.

Het gaat daarbij om veiligheid en privacy, maar ook om aangepastheid van de leermiddelen aan de cognitieve en non-cognitieve ontwikkeling van kinderen, bescherming van de mentale gezondheid van kinderen, vermijden van manipulatie, enz. De standaarden die het Engelse onderwijsdepartement in 2026 hebben uitgewerkt en die richtinggevend zijn voor ontwikkelaars en scholen, vormen een uitstekend voorbeeld van het soort regulering die nodig is zonder te vervallen in centrale autorisatie van leermiddelen (Department for Education, 2026). In Vlaanderen heeft Leerpunt de opdracht gekregen procedures uit te werken voor de validering van leermiddelen.

6.2 Praktijkgestuurde ontwikkeling

AI biedt grote kansen om het ontwikkelproces van leermiddelen te democratiseren en dichter bij scholen en leraren te brengen. Het Nederlandse Nationaal Onderwijslab AI (NOLAI) is een relevante casus omdat het innovatieproces begint bij concrete vragen uit scholen. Leraren, onderzoekers en bedrijven werken in gelijkwaardige co-creatie. Eerst worden het pedagogische concept en de ethische vraagstukken uitgewerkt; daarna volgen prototype, implementatie en validatie. Daarmee wijkt NOLAI af van het ontwikkelmodel voor commerciële producten.

De projectportfolio is breed. Voorbeelden zijn mAlchart, dat verschillende datastromen in een lerarendashboard combineert; spraakherkenning voor technisch lezen; virtuele omgevingen voor woordenschat; FLORA voor ondersteuning van zelfregulatie tijdens schrijftaken; adaptief leren en toetsen van feitenkennis; sensoren in Montessori-materiaal; een meertalige “Babelbeer”; automatische ondersteuning bij open vragen; curriculumadaptieve rekenmaterialen; en videotechnologie die leraren helpt hun interactie te analyseren. NOLAI onderzoekt niet alleen pedagogiek en technologie, maar ook professionalisering, *embedded ethics* en duurzame data-infrastructuur (NOLAI, 2026a, 2026b).

Het model heeft drie beleidsmatige verdiensten. Ten eerste wordt praktijkkennis als ontwerpexpertise erkend, niet enkel als bron van gebruikersfeedback. Ten tweede is validatie onderdeel van ontwikkeling en geen optionele eindfase. Ten derde wordt publieke kennis opgebouwd die breder kan circuleren. De uitdaging blijft de opschaling: een werkend prototype in co-creatie kan bij bredere invoering andere begeleiding, onderhoud, financiering en interoperabiliteit vragen.

6.3 Noodzaak van een publieke infrastructuur

Veel geavanceerde AI-tools en cloudinfrastructuur zijn in handen van een klein aantal bedrijven. Scholen hebben beperkte onderhandelingsmacht en kunnen moeilijk beoordelen hoe modellen veranderen. Licentievoorwaarden, datagebruik en functies kunnen eenzijdig worden aangepast. *Vendor lock-in* is daarom geen technisch detail, maar een bestuurlijk risico.

Publieke regie hoeft niet te betekenen dat overheden elk model zelf bouwen. De toekomst ligt in open standaarden, gedeelde data- en evaluatie-infrastructuur, onafhankelijke audits, publieke ontwikkelingsprogramma's, gezamenlijke inkoop, eisen aan portabiliteit en financiering van toepassingen voor kleinere talen en specifieke onderwijsbehoeften. Het doel is een ecosysteem waarin innovatie mogelijk blijft zonder dat publieke doelen door marktlogica worden gedefinieerd.

Een publieke infrastructuur kan bestaan uit gevalideerde contentbanken, open en onderwijsgerichte standaarden, transparante herkomstinformatie, versiebeheer, duidelijke licenties en gedeelde evaluatieprocedures. Publiek gefinancierde content en verbeteringen zouden zoveel mogelijk opnieuw publiek beschikbaar moeten worden. Voor kleinere taalgebieden is dit ook een kwestie van culturele en curriculaire soevereiniteit: zonder gezamenlijke investeringen worden lokale kennis en taalvariatie afhankelijk van globale modellen en commerciële prioriteiten.

7 Assessment, toetsing en certificering

7.1 Disruptie

De komst van GenAI heeft verregaande gevolgen voor alles wat met toetsen, beoordelen en examineren van studenten en de daaruit voortvloeiende certificering of diplomering te maken heeft. Bij scholen, hogescholen en universiteiten, maar ook bij examinerende instanties zoals bijvoorbeeld bij de Vlaamse Toetsen of het ingangsexamen arts en tandarts heerst grote ongerustheid, als we al niet moeten spreken van paniek.

De eerste en meest zichtbare reactie was de bezorgdheid dat leerlingen en studenten AI kunnen gebruiken om opdrachten te maken die vervolgens ten onrechte als hun eigen werk worden beoordeeld. Dat probleem is reëel, maar de fundamentele kwestie gaat verder dan fraude of

academische integriteit. GenAI verandert de relatie tussen het waarneembare product en de competentie waarvan dat product geacht wordt bewijs te leveren. Een foutloze tekst, correcte programmeercode of goed uitgewerkte analyse kan niet langer zonder meer worden geïnterpreteerd als bewijs dat de leerling zelf de onderliggende kennis en vaardigheden beheerst. Dat heeft verstrekken gevolgen.

Assessment is in essentie een proces van inferentie: omdat we cognitieve capaciteiten niet rechtstreeks kunnen meten, wordt uit prestaties en andere vormen van bewijs afgeleid wat een leerling of student kent, begrijpt en kan. Wanneer AI mee het product genereert, wordt die inferentie moeilijker. De tendens vandaag lijkt te zijn de oude, vertrouwde vormen van toetsing te handhaven en alle aandacht te richten op fraude-detectie. Dat perspectief is te beperkt. Dawson et al. (2024) stellen dat de fundamentele kwestie de validiteit van assessment is: welk bewijs laat een taak toe over de kennis en competentie die men wil meten? Een anti-fraudemaatregel is niet noodzakelijk een goede assessmentmaatregel wanneer zij bijvoorbeeld authenticiteit, inclusie of de validiteit van het gemeten construct vermindert. De centrale vraag is daarom niet eenvoudig of een leerling AI heeft gebruikt, maar welke competentie men wil beoordelen, welke bijdrage van de leerling daarvoor noodzakelijk is en onder welke omstandigheden de prestatie geldig bewijs van die competentie vormt (Lodge et al., 2023; Dawson et al., 2024).

Tegelijk is AI niet alleen een uitdaging voor assessment, maar ook een potentieel krachtige technologie van assessment. Het is daarom nuttig om vier functies uit elkaar te houden. Bij *assessment of learning* gaat het om de vraag wat de leerling daadwerkelijk heeft geleerd en zelfstandig beheerst. *Assessment for learning* gebruikt assessment en feedback om het verdere leerproces te ondersteunen. Bij *assessment with AI* wordt het verantwoord gebruik van AI zelf onderdeel van de te beoordelen competentie. *Assessment by AI* verwijst ten slotte naar het gebruik van AI voor itemontwikkeling, feedback, scoring, analyse en psychometrische validatie. Deze vier functies lopen in de praktijk gedeeltelijk in elkaar over, maar vereisen verschillende criteria van validiteit, betrouwbaarheid en menselijke controle.

7.2 Assessment of learning: wat beheerst de leerling/student?

De beschikbaarheid van GenAI maakt een duidelijker onderscheid noodzakelijk tussen de kwaliteit van een product en de competentie die iemand zelfstandig bezit. Zoals eerder in deze paper is besproken, kunnen ondersteunde taakprestaties sterk verbeteren zonder dat de onderliggende kennis en vaardigheid in dezelfde mate worden verworven. De koppeling tussen een prestatie en de cognitieve capaciteit wordt doorbroken. Voor assessment betekent dit dat een werkstuk dat met AI tot stand kwam niet automatisch ongeldig is, maar wel een ander soort bewijs levert dan een prestatie die zelfstandig werd uitgevoerd.

Onderwijs zal toetsen nodig blijven hebben waarin AI niet of slechts zeer beperkt beschikbaar is. Dat geldt vooral voor fundamentele kennis en vaardigheden die intern beschikbaar moeten zijn om verder te kunnen leren, zelfstandig te kunnen handelen en AI-output te kunnen beoordelen. De *OECD Digital Education Outlook 2026* (2026a) benadrukt eveneens het onderscheid tussen AI-ondersteunde prestaties en daadwerkelijke menselijke competentie en waarschuwt dat algemene GenAI zonder pedagogische waarborgen prestaties kan verhogen zonder overeenkomstige leerwinst.

Dit betekent niet dat het onderwijs moet terugkeren naar uitsluitend afgeschermd examens. Wel moet de gekozen assessmentconditie voortvloeien uit het construct dat wordt gemeten. Soms is een toets zonder AI aangewezen; soms kan beperkte, pedagogisch ontworpen

ondersteuning worden toegelaten; in andere situaties is juist het competente gebruik van algemene AI-instrumenten onderdeel van de beoogde prestatie.

Daarmee wordt het ook wenselijk om verschillende bronnen van bewijs te combineren. Wanneer een uitgebreid schriftelijk product onvoldoende duidelijk maakt wat een leerling zelf beheerst, kan het bijvoorbeeld worden aangevuld met een mondelinge toelichting, een korte zelfstandige vervolgtask, vragen over gemaakte keuzes of observatie van relevante onderdelen van het werkproces. De bedoeling is niet elke handeling digitaal te registreren. Permanente procesmonitoring zou nieuwe problemen van privacy en surveillance creëren. Het doel is voldoende bewijs te verzamelen om de inferentie van prestatie naar competentie geloofwaardig te maken.

Dit verandert ook de manier waarop academische integriteit moet worden benaderd. De zoektocht naar steeds betere detectie van AI-gebruik is op zichzelf geen duurzame assessmentstrategie. Naarmate generatieve modellen verbeteren, wordt de technische grens tussen menselijke en gegenereerde producten moeilijker vast te stellen. Williams (2025) wijst erop dat een zuiver op detectie gebaseerde aanpak daardoor het karakter krijgt van een voortdurende technologische wapenwedloop. De robuustere strategie bestaat erin assessments zo te ontwerpen dat het relevante menselijke kennen, redeneren en oordelen voldoende zichtbaar en noodzakelijk blijven.

7.3 Assessment for learning: van scores naar feedback

De grootste pedagogische mogelijkheden van AI in assessment liggen wellicht niet in summatieve scoring, maar in formatieve assessment. Goede formatieve assessment verzamelt informatie over het denken en de voortgang van leerlingen en gebruikt die informatie om de volgende stappen in het leerproces te bepalen. AI kan deze cyclus versnellen doordat open antwoorden sneller kunnen worden geanalyseerd, fouten kunnen worden gegroepeerd, feedback kan worden gegenereerd en nieuwe oefeningen onmiddellijk kunnen worden aangepast aan wat een leerling nog niet beheerst.

De systematische review van Zhao (2024) van 81 empirische studies naar AI-assisted assessment in het hoger onderwijs wijst vooral op snelle, gepersonaliseerde feedback als een belangrijke meerwaarde. De geïnccludeerde studies rapporteren ook positieve effecten op cognitieve en metacognitieve processen. Tegelijk signaleert de review een terugkerend patroon van onbetrouwbare feedback, algoritmische bias, privacyproblemen, onvoldoende competenties van gebruikers, negatieve attitudes en een gebrek aan passende richtlijnen. AI maakt meer feedback mogelijk, maar meer feedback is niet noodzakelijk betere feedback.

Ook Madwe et al. (2025) komen in hun systematische review tot de conclusie dat efficiëntie en personalisering belangrijke mogelijkheden zijn, maar benadrukken sterker de noodzaak van pedagogische afstemming. Wanneer AI-systemen primair vanuit technische efficiëntie worden ontworpen, dreigen de leerdoelen naar de achtergrond te verdwijnen. Vooral voor het beoordelen en ontwikkelen van analyse, evaluatie, creativiteit en andere hogere cognitieve processen is het onvoldoende dat een systeem snel antwoorden classificeert of feedback produceert. Assessmenttechnologie moet uitgaan van het gewenste leerproces en niet omgekeerd.

De pedagogische waarde ontstaat vooral wanneer feedback een nieuwe cognitieve activiteit uitlokt. Een leerling moet een fout kunnen begrijpen, feedback vergelijken met het eigen antwoord, een redenering herzien, opnieuw proberen of uitleggen waarom een bepaalde correctie gerechtvaardigd is. AI kan daardoor veel kortere cycli van prestatie, feedback, revisie

en nieuwe prestatie mogelijk maken. In die zin kan assessment dichterbij instructie aan komen te liggen.

Daarbij moet ook de rol van de leraar worden beschermd. Het werk van leerlingen lezen, fouten interpreteren en feedback formuleren zijn niet alleen arbeidsintensieve taken; zij verschaffen de leraar diagnostische kennis over wat leerlingen begrijpen en waar zij vastlopen. Wanneer de eerste beoordeling volledig aan AI wordt uitbesteed, kan een efficiëntiewinst dus gepaard gaan met verlies aan professionele kennis. De relevante vraag is niet hoeveel correctiewerk kan worden geautomatiseerd, maar welke taakverdeling tussen AI en leraar de kwaliteit van feedback én de kwaliteit van de daaropvolgende instructie verbetert.

7.4 Assessment with AI: beoordelen van mens-AI competentie

Naast assessment zonder AI zal onderwijs ook moeten leren beoordelen hoe leerlingen competent met AI kunnen werken. In vervolgonderwijs, beroep en samenleving zullen externe cognitieve hulpmiddelen immers meestal beschikbaar zijn. Alle beoordelingen onder kunstmatig technologievrije omstandigheden organiseren zou daardoor eveneens een vertekend beeld van relevante competentie opleveren.

Een taak waarin ChatGPT eenvoudigweg is toegestaan, is echter nog geen goede AI-bewuste assessment. Wanneer de leerling een conventionele opdracht aan een model doorgeeft en het geproduceerde antwoord indient, blijft onduidelijk welke menselijke competentie precies zichtbaar is. Een betere assessment richt zich op de cognitieve en epistemische handelingen rondom AI: het formuleren van het probleem, selecteren van relevante informatie, kiezen van hulpmiddelen, beoordelen van output, herkennen van fouten en onzekerheid, vergelijken van alternatieven, aanpassen aan de context en verantwoorden van de uiteindelijke beslissing.

Williams (2025) biedt hiervoor een interessant concreet voorbeeld. In een postgraduate immunologiemodule werd een klassieke essayopdracht herontworpen. Studenten kregen eerst training in het verantwoord gebruik van GenAI en lieten ChatGPT een voorlopige outline voor hun essay genereren. Vervolgens moesten zij die output individueel en met medestudenten kritisch beoordelen en verbeteren. Daarna werd de uiteindelijke tekst zonder verdere assistentie van ChatGPT geschreven. AI werd dus niet eenvoudig toegelaten of verboden, maar doelgericht in een bepaalde fase van het assessment geplaatst.

Het voorbeeld is kleinschalig en levert geen bewijs dat deze vorm van assessment tot hogere leerprestaties leidt, maar het illustreert een belangrijk ontwerpprincipe. Een assessment kan bewust fasen met en zonder AI combineren om verschillende competenties zichtbaar te maken. AI kan materiaal leveren dat moet worden geëvalueerd, terwijl de leerling zelf de beoordeling, revisie en uiteindelijke synthese uitvoert. *Assessment with AI* hoeft daardoor niet te betekenen dat het menselijke aandeel kleiner wordt; goed ontworpen taken kunnen juist meer nadruk leggen op evaluatief oordeel en epistemische verantwoordelijkheid.

Dit sluit aan bij het begrip geïntegreerde expertise dat eerder in deze paper werd ontwikkeld. Competentie bestaat in een AI-omgeving niet alleen uit zelfstandig kunnen produceren en evenmin uit toegang hebben tot een krachtige externe tool. Zij bestaat uit het vermogen geïnternaliseerde kennis, praktische ervaring, taciet oordeel en externe cognitieve hulpmiddelen zo te combineren dat de gebruiker begrijpt wat er gebeurt en voor het eindresultaat verantwoordelijkheid kan dragen.

7.5 Assessment by AI: itemontwikkeling en nieuwe toetsvormen

AI verandert niet alleen wat en hoe leerlingen worden beoordeeld, maar ook de productie van assessment zelf. LLM's kunnen kandidaatvragen genereren, varianten van items ontwikkelen, feedbackformuleringen voorstellen en bestaande vragen aanpassen aan verschillende moeilijkheidsniveaus. De *OECD Digital Education Outlook 2026* (2026a) beschrijft hoe dergelijke toepassingen inmiddels ook bij gestandaardiseerde assessment worden onderzocht en gebruikt.

Bhandari et al. (2024) vergeleken door ChatGPT gegenereerde algebra-items met door mensen ontwikkelde vragen. De AI-items vertoonden onder gecontroleerde omstandigheden vergelijkbare psychometrische eigenschappen en in sommige analyses zelfs een iets sterker onderscheid tussen respondenten van verschillend vaardigheidsniveau. Tegelijk doorstond niet elk gegenereerd item de inhoudelijke kwaliteitscontrole. Het relevante model is daarom niet autonome toetsproductie, maar een hybride proces waarin AI grote aantallen kandidaatitems kan produceren en menselijke experts de aansluiting bij het curriculum, de inhoudelijke juistheid, het gemeten construct, mogelijke bias en de uiteindelijke bruikbaarheid beoordelen.

Dat kan belangrijke efficiëntiewinst opleveren. Grote itembanken zijn kostbaar om te ontwikkelen en items verliezen aan waarde wanneer ze te vaak worden gebruikt en bekend raken. AI kan het produceren van parallelle en curriculumgebonden varianten versnellen. Maar het gemak waarmee nieuwe vragen kunnen worden gegenereerd, verhoogt tegelijk het belang van kwaliteitscontrole. Een grammaticaal perfecte vraag kan inhoudelijk verkeerd zijn, irrelevante voorkennis vereisen, een verkeerde moeilijkheid hebben of iets anders meten dan het beoogde construct.

GenAI maakt bovendien nieuwe toetsvormen mogelijk die met klassieke gestandaardiseerde toetsen moeilijk organiseerbaar waren. De OECD bespreekt bijvoorbeeld interactieve schrijf- en spreektaken in de Duolingo English Test waarin het systeem op een eerste antwoord reageert en een kandidaat met aanvullende prompts of vervolgvragen confronteert. Zulke taken kunnen potentieel zichtbaar maken hoe iemand feedback verwerkt, een argument uitbreidt, een probleem herformuleert of tijdens een gesprek reageert op nieuwe informatie. AI kan assessment daardoor niet alleen efficiënter, maar ook dynamischer maken.

Die mogelijkheid schept tegelijk nieuwe validiteitsproblemen. Wanneer kandidaten verschillende vervolgvragen krijgen afhankelijk van eerdere antwoorden, is de toetsomgeving niet langer voor iedereen identiek. Dan moet worden aangetoond dat verschillen in AI-interactie geen irrelevante bron van scoreverschillen worden. Naarmate de assessmentarchitectuur intelligenter en adaptiever wordt, stijgen dus ook de psychometrische en bestuurlijke eisen.

7.6 Automatische scoring en psychometrische analyse

Automatische scoring is wellicht de meest voor de hand liggende toepassing van AI in assessment. Vooral bij grote aantallen antwoorden kan een systeem aanzienlijke tijdswinst opleveren. Toch moet onderscheid worden gemaakt tussen toepassingen voor formatieve feedback en beslissingen met grotere consequenties. Bij een oefentaak kan een incidentele fout worden gecorrigeerd in het verdere leerproces. Bij een examen, toelatingsbeslissing of certificering heeft dezelfde fout een andere betekenis.

Onderzoek naar stakeholderervaringen illustreert deze spanning. In de *mixed-methods*-studie van Mammadova et al. (2025) onder 300 studenten en 100 docenten rapporteerde 73% van de studenten dat AI snellere feedback opleverde, terwijl docenten gemiddeld een vermindering van

de beoordelingstijd rapporteerden. Tegelijk gaf 52% van de studenten aan niet volledig te begrijpen hoe AI-afgeleide scores tot stand kwamen. Efficiëntie en transparantie ontwikkelen zich dus niet noodzakelijk samen.

Daarom is *human in the loop* als formeel principe onvoldoende. Wanneer een menselijke beoordelaar automatisch gegenereerde scores alleen oppervlakkig bevestigt, is weinig sprake van menselijke controle. In *high-stakes* situaties is *meaningful human review* nodig: de professional moet voldoende deskundigheid, informatie, tijd en bevoegdheid hebben om een geautomatiseerd oordeel werkelijk te onderzoeken en zo nodig te wijzigen of te verwerpen. Een leerling moet bovendien weten dat AI een betekenisvolle rol in de beoordeling speelde en toegang hebben tot een procedure om een beslissing te betwisten.

Een andere veelbelovende toepassing ligt eerder in de ontwikkelfase van toetsen. Liu, Bhandari en Pardos (2025) onderzochten of LLM's als synthetische respondenten kunnen worden gebruikt om nieuwe items voorlopig te kalibreren. Sommige modellen produceerden responsgegevens waaruit itemparameters konden worden afgeleid die behoorlijk overeenkwamen met die van menselijke respondenten. Individuele modellen bleken echter onvoldoende in staat de brede variatie van echte studenten te reproduceren. Ensembles en combinaties van menselijke en synthetische data waren veelbelovender. Het meest realistische gebruik is daarom voorlopig pretesting: AI kan helpen kandidaatitems te screenen voordat de meest kansrijke vragen met echte leerlingen worden gevalideerd.

7.7 Van technische prestaties naar onderwijswaarde

Een terugkerend probleem in de literatuur is dat succes van AI-assessment gemakkelijk met technische of operationele indicatoren wordt vereenzelvigd. Een systeem kan sneller scoren, een hoge overeenstemming met menselijke beoordelaars vertonen of door veel gebruikers worden aanvaard, zonder dat daardoor de kwaliteit van het leren verbetert. Omgekeerd kan een relatief eenvoudige toepassing pedagogisch waardevol zijn wanneer zij leerlingen betere feedback geeft of leraren helpt betere vervolgbeslissingen te nemen.

Daarom moeten minstens drie niveaus van evaluatie worden onderscheiden. Het eerste betreft adoptie en bruikbaarheid: wordt een systeem daadwerkelijk gebruikt en ervaren gebruikers het als toegankelijk en functioneel? Het tweede betreft technische en psychometrische kwaliteit: zijn scores betrouwbaar, valide, robuust en fair? Het derde betreft onderwijswaarde: leidt het gebruik tot betere feedback, betere instructiebeslissingen, meer leren of andere relevante onderwijsuitkomsten? Deze niveaus hangen samen, maar zijn niet onderling vervangbaar.

Anawade et al. (2025) proberen in hun internationale studie precies adoptie, performance-indicatoren en leeruitkomsten in één analyse te verbinden. De paper wijst bovendien op een grote kloof tussen het snelle feitelijke gebruik van AI door leerlingen en de tragere ontwikkeling van institutioneel assessmentbeleid, docententraining en AI-literacy. De exacte percentages en gerapporteerde prestatieverbeteringen moeten door onduidelijkheden en inconsistenties in de methodologische rapportering voorzichtig worden geïnterpreteerd. De onderliggende observatie is niettemin belangrijk: technologische adoptie kan veel sneller verlopen dan de institutionele capaciteit om die adoptie pedagogisch en normatief te sturen (Anawade et al., 2025).

Een dergelijke governance lag is voor assessment bijzonder problematisch. Wanneer leerlingen AI al routinematig gebruiken terwijl leraren, scholen en toetsinstanties nog geen duidelijke afspraken hebben over toegelaten toepassingen, bewijs van zelfstandige beheersing of beoordeling van AI-gebruik, ontstaat onzekerheid over wat een score of diploma precies betekent. Assessmentbeleid kan daarom niet wachten tot de technologie gestabiliseerd is.

7.8 Fairness, transparantie en professionele expertise

Fairness bij AI-assessment omvat meer dan de vraag of een algoritme gemiddeld even nauwkeurig scoort voor verschillende groepen. Ongelijkheid kan ook ontstaan vóór de score wordt geproduceerd. Leerlingen verschillen in toegang tot krachtige modellen, betaalde functies, apparatuur, taalondersteuning, AI-geletterdheid en menselijke begeleiding. López et al. (2026) en Madwe et al. (2025) wijzen in hun reviews op digitale ongelijkheid, infrastructuur, privacy en contextafhankelijkheid als belangrijke voorwaarden voor verantwoord AI-gebruik. De introductie van *assessment with AI* kan bestaande verschillen dus vergroten wanneer niet alle leerlingen over vergelijkbare gebruiksvoorwaarden beschikken.

Transparantie moet eveneens ruimer worden opgevat dan technische *explainability*. Voor de leerling moet voldoende duidelijk zijn wat in een assessment wordt gemeten, welk AI-gebruik is toegestaan, wanneer AI door de instelling zelf in scoring of feedback wordt gebruikt en wie uiteindelijk verantwoordelijk is voor een beslissing. Vooral bij beoordelingen met grote gevolgen moeten scores betwistbaar blijven en moet menselijke herbeoordeling mogelijk zijn.

Dit alles verandert de expertise van leraren, toetsontwikkelaars en andere assessmentprofessionals. Miller (2024) beschrijft hoe hun rol verschuift wanneer AI delen van itemproductie, analyse en scoring kan ondersteunen. Professionele expertise verdwijnt niet, maar verschuift meer naar het definiëren van leeruitkomsten en constructen, ontwerpen van geldige assessmenttaken, evalueren van AI-systemen, bewaken van *fairness* en *privacy*, ondersteunen van docenten en organiseren van kwaliteitscontrole. Assessmentprofessionals worden daardoor mede verantwoordelijke ontwerpers en toezichthouders van mens-AI-assessmentsystemen.

AI-assessment literacy wordt bijgevolg een professionele kerncompetentie. Leraren en toetsontwikkelaars hoeven geen modelontwikkelaars te worden, maar moeten wel kunnen begrijpen waarvoor een systeem gevalideerd is, wat een betrouwbaarheidscijfer wel en niet betekent, hoe modelupdates het gedrag van een systeem kunnen veranderen, wanneer menselijke moderatie vereist is en hoe AI-output kan worden gecontroleerd. Madwe et al. (2025) benadrukken daarbij terecht dat technische kennis onvoldoende is: AI-assessment moet ook pedagogisch op leerdoelen en gewenste cognitieve processen worden afgestemd.

7.9 Certificering in een AI-omgeving

De meest fundamentele uitdaging raakt uiteindelijk de betekenis van diploma's en certificaten. Een kwalificatie bevat een maatschappelijke claim dat iemand bepaalde kennis en competenties bezit. Wanneer hoogwaardige producten steeds gemakkelijker met externe intelligentie kunnen worden geproduceerd, moet nauwkeuriger worden aangegeven welke competentie door een kwalificatie wordt gegarandeerd.

Daarbij zijn twee claims tegelijkertijd van belang. Enerzijds moet duidelijk zijn welke kennis en vaardigheden de persoon zelfstandig bezit. Een student moet voldoende interne kennis hebben opgebouwd om verder te leren, fouten te herkennen, onafhankelijk te handelen en AI-output te beoordelen. Anderzijds moet ook kunnen worden aangetoond dat iemand in realistische omstandigheden op competente wijze met externe hulpmiddelen kan samenwerken. Daarvoor zijn probleemformulering, toolkeuze, verificatie, evaluatief oordeel, contextualisering en verantwoordelijkheid noodzakelijk.

Een geloofwaardig assessmentsysteem zal daarom verschillende condities moeten combineren. Niet alles moet zonder AI worden getoetst, maar evenmin mag elke prestatie onder

onbeperkte AI-ondersteuning als bewijs van persoonlijke beheersing gelden. De uitdaging is een assessmentarchitectuur te ontwikkelen waarin zelfstandig kennen en kunnen, leren met ondersteuning en geïntegreerde mens-AI-competentie afzonderlijk én in samenhang zichtbaar worden gemaakt.

GenAI maakt assessment daarmee niet minder belangrijk, maar juist belangrijker en complexer. Naarmate het eindproduct minder rechtstreeks bewijs biedt van wat iemand zelf kent en kan, moet zorgvuldiger worden nagedacht over welk bewijs nodig is. Tegelijk kan AI formatieve feedback dichterbij het leren brengen, interactieve assessmentvormen mogelijk maken en de ontwikkeling van toetsen efficiënter ondersteunen. Het beleidsdoel kan daarom niet zijn zoveel mogelijk assessment te automatiseren. Het moet zijn een hybride assessmentarchitectuur te ontwikkelen waarin AI wordt ingezet waar zij de kwaliteit van bewijs, feedback en toetsontwikkeling versterkt, terwijl menselijke kennis, professioneel oordeel, transparantie en verantwoordelijkheid behouden blijven.

8 Studievoortgang, leerlingbegeleiding en monitoring

8.1 Data en analytics

AI kan niet alleen worden ingezet in het directe onderwijsleerproces, maar ook in de bredere infrastructuur waarmee scholen leerlingen volgen, begeleiden en hun organisatie sturen. Digitale leeromgevingen, leerlingvolgsystemen, toetsen, aanwezigheidsregistraties en administratieve systemen produceren grote hoeveelheden gegevens. AI kan die gegevens combineren, patronen herkennen, leerlingen met een verhoogd risico op problemen signaleren, voortgang samenvatten, mogelijke interventies voorstellen en leerlingen rechtstreeks informatie en begeleiding aanbieden. Generatieve AI voegt daar de mogelijkheid aan toe om in natuurlijke taal met leerlingen, leraren en begeleiders te communiceren en informatie uit verschillende systemen toegankelijk te maken.

De wetenschappelijke basis voor deze toepassingen is ouder dan GenAI. Vooral rond *learning analytics*, *educational data mining*, *early-warning systems* en *dashboards* bestaat inmiddels een aanzienlijke onderzoeksliteratuur. Die literatuur geeft echter aanleiding tot voorzichtigheid. Een recente meta-review van García-García, Gómez-Núñez & Molla-Esparza (2026) analyseerde 19 systematische reviews over *learning analytics* en academische prestaties in het hoger onderwijs. Zij constateerden grote verschillen in definities, databronnen, uitkomstmaten en analysemethoden. Pedagogische doelen, instructiecontexten en onderliggende leertheorieën kregen weinig aandacht en de methodologische kwaliteit van alle opgenomen reviews werd als kritisch laag beoordeeld. Daardoor kunnen uit de omvangrijke literatuur nog nauwelijks robuuste algemene conclusies worden getrokken over de bijdrage van *learning analytics* aan studiesucces.

Dat onderscheid tussen technische capaciteit en onderwijswaarde is voor deze dimensie essentieel. AI kan misschien voorspellen dat een leerling risico loopt, maar een voorspelling is nog geen verklaring en nog minder een interventie. De relevante keten loopt van data naar signalering, van signalering naar professionele interpretatie, van interpretatie naar interventie en pas daarna naar een mogelijke onderwijsuitkomst. Op elk van die overgangen kan informatie verloren gaan of verkeerd worden geïnterpreteerd.

8.2 Van monitoring naar handelingsgerichte ondersteuning

Learning analytics wordt gebruikt om gegevens over leren en studiegedrag te verzamelen en te analyseren, vaak met de bedoeling leerlingen die problemen dreigen te krijgen eerder te identificeren. Dat lijkt een voor de hand liggende verbetering ten opzichte van systemen die pas reageren nadat leerlingen mislukt zijn of uitvallen. De review van Ifenthaler en Yau (2020) vond in 46 geselecteerde studies uiteenlopende toepassingen om studiesucces en dreigende uitval te voorspellen en leerlingen vervolgens feedback of ondersteuning te bieden. Tegelijk concludeerden de auteurs dat rigoureuze, grootschalige evidentie over de daadwerkelijke effecten op studiesucces ontbrak. Het grootste deel van het onderzoek was correlatief en er waren weinig longitudinale of experimentele studies. Zij waarschuwden bovendien dat meer onderwijsdata niet automatisch tot betere onderwijsbeslissingen leiden.

Een belangrijk verschil bestaat daarom tussen een predictief systeem en een ondersteuningssysteem. Een predictief model kan met behoorlijke nauwkeurigheid aangeven welke leerlingen waarschijnlijk een vak niet zullen behalen, maar daarmee is nog niet vastgesteld waarom een bepaalde leerling problemen heeft of welke ondersteuning nodig is. Dezelfde indicator – bijvoorbeeld minder activiteit in een digitale leeromgeving – kan wijzen op gebrek aan begrip, motivatieproblemen, ziekte, problemen thuis, een alternatieve leerstrategie of eenvoudigweg op het feit dat een leerling veel buiten het geregistreerde platform werkt.

Ook dashboards moeten in dit perspectief worden beoordeeld. Kaliisa et al. (2024) analyseerden 38 studies naar *learning-analytics-dashboards* en vonden geen overtuigende evidentie dat dashboards op zichzelf de academische prestaties verbeteren. De meeste effecten op prestaties waren klein of verwaarloosbaar. Voor participatie waren de uitkomsten gunstiger, maar ook daar waren methodologische problemen zoals kleine steekproeven, zelfselectie en de vaak onterechte veronderstelling dat toegang tot een dashboard gelijkstaat aan daadwerkelijk gebruik. Een dashboard is met andere woorden nog geen interventie. Het kan informatie zichtbaar maken, maar iemand moet die informatie interpreteren en er pedagogisch naar handelen.

Er bestaan wel studies die suggereren dat *learning analytics* waarde kunnen toevoegen wanneer voorspelling expliciet aan menselijke interventie wordt gekoppeld. Alalawi et al. (2025) ontwikkelden bijvoorbeeld een systeem waarin voorspellingen van studierisico werden gekoppeld aan door docenten uitgevoerde interventies en gepersonaliseerde studie- en revisieplannen. De interventiegroep vertoonde hogere slaagpercentages en minder mislukkingen. De studie is interessant omdat de analyse niet stopt bij voorspelling maar doorloopt naar actie. De causale interpretatie blijft echter beperkt: de controlegroep kwam uit een eerdere cohort en tussen beide perioden veranderden ook de cursuscoördinator en tutor.

De belangrijkste ontwerp vraag is of de informatie handelingsgericht is. Een goed systeem helpt een leraar of begeleider niet alleen zien dat een leerling mogelijk achterop raakt, maar ondersteunt bij het onderzoeken wat er aan de hand is en welke interventie passend kan zijn. De professionele handeling blijft het relevante mechanisme.

8.3 Data zijn geen leerling

Met de uitbreiding van *learning analytics* ontstaat gemakkelijk de verleiding steeds meer observeerbare gedragsdata als indicatoren van moeilijker meetbare menselijke kenmerken te gebruiken. Het aantal logins, de tijd die een leerling op een pagina doorbrengt, het aantal

muisklikken, aanwezigheid of inlevergedrag kunnen allemaal relevante informatie bevatten. Zij zijn echter geen rechtstreekse metingen van begrip, motivatie, interesse, zelfregulatie of welzijn.

Dat probleem wordt scherp zichtbaar in de systematische review van Bergdahl et al. (2024) van 159 studies naar student engagement en *learning analytics*. Het overgrote deel van het onderzoek operationaliseerde engagement aan de hand van gemakkelijk observeerbaar gedrag, zoals klikken en tijd besteed aan taken, terwijl de cognitieve, emotionele en sociale dimensies van engagement veel minder vaak werden gemeten. Dit is een fundamenteel probleem wanneer zulke indicatoren vervolgens door AI worden gecombineerd tot profielen of risicoscores. Wat gemakkelijk digitaal meetbaar is, is niet noodzakelijk wat pedagogisch het belangrijkste is.

AI kan deze problematiek nog versterken doordat steeds meer multimodale gegevens technisch analyseerbaar worden. Fütterer et al. (2025) analyseerden 104 studies over AI in classroom management. Veel systemen waren gericht op het registreren van aandacht, gedrag, engagement en aanwezigheid, waarbij bijna de helft van de onderzochte modellen rechtstreeks videodata gebruikte. Slechts 22% van de studies behandelde expliciet ethische vraagstukken en slechts 13% rapporteerde privacybeschermende maatregelen. De technologische mogelijkheid om gezichtsuitdrukkingen, lichaamshouding, spraak, blikrichting of andere gedragingen te registreren is daarom geen voldoende reden om dat ook te doen.

Voor leerlingbegeleiding moet een principiële onderscheid worden gemaakt tussen een signaal en een leerlingbeeld. Een systeem kan signaleren dat een patroon afwijkt en daarmee de aandacht van een professional richten. Het mag daaruit niet automatisch concluderen dat een leerling ongemotiveerd, ongeïnteresseerd of problematisch is. De betekenis van gegevens ontstaat pas in samenhang met kennis over de leerling, de context en het doel van het onderwijs.

Dat is ook een argument voor een *human-centred* benadering. Alfredo et al. (2024) analyseerden 108 studies naar *human-centred learning analytics* en AI in education. Hoewel menselijke controle in een deel van de systemen aandacht kreeg, bleken leerlingen en leraren slechts beperkt daadwerkelijk betrokken bij het ontwerp. Ook veiligheid, betrouwbaarheid en vertrouwen waren nog onvoldoende systematisch geïntegreerd. De auteurs pleiten daarom voor actieve betrokkenheid van eindgebruikers bij het bepalen van de taakverdeling tussen mens en automatisering.

8.4 Early-warning systems

Een van de aantrekkelijkste toepassingen van AI is de ontwikkeling van *early-warning systems*. Op basis van eerdere resultaten, aanwezigheidsgegevens, opdrachten, digitale activiteit en andere kenmerken kan een model de kans berekenen dat een leerling zal mislukken, uitvallen of andere problemen zal ondervinden. In principe creëert dit de mogelijkheid om vroeger ondersteuning te bieden.

Maar ook hier moet de voorspellende kwaliteit van een model worden onderscheiden van het effect van de daaropvolgende interventie. Dat probleem bestond al vóór de recente AI-golf. Een grootschalige studie van Mac Iver et al. (2019) onderzocht een early-warning-interventie in 41 Amerikaanse secundaire scholen met 7.985 leerlingen. Scholen kregen ondersteuning om signalen rond aanwezigheid en studieresultaten systematisch te bespreken en tijdig te interveniëren. Op de vooraf bepaalde primaire uitkomsten – aanwezigheid en het aandeel behaalde studiepunten – werd geen statistisch significant effect gevonden. Chronische afwezigheid nam op een secundaire maat wel af, maar voor het aantal leerlingen dat vakken niet behaalde was het verschil niet significant.

Deze studie betrof nog geen geavanceerde AI, maar is juist daarom relevant. Zij laat zien dat een betere signaleringsinfrastructuur niet automatisch tot betere uitkomsten leidt. AI kan de voorspelling nauwkeuriger maken, maar het moeilijkste deel ligt vaak ná de voorspelling: tijd en expertise beschikbaar hebben om contact op te nemen, de oorzaak te achterhalen, passende ondersteuning te organiseren en na te gaan of die werkt.

Een risicoscore moet bovendien als waarschijnlijkheid en niet als diagnose worden behandeld. Een leerling kan ten onrechte als risicoleerling worden gemarkeerd, terwijl een andere leerling die daadwerkelijk hulp nodig heeft niet wordt gedetecteerd. Wanneer voorspellingen zichtbaar worden voor leraren en begeleiders kunnen ze bovendien verwachtingen en interacties beïnvloeden. De meest verantwoorde toepassing van early warning is daarom niet automatische classificatie of doorverwijzing, maar het richten van professionele aandacht: het systeem zegt in essentie “kijk hier nog eens naar”, waarna een mens probeert te begrijpen wat er werkelijk speelt.

8.5 Studiebegeleiding en gepersonaliseerde ondersteuning

AI biedt ook mogelijkheden om leerlingen en studenten rechtstreeks te ondersteunen bij hun studievoortgang. Systemen kunnen informatie uit verschillende bronnen samenvatten, deadlines zichtbaar maken, planning ondersteunen, mogelijke leerroutes voorstellen, verwijzen naar relevante hulpbronnen en op elk moment routinevragen beantwoorden. De *OECD Digital Education Outlook 2026* (2026a) noemt de analyse van leertrajecten, ondersteuning van studieadviseurs en permanente studie- en loopbaanbegeleiding expliciet als mogelijke toepassingen van goed afgestemde GenAI-systemen.

Voorals het informatieve en organisatorische deel van begeleiding lijkt hiervoor geschikt. Veel vragen van leerlingen betreffen procedures, voorwaarden, deadlines, keuzeopties of beschikbare ondersteuning. Een systeem dat uitsluitend werkt met gecontroleerde institutionele informatie kan daarop snel en toegankelijk antwoorden en menselijke begeleiders van repetitief werk ontlasten. Generatieve interfaces maken dergelijke informatie bovendien toegankelijker omdat leerlingen hun vraag in gewone taal kunnen formuleren.

Dragoni en Margottini (2024) illustreren deze ontwikkeling met het project CounselorBot, een op generatieve AI gebaseerde toepassing die bedoeld is om studenten te ondersteunen bij hun onderwijs- en loopbaantraject. Het project is een ontwerp- en ontwikkelingscasus en levert nog geen effectiviteitsevidentie, maar laat wel zien hoe een chatbot kan worden gekoppeld aan specifieke, gecontroleerde informatie en aan een duidelijk afgebakende begeleidingsfunctie.

De grens ligt waar informatieverstrekking overgaat in interpretatie en beslissingsadvies. Een systeem kan laten zien welke studierichtingen bestaan, welke toelatingsvoorwaarden gelden en welke vakken aansluiten bij een bepaald profiel. Het is veel moeilijker om te bepalen welke richting voor een bepaalde jongere wenselijk is. Daar komen identiteit, ambitie, sociale context, waarden, zelfbeeld, onzekerheid en soms familiale verwachtingen in het spel. Dat zijn geen variabelen die eenvoudig uit een leerlingprofiel kunnen worden afgeleid.

8.6 Loopbaanoriëntatie en agency

De literatuur over AI in loopbaanbegeleiding groeit snel. Sarmurzin et al. (2026) analyseerden 43 studies naar AI in universitaire loopbaanbegeleiding en onderscheiden drie belangrijke toepassingen: conversationele systemen die informatie en advies bieden, voorspellende modellen die bijvoorbeeld aansluiting op opleidingen of beroepen inschatten, en aanbevelingssystemen die persoonlijke leer- en loopbaanpaden voorstellen. De technologie kan

de beschikbaarheid van begeleiding vergroten en routinevragen 24 uur per dag beantwoorden. Tegelijk signaleren de auteurs problemen met vertrouwen, beperkte empathie, onvoldoende transparantie van aanbevelingen en automation bias: gebruikers kunnen geneigd zijn de suggestie van een systeem te volgen zonder het onderliggende oordeel nog voldoende zelf te maken.

Dat laatste is bijzonder belangrijk voor het onderwijs. Loopbaanoriëntatie gaat niet alleen over het vinden van de statistisch beste overeenkomst tussen een profiel en een opleiding of beroep. Het is ook een ontwikkelingsproces waarin jongeren ontdekken wat zij belangrijk vinden, hun capaciteiten leren interpreteren, mogelijkheden verkennen en geleidelijk een beeld vormen van hun toekomstige plaats in de wereld. Een systeem dat op basis van historische data vooral de meest waarschijnlijke route adviseert, kan onbedoeld bestaande onderwijs- en arbeidsmarktpatronen reproduceren en de exploratieruimte van jongeren vernauwen.

De OECD komt vanuit de bredere literatuur over digitale loopbaanbegeleiding tot een vergelijkbare conclusie. Digitale technologie kan begeleiding toegankelijker, efficiënter en mogelijk gelijkjer maken, maar deze voordelen kunnen niet als vanzelfsprekend worden verondersteld. Ontwerp, toegang, kwaliteit van informatie en de verhouding tot menselijke begeleiding zijn bepalend.

Al lijkt daarom vooral geschikt als aanvulling op loopbaanbegeleiding: informatie ontsluiten, alternatieven zichtbaar maken, vragen voorbereiden en exploratie stimuleren. De uiteindelijke keuzes moeten niet door een aanbevelingsalgoritme worden geoptimaliseerd. De agency van de leerling is hier niet alleen een randvoorwaarde, maar precies een van de doelen van begeleiding.

8.7 Psychosociale leerlingbegeleiding

Een nog gevoeliger terrein is psychosociale ondersteuning. Conversationele AI-systemen kunnen laagdrempelig beschikbaar zijn wanneer jongeren stress, angst, eenzaamheid of andere problemen ervaren. Anders dan bij veel andere onderwijstoepassingen bestaat hiervoor inmiddels ook experimenteel onderzoek, al komt dat voornamelijk uit de digitale geestelijke gezondheidszorg en niet uit het onderwijs.

Feng et al. (2025) analyseerden 15 gerandomiseerde trials met in totaal 1.974 jongeren van 12 tot 25 jaar. Na correctie voor publicatiebias vonden zij een middelgroot tot groot gemiddeld effect op depressieve symptomen, maar geen significante effecten op angst, stress, mentaal welzijn of positief en negatief affect. De studies hadden bovendien nauwelijks follow-upmetingen, waardoor weinig bekend is over duurzaamheid. Een bredere meta-analyse van 31 RCT's bij adolescenten en jongvolwassenen vond eveneens positieve gemiddelde effecten op psychische klachten, maar stelde vast dat de evidentie voor generatieve chatbots veel minder consistent was dan die voor meer begrensde, retrieval-based systemen.

Deze resultaten zijn interessant, maar mogen niet worden vertaald naar de conclusie dat algemene GenAI-systemen menselijke leerlingbegeleiding kunnen vervangen. De onderzochte systemen zijn veelal specifiek voor mentale gezondheid ontworpen en gecontroleerd. Bovendien bestrijkt de onderzoekspopulatie ook jongvolwassenen buiten de schoolcontext. De huidige evidentie ondersteunt hoogstens een aanvullende functie voor zorgvuldig ontworpen toepassingen, bijvoorbeeld voor laagdrempelige informatie, zelfhulp of ondersteuning tussen menselijke contacten in.

Juist bij psychosociale begeleiding zijn relaties en verantwoordelijkheid essentieel. Een jongere kan iets zeggen dat niet als standaardvraag kan worden behandeld, of een ogenschijnlijk

eenvoudige vraag kan deel zijn van een ernstiger probleem. Voor situaties waarin veiligheid, diagnose of belangrijke beslissingen in het geding zijn, moet een systeem daarom kunnen terugverwijzen naar bevoegde menselijke professionals. De beschikbaarheid van een chatbot mag geen aanleiding zijn om menselijke begeleidingscapaciteit af te bouwen.

8.8 Naar mensgerichte monitoring en begeleiding

De literatuur over *learning analytics* en AI laat daarmee een terugkerend patroon zien. Technisch gezien worden systemen steeds beter in het verzamelen, combineren en analyseren van gegevens. Veel minder evident is of die informatie leidt tot betere pedagogische beslissingen en uiteindelijk tot betere uitkomsten. De recente meta-review van García-García et al. (2026) laat zelfs zien dat de onderzoeksliteratuur zelf veel sterker is ontwikkeld rond voorspelling en modelperformance dan rond pedagogische theorie en daadwerkelijke interventies.

Dat heeft consequenties voor de manier waarop dergelijke systemen worden geëvalueerd. De nauwkeurigheid waarmee een model uitval voorspelt, de AUC van een classificatiemodel, het aantal geopende dashboards of het percentage gebruikers dat een chatbot raadpleegt zijn relevante technische of gebruiksindicatoren, maar nog geen maat voor onderwijswaarde. Uiteindelijk moet worden onderzocht of leerlingen tijdiger passende ondersteuning krijgen, of leer- en studieresultaten verbeteren, of afwezigheid en uitval verminderen, of welzijn en agency worden ondersteund, of bestaande ongelijkheden kleiner dan wel groter worden en of professionals daadwerkelijk tijd winnen.

Daarbij is een mensgerichte architectuur noodzakelijk. De systematische review van Alfredo et al. (2024) onderstreept het belang van actieve betrokkenheid van leerlingen en onderwijsprofessionals bij ontwerp en implementatie en van een bewuste keuze over de verhouding tussen menselijke controle en automatisering. Leerlingen moeten niet louter objecten zijn waarover data worden verzameld, maar deelnemers die in redelijke mate kunnen begrijpen welke informatie wordt gebruikt en waarvoor. Professionals moeten signalen kunnen betwifelen, corrigeren of negeren en alternatieve informatie kunnen inbrengen.

Het uitgangspunt moet bovendien dataminimalisatie zijn en niet maximale dataverzameling. Niet alles wat technisch meetbaar is, hoeft te worden gemeten. Vooral langdurige registratie van gedrag, video, biometrische gegevens of afgeleide psychologische kenmerken kan de verhouding tussen leerling en school veranderen. De systematische review van Fütterer et al. (2025) laat zien hoe sterk AI-onderzoek rond classroom management al naar permanente gedrags- en aandachtsmonitoring neigt en hoe weinig de ethische consequenties in veel studies worden uitgewerkt.

Voor studievoortgang, begeleiding en organisatie lijkt daarom een data-ondersteund maar menselijk geleid model het meest verdedigbaar. AI kan signalen verzamelen, patronen zichtbaar maken, informatie ordenen, routinevragen beantwoorden en professionals attent maken op mogelijke problemen. De interpretatie van wat een leerling nodig heeft en de verantwoordelijkheid voor belangrijke beslissingen moeten bij mensen en instellingen blijven. De centrale ambitie is niet maximale voorspelbaarheid van leerlingen, maar betere en tijdigere ondersteuning.

9 Governance en beleid

9.1 AI als governance-instrument

AI roept niet alleen vragen op over leren, leraarschap of assessment, maar ook over governance: wie beslist waarover, op basis van welke informatie, binnen welke regels en wie draagt verantwoordelijkheid wanneer een AI-systeem een fout maakt? Governance is daarmee ruimer dan management. Management betreft het organiseren en uitvoeren van processen; governance gaat over de verdeling van beslissingsrechten, verantwoordelijkheden, toezicht en publieke verantwoording. AI raakt aan beide, omdat zij niet alleen bestaande taken kan automatiseren, maar ook de informatie waarop beslissingen worden genomen kan selecteren, structureren en interpreteren.

Dit governancevraagstuk speelt op verschillende niveaus. Op mesoniveau moeten scholen en schoolbesturen bepalen welke toepassingen worden toegelaten of aangeschaft, welke data daarvoor mogen worden gebruikt, welke taken kunnen worden geautomatiseerd, hoe leraren en leerlingen daarbij worden betrokken en wie verantwoordelijk blijft voor de beslissingen. Op macroniveau moeten overheden regels, standaarden, publieke infrastructuur, kwaliteitsbewaking en marktvoorwaarden creëren waarbinnen scholen verantwoord kunnen handelen. De twee niveaus zijn nauw met elkaar verbonden. Veel beslissingen kunnen niet verantwoord aan individuele scholen worden overgelaten, maar te ver doorgedreven centrale regulering kan de professionele en pedagogische handelingsruimte van scholen aantasten.

De nog jonge onderzoeksliteratuur suggereert dat AI-governance niet mag worden opgevat als het schrijven van regels voor het gebruik van een nieuwe tool. Jiang & Abdullah (2026) vinden in hun systematische review dat AI vooral wordt ingezet in strategische planning, administratie, risicoanalyse, *resource allocation* en institutionele besluitvorming. Zij onderscheiden drie mechanismen: *anticipatory modelling*, waarmee beslissingen meer op voorspellingen worden gebaseerd; *data-driven coordination*, waarmee informatie tussen onderdelen van een organisatie wordt geïntegreerd; en *accountability-oriented sense-making*, waarmee informatie wordt geordend voor rapportering, verantwoording en kwaliteitszorg. AI wordt daarmee geleidelijk onderdeel van de informatie-infrastructuur waarmee een instelling zichzelf waarneemt, coördineert en bestuurt.

9.2 Schoolorganisatie en institutionele governance

Op schoolniveau liggen de eerste toepassingen vaak in relatief herkenbare organisatorische taken. GenAI kan documenten en vergaderingen samenvatten, communicatie voorbereiden, informatie uit verschillende bronnen bijeenbrengen, administratieve teksten genereren, planningen ondersteunen en rapportering versnellen. Predictieve en analytische systemen kunnen daarnaast worden gebruikt voor leerlingopvolging, personeelsplanning, kwaliteitszorg en de allocatie van ondersteuning.

De potentiële efficiëntiewinst is reëel, maar een afzonderlijke taak sneller uitvoeren is niet hetzelfde als een organisatie productiever maken. Zoals eerder bij het leraarschap werd besproken, kan goedkoper produceren juist aanleiding geven tot méér productie: meer rapporten, frequentere updates, uitgebreidere verantwoordingsvragen of nieuwe indicatoren. Een school moet productiviteitswinst daarom niet meten aan het aantal processen dat door AI wordt uitgevoerd, maar aan de vraag of er daadwerkelijk tijd en aandacht vrijkomen voor onderwijs, professionele samenwerking en begeleiding.

Recente systematische reviews in het hoger onderwijs laten zien dat succesvolle institutionele integratie samenhangt met wat Bacalso et al. (2026) *governance maturity* noemen: coherent toezicht over verschillende organisatieonderdelen, duidelijke afspraken over toegestaan gebruik en *disclosure*, en een op risico gebaseerde omgang met data en toepassingen. Hun review van 50 studies laat tegelijk zien dat instellingen sterk verschillen in de mate waarin zulke organisatorische voorwaarden aanwezig zijn. De precieze organisatorische vorm hoeft voor een school niet dezelfde te zijn als voor een universiteit, maar het beginsel is overdraagbaar: AI-beleid kan niet uitsluitend een opdracht van de ICT-verantwoordelijke of de individuele leraar zijn.

Een school of schoolbestuur heeft daarom een expliciete institutionele visie nodig op waar AI wel en niet wordt ingezet. Daarbij moet niet van de technologie, maar van de functie worden vertrokken. Het samenvatten van een administratief document stelt andere eisen dan het classificeren van leerlingen, het adviseren over ondersteuning of het beoordelen van leraren. Naarmate een toepassing grotere gevolgen heeft voor personen, meer gevoelige gegevens verwerkt of sterker ingrijpt in professionele beslissingen, zijn strengere voorwaarden nodig voor autorisatie, controle en verantwoording.

Li, Turner & Liu (2025) bieden hiervoor een interessant conceptueel onderscheid. Zij stellen dat AI relatief goed aansluit bij lokale, gedistribueerde en incrementele beslissingen, maar veel minder vanzelfsprekend is bij beslissingen die systeemcoherentie, expliciete doelen en afwegingen tussen verschillende waarden vereisen. Zij noemen het eerste type *sub-symbolic governance* en het tweede *symbolic governance*. Hun terminologie is niet gangbaar in het onderwijsbeleid, maar het onderliggende inzicht is bruikbaar: optimaliseren binnen een gegeven kader is iets anders dan bepalen welk kader wenselijk is. AI kan bijvoorbeeld een rooster optimaliseren nadat doelen en beperkingen zijn bepaald, maar mag niet zelf bepalen welke onderwijsdoelen, personeelsbelangen of pedagogische relaties prioriteit moeten krijgen.

De professionele en participatieve dimensie is daarbij essentieel. Leraren, schoolleiders en andere medewerkers moeten voldoende zeggenschap houden over *workflows* die hun professionele handelen structureren. Ook leerlingen en, afhankelijk van leeftijd en toepassing, ouders moeten betrokken kunnen worden wanneer systemen hun gegevens gebruiken of rechtstreeks invloed hebben op hun onderwijsloopbaan. De geactualiseerde Europese richtsnoeren voor AI en data in basis- en secundair onderwijs benadrukken daarom contextgebonden ethische besluitvorming op schoolniveau naast kennis van juridische kaders zoals de AI Act en de GDPR.

9.3 Van adoptie naar organisatorische capaciteit

Een belangrijke governancefout bestaat erin toegang tot technologie met implementatie te verwarren. De aanschaf van een AI-licentie of de beschikbaarheid van een generieke chatbot zegt weinig over de mate waarin een organisatie de technologie verantwoord en productief kan integreren.

Daarvoor levert de studie van Chatterji et al. (2026), hoewel zij niet over onderwijsorganisaties gaat, relevante cross-sectorale evidentie. De auteurs koppelen ChatGPT Enterprise-gebruiksgegevens aan gegevens over organisaties, werknemers en taken. In een werknemerssample omvat hun analyse 1.764 organisaties en ruim 17 miljoen berichten. Zij vinden dat gebruik zich na adoptie verder verdiept en over uiteenlopende functies en taken verspreidt. Onder Amerikaanse beursgenoteerde bedrijven is vroege adoptie bovendien sterker geconcentreerd bij grotere ondernemingen en organisaties met meer voorafgaande

investeringen in R&D, software en organisatorisch kapitaal. De auteurs plaatsen dit in de literatuur over *general purpose technologies*: toegang is slechts het begin; waarde ontstaat via experimenteren, aanvullende investeringen, competentieontwikkeling en herontwerp van *workflows*.

Deze resultaten kunnen niet rechtstreeks naar scholen worden geëxtrapoleerd en de studie meet geen causale productiviteitseffecten. Maar ze ondersteunen wel een belangrijk governanceprincipe: dezelfde technologie kan in organisaties met verschillende capaciteiten zeer verschillende effecten hebben. Een school met sterke digitale infrastructuur, professionele samenwerking, technische ondersteuning en tijd voor gezamenlijk ontwerp kan een toepassing kritisch testen en aanpassen. Een school die deze capaciteiten mist, kan afhankelijker worden van standaardinstellingen en de beslissingen van leveranciers.

Daarom moet beleid verder kijken dan gelijke toegang tot AI. Gelijke toegang kan zelfs nieuwe ongelijkheid verbergen wanneer scholen ongelijk beschikken over de complementaire expertise en infrastructuur om de technologie goed te gebruiken. Het OECD-onderzoek naar digitale onderwijs-governance laat al vóór de huidige GenAI-golf zien hoe sterk landen en scholen verschillen in de organisatie van infrastructuur, *procurement*, interoperabiliteit, *data governance* en professionele capaciteit (OECD, 2023). Een centrale opdracht voor systeembeleid bestaat daarom in het verminderen van verschillen in implementatiecapaciteit, niet alleen in het subsidiëren van technologie.

9.4 Data governance en informatie-infrastructuur

AI vergroot de waarde van onderwijsdata, maar ook de risico's die ermee verbonden zijn. Een systeem dat advies geeft over studievoortgang, leerlingbegeleiding of *resource allocation* kan informatie uit verschillende bronnen combineren en verbanden leggen die in afzonderlijke databanken nauwelijks zichtbaar waren. Daardoor worden vragen over toegang, kwaliteit, herkomst, koppeling en bewaartermijnen van data nog belangrijker.

Data governance moet beginnen met een doel, niet met de beschikbaarheid van data. De vraag is niet welke leerlinggegevens technisch kunnen worden verzameld, maar welke gegevens noodzakelijk en proportioneel zijn om een legitiem onderwijsdoel te bereiken.

Dataminimalisatie is daarom niet alleen een privacyprincipe, maar ook een pedagogisch en bestuurlijk beginsel. Het voorkomt dat datgene wat gemakkelijk meetbaar is ongemerkt de definitie gaat bepalen van wat een school belangrijk vindt.

Ook datakwaliteit krijgt een andere betekenis. Wanneer een fout in een registratiesysteem vroeger alleen in één rapport verscheen, kan dezelfde fout in een geïntegreerd AI-systeem doorwerken in voorspellingen, dashboards en aanbevelingen. Een systeem kan vervolgens zeer consistent een verkeerde conclusie trekken. Durmuş Şenyapar & Bayındır (2026) vinden in hun systematische review van 48 studies over AI, kwaliteitszorg en strategisch management dat gefragmenteerde data-infrastructuren, beperkte digitale capaciteit en zwakke data governance belangrijke obstakels vormen voor verantwoord institutioneel gebruik. Daarnaast signaleren zij risico's rond algoritmische bias, ondoorzichtige governance en institutionele ongelijkheid.

Interoperabiliteit is daarbij cruciaal. Zonder gemeenschappelijke standaarden ontstaat gemakkelijk een verzameling afzonderlijke systemen die gegevens dupliceren, leerlingen en professionals meerdere keren dezelfde informatie laten invoeren en scholen afhankelijk maken van één leverancier. De OECD (2023) beschouwt interoperabiliteit daarom als een kernonderdeel van digitale onderwijs-governance en stelt vast dat overheden via technische standaarden en procurement kunnen sturen op hergebruik en overdraagbaarheid van gegevens.

AI-governance vraagt daarnaast om herkomst- en versie-informatie. Scholen en overheden moeten kunnen weten welk systeem voor een bepaalde toepassing werd gebruikt, welke modelversie actief was, welke gegevensbronnen werden geraadpleegd en wanneer relevante wijzigingen werden doorgevoerd. Een AI-systeem dat na een leveranciersupdate anders functioneert, kan niet zonder meer blijven steunen op een validatie die voor een eerdere versie werd uitgevoerd.

9.5 Procurement en marktGovernance

Omdat een groot deel van de geavanceerde AI-infrastructuur door private ondernemingen wordt ontwikkeld, is procurement een van de belangrijkste governance-instrumenten waarover onderwijsstelsels beschikken. Het gaat daarbij om veel meer dan prijs en functionaliteit.

De OECD (2023) laat zien dat overheden publieke procurement al gebruiken om digitale onderwijsmarkten te sturen op veiligheid, privacy, interoperabiliteit, inclusiviteit en andere publieke doelstellingen. In sterk gedecentraliseerde onderwijsstelsels bestaat echter het risico dat afzonderlijke scholen onvoldoende expertise en onderhandelingsmacht hebben om complexe digitale producten te beoordelen. De OECD-review van Nederland illustreert hoe gezamenlijke organisaties zoals SIVON en SURF scholen en instellingen kunnen ondersteunen bij collectieve inkoop, expertise en digitale infrastructuur (OECD, 2025).

Procurement stelt niet alleen voorwaarden aan producten die al bestaan, maar creëert ook vraag naar bepaalde soorten innovatie. Acemoglu et al. (2026) betogen vanuit een Amerikaans politiek-economisch perspectief dat marktprikkels en padafhankelijkheid investeringen relatief sterk in de richting van automatisering kunnen sturen, terwijl technologie die menselijke expertise uitbreidt of nieuwe taken mogelijk maakt minder vanzelf tot ontwikkeling komt. Dit is geen directe empirische studie van onderwijsprocurement, maar het mechanisme is relevant. Een onderwijsstelsel dat vooral inkoopt op kostenbesparing en vervanging creëert andere ontwikkelprijkkels dan een stelsel dat vraagt om toepassingen die professioneel oordeel ondersteunen, nieuwe pedagogische mogelijkheden openen en menselijke relaties behouden.

Voor AI wordt collectieve capaciteit daardoor nog belangrijker. In contracten komen niet alleen de verwerking van persoonsgegevens aan bod, maar ook de vraag welke data voor modeltraining mogen worden gebruikt, welke auditinformatie beschikbaar is, hoe wijzigingen van modellen worden gecommuniceerd, welke mogelijkheden bestaan om gegevens en materialen te exporteren en onder welke voorwaarden een instelling het systeem weer kan verlaten. Zonder duidelijke afspraken kunnen scholen technologisch en organisatorisch afhankelijk worden van één platform.

Publieke governance moet daarom ook de marktstructuur zelf in het oog houden. Wanneer een klein aantal ondernemingen de generieke modellen, cloudinfrastructuur én onderwijstoepassingen controleert, is vendor lock-in niet alleen een financieel risico. Het kan ook invloed hebben op welke curricula, talen, pedagogische modellen en vormen van datarepresentatie technologisch gemakkelijk beschikbaar zijn. Voor kleine taalgebieden is publieke capaciteit daarom mede een kwestie van curriculaire en culturele soevereiniteit.

Dit sluit aan bij het eerder besproken belang van publieke R&D en organisaties zoals NOLAI. De overheid hoeft niet elk AI-model zelf te ontwikkelen, maar zij heeft wel publieke expertise, testcapaciteit, standaarden en infrastructuur nodig om toepassingen onafhankelijk te beoordelen en alternatieven mogelijk te maken. Procurement en publieke R&D vormen zo niet alleen instrumenten voor risicobeheersing, maar ook manieren om de richting van innovatie mede te beïnvloeden.

9.6 Beslissingsrechten, menselijke controle en accountability

De meest fundamentele governancevraag is uiteindelijk wie bevoegd is een beslissing te nemen. Naarmate AI systemen niet alleen informatie produceren maar aanbevelingen, classificaties of acties genereren, kan de grens tussen ondersteunen en beslissen vervagen.

Pesek (2026) beschouwt dit als een centraal governanceprobleem. AI verandert volgens hem de verdeling van autoriteit, verantwoordelijkheid en accountability tussen systeemniveau, instellingen en professionals. Hij pleit daarom voor *reconfigured hybrid governance*: verantwoordelijkheden moeten gedifferentieerd worden naar niveau en type AI-functie in plaats van centraal of lokaal één algemene regel te hanteren.

Dat is een productief uitgangspunt voor onderwijs. Routineuze, reversibele en weinig risicovolle taken kunnen relatief ver worden geautomatiseerd. Naarmate beslissingen grotere gevolgen hebben voor leertrajecten, toegang, beoordeling, ondersteuning of rechten, moet menselijke controle sterker worden. Daarbij is *human-in-the-loop* als formele formule onvoldoende. Een professional die alleen een automatisch advies te zien krijgt en geen tijd, informatie of bevoegdheid heeft om ervan af te wijken, oefent nauwelijks reële menselijke controle uit.

Werkelijke *accountability* vereist dat duidelijk is wie het gebruik heeft geautoriseerd, wie de kwaliteit van het systeem bewaakt, wie een concrete uitkomst moet beoordelen, wie mag afwijken van het advies en bij wie een leerling of ouder bezwaar kan maken.

Verantwoordelijkheid kan niet bij “het algoritme” liggen en mag evenmin stilzwijgend bij de individuele leraar terechtkomen wanneer essentiële keuzes door bestuur, overheid of leverancier zijn gemaakt.

De EU AI Act (2024) maakt dat onderscheid op macroniveau gedeeltelijk juridisch expliciet. Niet alle AI-gebruik in onderwijs geldt als hoog risico, maar bepaalde toepassingen wel: systemen die toegang of toelating tot onderwijs bepalen, personen aan onderwijsprogramma's toewijzen, leeruitkomsten beoordelen, het passende onderwijsniveau bepalen op een manier die de toegang wezenlijk beïnvloedt, of leerlingen tijdens toetsen monitoren om verboden gedrag te detecteren. De Europese wetgever motiveert dit expliciet vanuit de mogelijke gevolgen voor de onderwijs- en beroepsloopbaan en het risico op discriminatie.

Het belangrijke governanceprincipe is dus proportionaliteit naar risico en consequentie. Het genereren van een eerste ontwerp voor een nieuwsbrief vraagt niet dezelfde procedure als een algoritmisch advies over studiekeuze, toelating of ondersteuningsbehoefte.

9.7 Governance op systeemniveau

Op macroniveau kan AI-governance niet worden gereduceerd tot één wet of één nationaal beleidsdocument. Effectieve sturing bestaat uit een gelaagd systeem van wetgeving, professionele normen, kwaliteitsstandaarden, technische eisen, *procurement*, publieke infrastructuur, toezicht en ondersteuning.

Wetgeving bepaalt een minimale ondergrens. In Europa zijn vooral de GDPR en AI Act relevant; daarnaast plaatst het Framework Convention on Artificial Intelligence, Human Rights, Democracy and the Rule of Law van de Council of Europe AI-governance expliciet binnen fundamentele rechten, democratie en rechtsstaat. Specifiek voor onderwijs benadrukt de Council of Europe dat algemene AI-regulering niet voldoende is, omdat onderwijs zowel fundamentele rechten als menselijke ontwikkeling raakt.

UNESCO (2025) vertrekt vanuit een vergelijkbaar maar nadrukkelijker recht-op-onderwijsperspectief. De organisatie waarschuwt dat digitalisering en AI zonder adequate *data protection*, transparante governance, inclusieve toegang en *accountability* bestaande ongelijkheden kunnen versterken en verschillende rechten van leerlingen kunnen aantasten. Het in 2025 gepubliceerde rapport ordent het systeemvraagstuk rond vijf onderling afhankelijke dimensies: coördinatie en leiderschap, content en oplossingen, capaciteit en cultuur, connectiviteit en infrastructuur, en kost en duurzaamheid. UNICEF (2025) voegt daar vanuit het perspectief van kinderrechten onder meer veiligheid, privacy, non-discriminatie en betekenisvolle betrokkenheid van kinderen aan toe.

Dergelijke kaders zijn noodzakelijk, maar regelgeving alleen creëert nog geen uitvoeringscapaciteit. Een onderwijsministerie kan hoge standaarden formuleren zonder dat scholen de expertise hebben om producten te beoordelen of leveranciers te controleren. Systeemgovernance moet daarom ook voorzien in technische en juridische expertise, onafhankelijke evaluatiecapaciteit, opleidingsmogelijkheden, gedeelde standaarden en ondersteunende organisaties.

Een belangrijk uitgangspunt is daarbij subsidiariteit. Beslissingen moeten zo dicht mogelijk bij de plaats worden genomen waar de noodzakelijke contextkennis aanwezig is, maar niet zo lokaal dat individuele scholen verantwoordelijk worden gemaakt voor risico's die alleen collectief kunnen worden beheerst. Nationale of regionale overheden zijn bijvoorbeeld beter geplaatst om privacy- en interoperabiliteitsstandaarden vast te leggen, modelcontracten te onderhandelen, onafhankelijke audits te organiseren en wettelijke rechten te waarborgen. Scholen en leraren zijn beter geplaatst om binnen zulke kaders te beslissen hoe een toepassing in een concrete pedagogische context wordt gebruikt.

9.8 Internationale beleidsmodellen

Landen maken andere keuzes en leggen verschillende accenten. In Tabel 3 geven we een aantal illustratieve voorbeelden van beleids- en governance-modellen in andere landen. De vergelijking laat zien dat AI-governance in onderwijs verschillende vormen kan aannemen: beginselgestuurde nationale kaders, sectorspecifieke productstandaarden, integratie van wettelijke verplichtingen en pedagogische aanbevelingen, centrale publieke infrastructuur, publiek gefinancierde R&D en horizontale risicoregulering. Geen van deze modellen volstaat op zichzelf; samen illustreren zij het bredere instrumentarium waarover een onderwijsstelsel kan beschikken.

Tabel 3. Voorbeelden van internationale governance-modellen

Model	Hoofdfocus	Sterkte	Belangrijk aandachtspunt
Australië	Nationaal kader voor verantwoord en ethisch gebruik door alle schoolactoren; periodieke herziening	Gemeenschappelijke beginselen en brede betrokkenheid	Beginselen moeten worden vertaald naar productkeuze, bewijs en lokale capaciteit
Engeland	Veiligheidsstandaarden voor generatieve AI-producten in onderwijs	Concreet voor leveranciers; omvat cognitieve, sociale en emotionele veiligheid	Veilig product is nog geen effectief of passend leermiddel
Finland	Combinatie van wettelijke verplichtingen, ethiek, pedagogiek, assessment en implementatiesteun	Coherent en onderwijsbreed kader	Lokale expertise en middelen bepalen de feitelijke uitvoering
Singapore	AI geïntegreerd in EdTech Masterplan 2030 met pedagogiek en leerling centraal	Centrale infrastructuur en schaalbare samenhang	Sterke sturing is niet zonder meer overdraagbaar naar andere bestuursmodellen
Nederland / NOLAI	Publiek gefinancierde R&D, co-creatie en praktijkvalidatie	Onderwijsvraag vóór technologie; kennisopbouw in publiek ecosysteem	Opschaling, onderhoud en verbinding met markt en stelsel blijven cruciaal
Europese Unie	Risicogebaseerde horizontale regulering via AI Act en gegevensbescherming	Rechten, documentatie, toezicht en eisen voor hoog-risicogebruik	Complexe naleving en noodzaak van sectorspecifieke interpretatie

Het Australische model is in hoofdzaak beginselgestuurd: één nationaal kader formuleert gemeenschappelijke verwachtingen voor verantwoord en ethisch gebruik door de verschillende actoren in het schoolonderwijs en wordt periodiek herzien (Australian Government Department of Education, 2025). Engeland kiest daarnaast voor een meer productgerichte benadering. De in 2025 gepubliceerde en in 2026 uitgebreide veiligheidsstandaarden richten zich rechtstreeks tot ontwikkelaars en leveranciers en omvatten inmiddels niet alleen privacy en technische veiligheid, maar ook cognitieve, sociale en emotionele ontwikkeling, mentale gezondheid en manipulatie (Department for Education, 2026). Finland verbindt wettelijke verplichtingen met concrete aanbevelingen voor onderwijsaanbieders en personeel en koppelt AI-gebruik expliciet aan curriculum, pedagogische rechtvaardiging, *procurement*, transparantie, gelijkheid en professionele competentie (Finnish National Agency for Education, 2025).

Singapore illustreert een sterker centraal gecoördineerd model waarin AI onderdeel is van een bredere digitale onderwijsstrategie en infrastructuur (Ministry of Education Singapore, 2026). NOLAI vertegenwoordigt weer een ander beleidsinstrument: geen regulerend kader maar publiek gefinancierde ontwikkelcapaciteit waarin scholen, onderzoekers en bedrijven vanuit concrete onderwijsproblemen samenwerken aan ontwikkeling, implementatie en onderzoek. Regulering stelt vooral grenzen; publieke R&D creëert ook alternatieven en gezamenlijke kennis (NOLAI, 2026a, 2026b).

De Europese Unie vormt ten slotte een voorbeeld van horizontale, risicogebaseerde regulering. De AI Act stelt zwaardere eisen aan toepassingen die wezenlijke gevolgen kunnen hebben voor toegang tot onderwijs, beoordeling, niveaubepaling of monitoring tijdens examens. De geactualiseerde Europese richtsnoeren van 2026 proberen die algemene juridische regels te

vertalen naar ethisch en pedagogisch handelen in onderwijscontexten (European Union, 2024; European Commission, 2026).

De vergelijking maakt vooral duidelijk dat effectieve governance niet uit één instrument bestaat. Een robuust onderwijsbeleid combineert wettelijke grenzen, product- en datastandaarden, professionele richtlijnen, publieke infrastructuur en R&D, gezamenlijke procurement, onafhankelijke evaluatie en lokale implementatiecapaciteit. De precieze combinatie hangt mede af van het bestuursmodel van een land.

9.9 Publieke capaciteit, equity en institutionele verschillen

Governance heeft ook een verdelingsdimensie. Het risico bestaat dat AI de verschillen tussen scholen vergroot, niet alleen omdat leerlingen verschillende toegang hebben, maar omdat instellingen verschillen in hun vermogen de technologie verstandig te selecteren en te integreren.

De OECD-review van het Nederlandse digitale onderwijsbeleid is hier instructief (OECD, 2025). Nederland combineert grote autonomie van scholen met een groeiende publieke en sectorale infrastructuur voor digitale innovatie, inkoop en ondersteuning. De review wijst erop dat decentralisering lokale autonomie ondersteunt, maar het voor centrale overheden tegelijk moeilijker maakt investeringen en kwaliteit rechtstreeks te sturen. Zij beveelt daarom verdere investering aan in veilige infrastructuur, samenwerking, monitoring en capaciteitsontwikkeling.

Voor Vlaanderen is de precieze institutionele context anders, maar het probleem is vergelijkbaar. Wanneer elke school afzonderlijk moet bepalen welke generatieve modellen betrouwbaar zijn, welke contractvoorwaarden acceptabel zijn, hoe een AI-toepassing aan regelgeving voldoet en welke evaluatie als voldoende evidentie geldt, worden instellingen met meer financiële en professionele capaciteit systematisch bevoordeeld.

Een rechtvaardig AI-beleid vraagt daarom om gedeelde publieke capaciteit. Dat kan bestaan uit gezamenlijke procurement, gevalideerde toepassingen, publieke testomgevingen, modelcontracten, technische standaarden, onafhankelijk onderzoek, juridische ondersteuning en professionele leerinfrastructuur. Centrale ondersteuning hoeft de professionele autonomie niet te verminderen; zij kan die juist mogelijk maken door scholen te ontlasten van taken waarvoor zij afzonderlijk onvoldoende schaal of expertise hebben.

9.10 Adaptieve governance

AI-systemen veranderen snel. Een systeem dat op het moment van aanschaf werd geëvalueerd, kan enkele maanden later een ander model gebruiken, nieuwe functies bevatten of met andere databronnen zijn verbonden. Governance kan daarom niet uitsluitend bestaan uit een eenmalige toestemming of productcertificering.

Er is een cyclisch model nodig van selectie, gecontroleerde implementatie, monitoring, evaluatie en herziening. Nieuwe toepassingen kunnen eerst in een beperkte context worden getest. Daarbij moeten niet alleen technische nauwkeurigheid en gebruikerservaring worden onderzocht, maar ook gevolgen voor leren, werkverdeling, professionele autonomie, equity, privacy en vertrouwen. Wanneer een systeem verandert of in een andere populatie of context wordt toegepast, moet worden nagegaan of eerdere conclusies nog geldig zijn.

Juist hier toont de huidige onderzoeksliteratuur een belangrijke zwakte. Jiang & Abdullah (2026) vinden dat studies naar AI-governance veel vaker operationele efficiëntie en predictieve

accuratesse meten dan transparantie, vertrouwen, *equity*, *workload redistribution* of veranderingen in governance zelf. Longitudinaal onderzoek naar de manier waarop AI in institutionele routines terechtkomt en organisaties er daadwerkelijk van leren, is nog schaars.

Dat betekent dat scholen en overheden zelf een groter evaluatievermogen moeten ontwikkelen. Succes mag niet worden afgeleid uit *adoption rates*, gebruiksfrequentie of het aantal automatisch uitgevoerde taken. Het relevante criterium is of de toepassing haar oorspronkelijke onderwijs- of organisatiedoel realiseert zonder onaanvaardbare neveneffecten.

De bedrijfseconomische studie van Chatterji et al. (2026) ondersteunt vanuit een andere context dezelfde waarschuwing. De auteurs vinden snelle groei en verbreding van AI-gebruik, maar benadrukken expliciet dat hun gegevens geen downstreamproductiviteit of veranderingen in organisatorische routines meten. Adoptie is volgens hen slechts het begin van een langer proces van experimenteren en organisatorische aanpassing. Voor onderwijs is dat een belangrijk onderscheid: gebruik is geen implementatie, implementatie is geen effectiviteit en effectiviteit is nog geen publieke waarde.

9.11 Naar hybride publieke governance

De centrale governance-opgave bestaat daarmee niet uit het kiezen tussen centrale regulering en professionele autonomie. AI vraagt juist om een nieuwe combinatie van beide.

Op systeemniveau moeten rechten, minimumvoorwaarden, data- en interoperabiliteitsstandaarden, procurementvoorwaarden, transparantie, mogelijkheden voor beroep en kwaliteitscontrole collectief worden beschermd. Ook publieke infrastructuur en expertise moeten voldoende sterk zijn om afhankelijkheid van leveranciers te beperken en alle scholen toegang te geven tot kwalitatieve ondersteuning. Op instellingsniveau moeten scholen en schoolbesturen binnen die grenzen kunnen beslissen welke toepassingen aansluiten bij hun leerlingen, personeel en pedagogische visie. En op professioneel niveau moeten leraren en begeleiders daadwerkelijk in staat blijven een AI-uitkomst te interpreteren, te corrigeren en zo nodig te verwerpen.

Dat sluit nauw aan bij Peseks concept van *hybrid governance*: verantwoordelijkheid wordt niet aan één niveau toegekend, maar bewust verdeeld naargelang de aard en het risico van de toepassing (Pesek, 2026). De technologie zelf mag die verdeling niet impliciet bepalen. Wanneer bijvoorbeeld een leverancier standaardinstellingen kiest die vervolgens door duizenden scholen worden overgenomen, vindt er feitelijk centralisering plaats zonder democratische besluitvorming. Omgekeerd kan volledige decentralisering naar individuele scholen leiden tot fragmentatie, kwaliteitsverschillen en een te zwakke onderhandelingspositie tegenover grote technologiebedrijven.

De uiteindelijke maatstaf voor goede AI-governance is daarom niet hoeveel beslissingen kunnen worden geautomatiseerd, maar of het onderwijsstelsel institutioneel handelingsbekwaam blijft. Dat betekent dat het voldoende kennis en capaciteit bezit om AI doelgericht te selecteren, de werking ervan te begrijpen, effecten te onderzoeken, verantwoordelijkheid helder te verdelen en een toepassing te corrigeren of stop te zetten wanneer zij onderwijsdoelen of publieke waarden ondermijnt.

AI-governance moet met andere woorden voorkomen dat technologische capaciteit ongemerkt bestuurlijke autoriteit wordt. De fundamentele beslissingen over wat goed onderwijs is, welke risico's aanvaardbaar zijn, welke ongelijkheden moeten worden gecorrigeerd en waarvoor mensen verantwoordelijkheid dragen, blijven publieke en professionele beslissingen.

10 Publieke waarden

10.1 Van ethiek naar publieke waarden

De voorgaande hoofdstukken hebben verschillende kansen, risico's en dilemma's van AI in het onderwijs besproken. Achter veel daarvan liggen uiteindelijk normatieve vragen. Hoeveel cognitief werk moet een leerling zelf blijven verrichten? Wanneer mag professioneel oordeel worden gedelegeerd? Welke gegevens mag een school verzamelen? Is een gepersonaliseerd leertraject nog wenselijk wanneer het leerlingen verschillende kenniswerelden aanbiedt? Hoeveel menselijke interactie kan door technologie worden vervangen? En wie mag bepalen welke doelen een AI-systeem optimaliseert?

Dergelijke vragen worden vaak samengebracht onder de noemer *AI ethics*. Dat begrip is nuttig, maar dreigt te worden gereduceerd tot een checklist van principes zoals *privacy*, *fairness*, *transparency*, *safety* en *accountability*. Jobin, Ienca & Vayena (2019) vonden in hun analyse van 84 internationale AI-ethiekrichtlijnen inderdaad een sterke convergentie rond zulke principes, maar ook aanzienlijke verschillen in hun betekenis, rechtvaardiging en praktische vertaling. Voor onderwijs is die beperking bijzonder belangrijk. Holmes et al. (2022) stellen dat ethiek van AI in onderwijs niet alleen betrekking heeft op data en algoritmen, maar ook op de ethiek van onderwijs zelf: welke doelen worden nagestreefd, welke pedagogische praktijken worden wenselijk geacht, welke rol leraren en leerlingen krijgen en wie toegang heeft tot de geboden kansen.

Daarom is publieke waarden een geschikter uitgangspunt. Publieke waarden zijn niet alleen grenzen die aan technologie worden gesteld nadat een toepassing is ontwikkeld. Zij drukken uit wat een samenleving in het onderwijs belangrijk vindt en vormen daarmee criteria om te beoordelen of een technologische toepassing überhaupt wenselijk is. Privacy, veiligheid en non-discriminatie behoren daartoe, maar ook autonomie, menselijke ontwikkeling, gelijke onderwijskansen, professionele verantwoordelijkheid, sociale relaties, epistemische integriteit, culturele pluriformiteit, democratische controle en onderwijs als publiek goed.

Deze benadering voorkomt tegelijkertijd dat ethiek uitsluitend als risicobeheersing wordt opgevat. Het Institute for Ethical AI in Education wees er al in 2020 op dat zowel misbruik en overgebruik als ondergebruik ethisch problematisch kunnen zijn. Wanneer AI aantoonbaar relevante behoeften van leerlingen kan beantwoorden, kan het onredelijk zijn die mogelijkheden niet te benutten, mits *fairness*, transparantie, *privacy* en autonomie voldoende beschermd zijn. De normatieve vraag is dus niet of AI goed of slecht is, maar of een concrete toepassing bijdraagt aan goed onderwijs en onder welke voorwaarden.

10.2 Pedagogische waarde en menselijke ontwikkeling

Een eerste publieke waarde is de pedagogische kwaliteit van het onderwijs zelf. Een AI-systeem kan technisch betrouwbaar, privacyvriendelijk en niet-discriminerend zijn en toch pedagogisch weinig waardevol of zelfs onwenselijk zijn. Dat onderscheid is cruciaal.

Adams et al. (2023) laten dit goed zien. In hun analyse van internationale ethische kaders voor AI in K-12 vinden zij de bekende principes van transparantie, *fairness*, non-maleficence, verantwoordelijkheid, *privacy*, beneficence en autonomie, maar daarnaast vier principes die juist vanuit onderwijs en ontwikkeling naar voren komen: *pedagogical appropriateness*, *children's rights*, *AI literacy* en *teacher well-being*. Zij benadrukken dat toepassingen moeten

worden beoordeeld in het licht van de cognitieve, sociaal-emotionele, lichamelijke, culturele en politieke ontwikkeling van kinderen en jongeren.

Dat sluit nauw aan bij de argumentatie in de eerdere hoofdstukken. Een technologie die een leerling sneller tot een correct antwoord brengt, is niet noodzakelijk pedagogisch waardevol wanneer zij precies de cognitieve verwerking wegneemt die de leerling moet ontwikkelen. Een systeem dat onderwijs efficiënt individualiseert, is niet vanzelf wenselijk wanneer leerlingen daardoor minder met gezamenlijke kennis, moeilijke teksten, andere perspectieven of medeleerlingen in aanraking komen. En een systeem dat leraarstaken automatiseert, is niet vanzelf een verbetering wanneer daardoor professionele expertise of relationele interactie verarmt.

Het Institute for Ethical AI in Education waarschuwt in dit verband voor onderwijsuitkomsten die vaak impliciet gewaardeerd worden en daardoor bijzonder kwetsbaar zijn voor efficiëntiegedreven automatisering: introspectie, veerkracht, zelfstandig denken, nieuwsgierigheid, bereidheid moeilijke problemen aan te gaan en zelfactualisatie. Doucet (2026) trekt die redenering door naar praktijken als diep lezen, langdurige aandacht, uitgebreid schrijven, wiskundig redeneren, mondeling argumenteren en samenwerken met andere mensen. Sommige van deze activiteiten kunnen technologisch worden verkort of vervangen, maar zij hebben ook een vormende functie.

De ethische toets is daarom niet alleen of AI een bestaande activiteit efficiënter uitvoert, maar welke vorm van menselijke ontwikkeling door die activiteit werd gedragen en wat daarvan bij automatisering behouden blijft.

10.3 Autonomie en agency

Autonomie is een tweede centrale publieke waarde. Zij mag daarbij niet worden geïnterpreteerd als onafhankelijkheid van iedere externe hulp. Menselijke cognitie heeft altijd gebruikgemaakt van taal, boeken, instrumenten, andere mensen en instituties. Ook in een AI-omgeving bestaat autonomie niet uit alles zelf doen, maar uit voldoende handelings- en beoordelingsvermogen behouden om bewust te kunnen beslissen wat aan een extern systeem wordt toevertrouwd.

Dit verbindt de discussie over waarden rechtstreeks met de eerdere discussie over *cognitive offloading*, *cognitive outsourcing* en geïntegreerde expertise. Een leerling behoudt *agency* wanneer hij of zij in relevante mate de doelen, probleemrepresentatie, criteria en uiteindelijke beoordeling kan bepalen, ook wanneer AI een deel van de uitvoering ondersteunt. *Agency* verzwakt wanneer het systeem steeds meer gaat bepalen welke vraag wordt gesteld, welke opties relevant zijn, welke strategie wordt gevolgd en welk antwoord als bevredigend geldt.

De recente review van Anastasiades, Kotsidis & Papadakis (2026) beschrijft in dit verband een verschuiving van technologiegerichte AI naar *human-centred AI*, waarbij menselijke capaciteiten, menselijke controle, betrouwbaarheid, gegevensbescherming en participatie van gebruikers in ontwerp en evaluatie centraal staan. Het interessante aan dat perspectief is dat de mens niet uitsluitend als eindgebruiker of ontvanger van bescherming wordt beschouwd, maar als actieve deelnemer aan het sociotechnische systeem.

Voor kinderen heeft autonomie bovendien een ontwikkelingskarakter. Zij beschikken nog niet over dezelfde kennis, ervaring en handelingsmogelijkheden als volwassenen. Het UNICEF-kader voor AI en kinderen plaatst daarom autonomie naast het belang van het kind, ontwikkeling, welzijn, veiligheid, privacy, non-discriminatie, inclusie en het recht op begrijpelijke informatie. De in 2025 geactualiseerde versie is expliciet aangepast aan GenAI en aan nieuwe vormen van

interactie zoals AI-companions. Bescherming en agency staan daarbij niet tegenover elkaar: goed onderwijs moet kinderen beschermen tegen manipulatie en schadelijke afhankelijkheid en hen tegelijkertijd geleidelijk leren zelfstandig te oordelen.

Hetzelfde geldt voor professionele *agency*. Een leraar die formeel “de eindbeslissing” heeft maar uitsluitend een geautomatiseerde aanbeveling te zien krijgt, onvoldoende informatie heeft om die te controleren of onder tijdsdruk vrijwel altijd de systeemuitkomst volgt, bezit weinig reële beslissingsautonomie. Menselijke controle moet daarom betekenisvol zijn en voldoende kennis, tijd en bevoegdheid omvatten om een systeem te kunnen tegenspreken.

10.4 Eerlijke kansen, inclusie en rechtvaardigheid

AI kan onderwijskansen vergroten. Vertaling, toegankelijkheidsfuncties, adaptieve uitleg en goedkope ondersteuning kunnen barrières verminderen voor leerlingen die voorheen weinig toegang hadden tot individuele begeleiding. Tegelijk kan dezelfde technologie nieuwe ongelijkheden creëren. De huidige literatuur zegt nog relatief weinig over de causale effecten van AI op equity en welzijn, zodat sterke voorspellingen in beide richtingen voorbarig zijn.

De relevante ongelijkheid betreft bovendien meer dan toegang. Twee leerlingen kunnen toegang hebben tot hetzelfde model en toch zeer verschillende voordelen behalen. Voorkennis bepaalt of iemand fouten herkent; taalvaardigheid beïnvloedt hoe goede vragen worden geformuleerd; metacognitieve vaardigheden bepalen of output wordt gecontroleerd; betaalde modellen kunnen krachtiger zijn dan gratis versies; en menselijke begeleiding bepaalt mede hoe technologie wordt gebruikt. Gelijke toegang tot een tool is daarom niet hetzelfde als gelijke toegang tot de voordelen ervan.

Agirdag (2026) spreekt in dit verband over *prompting literacy*. Daarmee bedoelt hij niet louter de technische vaardigheid om een goede prompt te schrijven, maar een bredere, iteratieve en kritische competentie. Hij laat zien hoe verschillen in taalgebruik en promptingvaardigheid bestaande sociale ongelijkheden kunnen reproduceren. De kern is dat gebruikers niet allemaal in dezelfde mate in staat zijn hun vraag te contextualiseren, output bij te sturen en de interactie met een taalmodel kritisch te controleren.

UNESCO plaatst dit vraagstuk uitdrukkelijk in het kader van het recht op onderwijs. De organisatie waarschuwt dat digitale en AI-transformatie zonder adequate waarborgen bestaande ongelijkheden kan verdiepen en verbindt het recht op onderwijs met privacy, culturele rechten, het recht op informatie, veiligheid en het recht om gehoord te worden. UNICEF voegt voor kinderen expliciet non-discriminatie, inclusie en het belang van het kind toe.

Voor onderwijs betekent *fairness* daarom meer dan statistische gelijkheid van algoritmische uitkomsten. Er moet ook worden gekeken naar de verdeling van kansen, capaciteiten en risico's. Een systeem dat gemiddeld goede resultaten behaalt kan onrechtvaardig zijn wanneer kwetsbare leerlingen meer fouten ervaren, wanneer bepaalde talen of culturen systematisch slechter worden ondersteund of wanneer menselijke begeleiding vooral wordt behouden voor wie die kan betalen. Een bijzonder onwenselijke ontwikkeling zou zijn dat kansrijke leerlingen AI krijgen als aanvulling op rijke menselijke interactie, terwijl kwetsbare leerlingen AI krijgen als vervanging daarvan.

Het eerder verdedigde kennisrijke gemeenschappelijke curriculum krijgt ook vanuit dit perspectief betekenis. Personalisering mag verschillende routes en soorten ondersteuning mogelijk maken, maar zou niet ongemerkt tot verschillende plafonds van kennis, intellectuele uitdaging of culturele participatie mogen leiden.

10.5 Privacy, dataficatie en menselijke waardigheid

Privacy wordt in AI-ethiek vaak als gegevensbeschermingsvraagstuk behandeld. In onderwijs is de betekenis breder. Leerlingen bevinden zich verplicht gedurende een groot deel van hun jeugd in onderwijsinstellingen en kunnen daarom niet eenvoudig dezelfde geïnformeerde keuze maken als een volwassen consument die besluit een commerciële dienst wel of niet te gebruiken. Holmes et al. (2022) wijzen onder meer op de problematiek van geïnformeerde toestemming door leerlingen, eigendom en toegang tot onderwijsdata en het recht van leerlingen en scholen om databeschrijvingen te betwisten.

Privacy beschermt bovendien een ontwikkelingsruimte. Opgroeien en leren veronderstellen fouten kunnen maken, van inzicht veranderen, ideeën uitproberen en soms gedrag vertonen dat niet voor onbepaalde tijd als persoonlijk kenmerk wordt opgeslagen. Een digitale infrastructuur die permanent probeert motivatie, aandacht, emotie, gedrag of toekomstige risico's af te leiden, kan van onderwijs een veel intensievere observatieomgeving maken.

Daarom is niet alles wat technisch meetbaar is ook legitiem meetbaar. Een leerling is meer dan het dataprofiel dat uit zijn klikgedrag, teksten, toetsresultaten, aanwezigheid, gezicht, stem of interacties met een chatbot kan worden afgeleid. Ook wanneer een voorspelling statistisch informatief is, blijft zij een partiële representatie van een persoon. Dat is niet alleen een methodologische beperking, maar raakt aan menselijke waardigheid: mensen mogen niet volledig worden gereduceerd tot objecten van classificatie en optimalisering.

Het governancehoofdstuk heeft reeds besproken welke regels rond dataminimalisatie, toestemming, interoperabiliteit en toezicht nodig zijn. De onderliggende publieke waarde is hier dat onderwijs leerlingen moet kunnen kennen zonder hen volledig kenbaar te willen maken. Er moet ruimte blijven voor ambiguïteit, verandering, context en het recht niet voortdurend geprofileerd te worden.

10.6 Relaties, zorg en welzijn

Onderwijs is geen loutere overdracht van informatie tussen een kennissysteem en een individuele leerling. De relatie met leraren en medeleerlingen heeft zowel een instrumentele als een intrinsieke waarde. Vertrouwen maakt het mogelijk onzekerheid te tonen, feedback te accepteren, intellectuele risico's te nemen en hulp te vragen. Erbij horen, erkenning ervaren en verantwoordelijkheid dragen tegenover anderen maken bovendien zelf deel uit van menselijke vorming.

Doucet (2026) noemt de leraar-leerlingrelatie daarom de levende omgeving waarin leraren misverstanden opmerken, emoties interpreteren, tempo aanpassen, waardigheid beschermen en leerlingen helpen moeilijke momenten te overbruggen. Zijn rapport is een normatieve beleidsbijdrage en geen effectstudie, maar sluit aan bij de bredere traditie waarin onderwijs als menselijk, relationeel en democratisch proces wordt opgevat. Fuszek et al. (2025) plaatsen vanuit een vergelijkbaar perspectief empathie, veerkracht, integriteit, *embodied learning* en authentiek menselijk contact centraal in hun bespreking van AI in onderwijs.

AI kan menselijke relaties ondersteunen. Zij kan routinematige informatievragen beantwoorden, taalbarrières verminderen, leerlingen voorbereiden op een gesprek of tijd vrijmaken voor menselijke begeleiding. De ethische grens ligt niet bij ieder gebruik van conversationele AI, maar bij een model waarin beschikbaarheid van artificiële interactie als equivalent van menselijke aanwezigheid wordt behandeld.

Dit wordt urgenter door AI-systemen die zich als sociale partner presenteren. UNICEF heeft zijn richtlijnen in 2025 expliciet uitgebreid naar *AI-companions*, juist omdat generatieve systemen steeds overtuigender relationele en emotionele rollen kunnen aannemen. Tegelijk is de empirische kennis over de langetermijneffecten van zulke interacties op de sociale, emotionele en cognitieve ontwikkeling van kinderen nog beperkt. Dit moet tot het voorzorgsprincipe leiden: relationele AI mag de menselijke ondersteuningscapaciteit aanvullen, maar een gebrek aan leraren, begeleiders of zorgprofessionals is geen voldoende reden om relationele verantwoordelijkheid aan een chatbot over te dragen.

10.7 Epistemische integriteit en culturele pluriformiteit

Generatieve AI verandert niet alleen hoe snel informatie toegankelijk is, maar ook wie of wat de informatieomgeving structureert. Een chatbot selecteert, synthetiseert en formuleert een antwoord voordat de gebruiker de onderliggende bronnen heeft gezien. Daardoor wordt AI een nieuwe epistemische tussenlaag tussen leerling en kennis.

Dat creëert kansen voor toegankelijkheid, vertaling en verklaring, maar maakt publieke waarden zoals waarheid, betrouwbaarheid, bronnencontrole en pluraliteit belangrijker. Een vloeiend antwoord kan onzekerheid verhullen; dominante perspectieven in trainingsdata kunnen als neutrale kennis verschijnen; en samenvatting kan verschillen en controverses gladstrijken. Zoals eerder in deze paper is besproken, wordt epistemische meta-competentie daarom belangrijker wanneer externe systemen een groter deel van zoeken, synthetiseren en formuleren overnemen.

Ook culturele en talige pluriformiteit staat op het spel. UNESCO verbindt de AI-transformatie van onderwijs expliciet met culturele rechten, taal en het recht op informatie. Voor kleinere taalgebieden is de vraag niet alleen of een model grammaticaal correct Nederlands produceert, maar welke bronnen, culturele referenties, historische ervaringen en normatieve uitgangspunten het systeem gemakkelijk reproduceert en welke nauwelijks aanwezig zijn.

Hier ontstaat een verbinding met de eerder besproken publieke infrastructuur voor leermiddelen. Wanneer een klein aantal generieke modellen de voornaamste interface tot kennis wordt, kunnen commerciële keuzes rond training, ranking en modelgedrag indirect curriculaire keuzes worden. In *The Platform Society* beschrijven Van Dijck, Poell & De Waal (2018) dit als een breder conflict rond publieke waarden in platformecosystemen. Voor onderwijs noemen zij onder meer Bildung, een kennisrijk curriculum, autonomie van leraren, betaalbaarheid en sociaaleconomische gelijkheid als waarden die door platformisering kunnen worden geraakt.

Epistemische integriteit veronderstelt daarom niet dat AI neutrale antwoorden moet leveren — volledige neutraliteit is zelf problematisch — maar dat leerlingen en professionals zicht houden op bronnen, onzekerheid en alternatieve perspectieven en voldoende kennis bezitten om het door een model aangeboden epistemische kader te kunnen betwisten.

10.8 Onderwijs als publiek goed, platformmacht en duurzaamheid

Het begrip publieke waarden maakt ook zichtbaar dat onderwijs meer is dan een verzameling individuele transacties tussen lerenden en diensten. Openbaar gefinancierd onderwijs creëert gemeenschappelijke kennis, sociale integratie, burgerschap, culturele overdracht en mogelijkheden tot sociale mobiliteit. Het heeft daarom een publiek karakter, ook wanneer concrete onderwijsdiensten door private actoren worden geleverd.

Van Dijck, Poell & De Waal (2018) tonen hoe platformisering publieke domeinen kan reorganiseren wanneer private infrastructures de verbindingen, data en selectieprocessen gaan beheersen waarop publieke instituties afhankelijk worden. Hun centrale vraag is wie verantwoordelijk is voor het verankeren van publieke waarden en het gemeenschappelijk belang wanneer infrastructuur in toenemende mate privaat wordt georganiseerd.

Voor AI in onderwijs is dat geen abstract probleem. Modellen, cloudinfrastructuur en gebruiksinterfaces zijn grotendeels in handen van ondernemingen met eigen commerciële belangen. Een toepassing hoeft geen expliciet commercieel lesdoel te bevatten om onderwijswaarden te beïnvloeden. Ontwerpkeuzes rond personalisering, engagement, standaardinstellingen, dataverzameling en de presentatie van informatie bepalen mede welke gedragingen gemakkelijk en aantrekkelijk worden gemaakt.

Doucet (2026) formuleert die spanning scherp als *platform power*: procurement en infrastructuur zijn ook plaatsen waar impliciet beslissingen worden genomen over wat als data, activiteit, risico en vooruitgang geldt. Hoofdstuk 9 heeft besproken hoe publieke procurement, interoperabiliteit, onafhankelijke evaluatie en exitmogelijkheden daar bestuurlijk op kunnen reageren. De ethische basis daarvoor is dat publieke doelen niet ongemerkt mogen worden vervangen door platformdoelen.

Daar hoort ook duurzaamheid bij. AI is geen immateriële technologie. Modellen vereisen chips, datacenters, energie, water en mondiale productie- en grondstoffenketens. UNESCO neemt bescherming van milieu en ecosystemen expliciet op in zijn mondiale aanbeveling over AI-ethiek, en UNICEF heeft in versie 3.0 van zijn kindgerichte richtlijnen eveneens de milieu-impact van AI toegevoegd. Dat betekent niet dat ieder gebruik van AI vanwege energiegebruik problematisch is. Het betekent wel dat publieke onderwijsinstellingen niet alleen moeten vragen of een toepassing werkt en betaalbaar is, maar ook of de verwachte onderwijswaarde proportioneel is aan de materiële middelen die zij verbruikt.

10.9 Waardenconflicten en democratische deliberatie

Publieke waarden leveren geen algoritme op waarmee automatisch kan worden bepaald of een toepassing wenselijk is. Waarden kunnen onderling botsen. Meer personalisering kan meer gegevens vereisen. Een *early-warning system* kan kansengelijkheid ondersteunen doordat problemen eerder worden gezien, maar tegelijkertijd privacy en autonomie aantasten. Meer transparantie kan botsen met beveiliging of intellectuele eigendom. Een streng beschermingsregime kan kinderen veiliger maken maar ook hun agency beperken. Efficiëntie kan professionele tijd vrijmaken, maar ook menselijke oordeelsvorming uithollen.

Boccuzzi, Manganello & Nico (2025) laten dit voor AI-gebaseerde assessment concreet zien. Hun *rapid review* van 44 peer-reviewed studies uit 2015–2025 identificeert onder meer spanningen tussen efficiëntie en *learner autonomy*, accuraatheid en *explainability*, personalisering en surveillance, en compliance en innovatie. Het belang van die analyse reikt verder dan assessment: verantwoord AI-gebruik vereist vaak geen keuze voor één waarde, maar een beargumenteerde afweging tussen legitieme waarden.

Dat maakt de vraag wie bepaalt welke waarden prioriteit krijgen onvermijdelijk. Bosman et al. (2025) formuleren dit kernachtig als “what values?” en “whose values?”. In hun kleine, contextgebonden studie met tien academische adviseurs kwamen onder meer holistische ontwikkeling, ondersteuning van relaties, inclusie, afwezigheid van bias, betrouwbaarheid, privacy en evidence-based handelen naar voren. De auteurs benadrukken zelf dat zulke waarden contextspecifiek zijn en niet eenvoudig kunnen worden gegeneraliseerd. Precies daarin

ligt de waarde van de studie: waarden moeten niet uitsluitend door technici of management worden verondersteld, maar met degenen die door een systeem worden geraakt expliciet worden gemaakt.

Publieke waarden vragen daarom om democratische en professionele deliberatie. Leerlingen, leraren, ouders, schoolleiders, onderzoekers, beleidsmakers en maatschappelijke organisaties hebben niet noodzakelijk dezelfde belangen of prioriteiten. Dat is geen tekortkoming die door een technisch optimalisatiemodel kan worden opgelost. Onderwijs is bij uitstek een domein waarin meningsverschillen bestaan over autonomie en bescherming, kennis en vaardigheden, individuele differentiatie en gemeenschappelijke vorming, efficiëntie en menselijke relaties.

Participatie betekent daarbij meer dan gebruikers vragen of zij een afgewerkt product handig vinden. Zij moet vroeg genoeg plaatsvinden om invloed te hebben op de doelen van een toepassing, wat wordt geoptimaliseerd, welke data noodzakelijk worden geacht en welke vormen van automatisering men principieel niet wenselijk vindt. Het Institute for Ethical AI in Education koppelde de legitimiteit van een ethisch kader al expliciet aan de waarden en perspectieven van degenen die door de technologie worden geraakt. UNESCO en UNICEF hanteren eveneens participatieve en rechtengebaseerde benaderingen waarin betrokken groepen, inclusief kinderen, niet uitsluitend object van bescherming zijn.

10.10 Publieke waarden als toetssteen voor AI in onderwijs

De discussie over publieke waarden brengt de argumenten uit de voorgaande hoofdstukken samen. AI kan leren ondersteunen, leraren ontlasten, feedback verbeteren, leermiddelen toegankelijker maken, assessment verrijken en begeleiding versterken. De vraag of een toepassing onderwijswaarde creëert kan echter niet uitsluitend worden beantwoord met effectgroottes, productiviteitscijfers, adoptiepercentages of technische benchmarks.

Een toepassing moet ook worden beoordeeld op wat zij doet met menselijke autonomie, ontwikkeling, gelijkheid, relaties, privacy, epistemische integriteit en professionele verantwoordelijkheid. Op institutioneel niveau moet worden gekeken naar inspraak, accountability en de verdeling van beslissingsmacht. Op systeemniveau komen het recht op onderwijs, culturele en talige pluriformiteit, democratische controle, duurzaamheid en het publieke karakter van onderwijs in beeld. Daarmee correspondeert dit hoofdstuk met de micro-, meso- en macrostructuur die doorheen deze paper wordt gehanteerd.

De UNESCO Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence plaatst mensenrechten en menselijke waardigheid centraal, naast onder meer *fairness*, transparantie, menselijke controle, sociale rechtvaardigheid en milieubescherming. De recentere UNESCO-analyse van AI en het recht op onderwijs en de UNICEF-richtlijnen voor kinderen maken duidelijk dat deze algemene waarden in onderwijs moeten worden verbonden met ontwikkeling, inclusie, culturele rechten, veiligheid en het belang en de stem van het kind.

Die benadering is sterker dan een ethiek die uitsluitend vraagt hoe risico's van een reeds gekozen technologie kunnen worden gemitigeerd. Zij begint een stap eerder, bij de vraag welk onderwijs we willen en welke rol technologie daarin mag spelen. Een AI-systeem is vanuit dit perspectief niet verantwoord omdat het voldoende veilig, accuraat of transparant is. Die eigenschappen zijn noodzakelijke voorwaarden. De doorslaggevende vraag is of het systeem, binnen rechtvaardige en democratisch legitieme voorwaarden, bijdraagt aan de publieke doelen van onderwijs.

Dat impliceert ook dat niet iedere technisch mogelijke toepassing moet worden ingevoerd en dat niet iedere automatiseringsmogelijkheid een probleem hoeft te zijn. Soms kan AI juist autonomie vergroten, ongelijkheid verminderen, toegankelijkheid verbeteren of menselijke tijd vrijmaken voor relaties en professioneel oordeel. De relevante beleidsopgave is daarom niet technologie zo veel mogelijk te begrenzen of zo snel mogelijk te verspreiden, maar publieke waarden als actieve ontwerp- en evaluatiecriteria te gebruiken.

Uiteindelijk gaat het om de richting van de complementariteit tussen mens en AI. Onderwijsbeleid moet niet alleen vragen hoe mensen zich kunnen aanpassen aan steeds krachtiger technologie, maar ook hoe technologie zo kan worden ontworpen dat zij menselijke capaciteiten en publieke instituties versterkt. AI moet in dienst staan van het onderwijs dat een samenleving waardevol acht; het mag niet ongemerkt gaan bepalen wat onderwijs waardevol vindt.

11 Beleidsvragen

De voorgaande hoofdstukken leveren geen eenduidig beleidsprogramma op. Daarvoor zijn de toepassingen te verschillend, ontwikkelt de technologie te snel en is de evidentie nog te ongelijk. Zij maken wel een samenhangende reeks beleidsvragen zichtbaar. Die vragen gaan niet alleen over toelating of verbod, maar over onderwijsdoelen, de verdeling van cognitieve en professionele arbeid, de kwaliteit van bewijs, de bescherming van kinderen, beslissingsrechten, publieke infrastructuur en de richting waarin de markt zich ontwikkelt.

De centrale beleidsopgave is daarom niet zoveel mogelijk AI invoeren of het gebruik ervan in algemene zin afremmen. Zij bestaat erin onderscheid te maken tussen functies, gebruikers, ontwikkelingsfasen, gevolgen en institutionele contexten. Een toepassing die een administratieve tekst samenvat stelt andere vragen dan een systeem dat een leerling beoordeelt, psychologische kenmerken afleidt, een studiekeuze aanbeveelt of een langdurige emotionele relatie simuleert. De beleidsvragen hieronder ordenen die verschillen zonder te veronderstellen dat voor elke vraag al een definitief antwoord beschikbaar is.

11.1 Van technologische adoptie naar onderwijsdoelen

Een eerste vraag is welk onderwijsprobleem een AI-toepassing geacht wordt op te lossen en welke publieke of pedagogische waarde daarmee wordt nagestreefd. Adoptie, gebruiksfrequentie of technische verfijning zijn op zichzelf geen beleidsdoelen. Een toepassing krijgt pas betekenis wanneer duidelijk is welk leer-, begeleidings-, professioneel of organisatorisch proces zij ondersteunt, welke menselijke activiteit zij vervangt of verandert en aan welke uitkomst haar waarde wordt afgemeten.

Dat veronderstelt een functionele classificatie. Relevante onderscheidingen zijn onder meer of een systeem informatie verstrekt, feedback geeft, inhoud genereert, gedrag monitort, een voorspelling doet, een aanbeveling formuleert of een beslissing uitvoert; of de uitkomst gemakkelijk kan worden teruggedraaid; en of zij gevolgen heeft voor toegang, beoordeling, ondersteuning of rechten. Zulke differentiatie is ook nodig omdat AI steeds vaker onzichtbaar in zoekmachines, leerplatformen, kantoorsoftware en sociale media wordt ingebouwd. Beleid dat uitsluitend bekende productnamen reguleert, loopt dan snel achter op de feitelijke functies waarmee leerlingen en professionals worden geconfronteerd.

11.2 Welke evidentie en evaluatie zijn nodig?

Een tweede beleidsvraag betreft de bewijslast. De huidige literatuur laat zien dat pedagogisch ingebedde AI-toepassingen positieve gemiddelde effecten kunnen hebben, maar eveneens dat veel studies kortdurend zijn, onmiddellijke prestaties meten en sterk van context en ontwerp afhangen. Voor een vrijblijvend hulpmiddel in een beperkte proefomgeving kan een bescheiden evidentiebasis aanvaardbaar zijn. Naarmate een toepassing op grotere schaal wordt uitgerold, gevoeliger gegevens verwerkt of meer invloed krijgt op leertrajecten en rechten, ligt een hogere drempel voor validatie en onafhankelijke toetsing voor de hand.

De relevante uitkomsten gaan daarbij verder dan technische nauwkeurigheid of productkwaliteit. Voor leren zijn retentie, transfer, zelfstandige beheersing, aandacht, metacognitieve kalibratie en agency van belang. Voor leraren en scholen moeten ook werkdruk, taakverschuiving, professionele ontwikkeling, organisatorische capaciteit en verdelingseffecten worden onderzocht. Voor monitoring en begeleiding is de vraag niet alleen of een model een risico voorspelt, maar of leerlingen daardoor tijdiger passende hulp ontvangen en of fout-positieve of fout-negatieve classificaties worden gecorrigeerd.

Omdat modellen, datasets en interfaces voortdurend veranderen, is een eenmalige evaluatie onvoldoende. De beleidsvraag verschuift daardoor van certificering op één tijdstip naar een cyclus van beperkte invoering, monitoring, incidentregistratie, herbeoordeling en zo nodig terugtrekking. Publieke testomgevingen, transparantie over modelversies en onafhankelijke toegang voor onderzoek kunnen daarbij belangrijker worden dan een statisch keurmerk.

11.3 Wat moeten leerlingen zelfstandig en met AI beheersen?

AI maakt een expliciete beleidskeuze nodig over de verhouding tussen zelfstandige beheersing en ondersteunde prestatie. Niet elke taak hoeft zonder hulpmiddelen te worden uitgevoerd, maar een curriculum en assessmentsysteem moeten wel kunnen aangeven welke kennis, procedures en vormen van oordeel leerlingen intern moeten opbouwen, in welke fasen ondersteuning mag worden gebruikt en welke mens-AI-competentie als afzonderlijk leerdoel geldt. Anders dreigt een hoogwaardig product ten onrechte als bewijs van persoonlijke expertise te worden gelezen.

Een bruikbare beleidsmatige differentiatie is die tussen leren en beoordelen zonder AI, leren met begrensde AI-ondersteuning en geïntegreerde mens-AI-prestaties. De verhouding tussen die condities zal per leeftijd, vak, leerdoel en fase van expertiseontwikkeling verschillen. Voor jonge of beginnende leerdere kan een cognitieve bewerking een noodzakelijke oefenroute zijn, terwijl dezelfde bewerking voor een expert veilig kan worden geautomatiseerd. De beleidsvraag is dus niet alleen waar AI wordt toegelaten, maar waar het onderwijs bewust tijd en ruimte beschermt voor zelfstandig herinneren, lezen, schrijven, redeneren, creëren, volgehouden aandacht en menselijke interactie.

AI-geletterdheid alleen volstaat daarbij niet. Zij moet worden verbonden met domeinkennis, bron- en foutbeoordeling, begrip van onzekerheid, metacognitieve kalibratie en het vermogen te beslissen wanneer een systeem niet moet worden gebruikt. Curriculumbeleid staat zo voor een dubbele opgave: leerlingen voorbereiden op een omgeving waarin externe intelligentie normaal wordt, en tegelijk de menselijke capaciteiten ontwikkelen die noodzakelijk zijn om die externe intelligentie te begrijpen, te controleren en te betwisten.

11.4 Hoe verandert de professionele en institutionele taakverdeling?

Voor het leraarschap is de beleidsvraag niet beperkt tot welke taken technisch kunnen worden geautomatiseerd. Van belang is ook of een toepassing bestaande arbeid versnelt, professionele expertise ondersteunt, expertise nivelleert, nieuwe taken creëert of juist de activiteiten wegneemt waarin leraren hun oordeel ontwikkelen. Vooral bij beginnende leraren kan het uitbesteden van ontwerp, diagnose en feedback de kortetermijnproductiviteit verhogen maar de opbouw van professioneel en impliciet oordeelsvermogen verzwakken.

Daarmee hangt de bestemming van eventuele tijdswinst samen. Efficiëntere voorbereiding of administratie kan tijd vrijmaken voor uitleg, feedback, samenwerking en begeleiding, maar kan eveneens aanleiding geven tot meer productie, rapportering of toezicht. Wie beslist over de inzet van die tijd, over de taken die worden geautomatiseerd en over het gebruik van gegevens voor personeelsbeoordeling is daarom een wezenlijke governancevraag. Formele menselijke eindverantwoordelijkheid is onvoldoende wanneer een leraar niet beschikt over de tijd, informatie en bevoegdheid om een AI-uitkomst te controleren of te verwerpen.

Op schoolniveau rijst bovendien de vraag welke collectieve competenties nodig zijn. Individuele AI-vaardigheid vervangt geen gezamenlijke pedagogische visie, afspraken over assessment en data, technische en juridische expertise of tijd voor gezamenlijk ontwerp. Beleid dat alleen licenties of opleidingen voor individuele gebruikers financiert, kan daardoor de belangrijkste organisatorische voorwaarden missen.

11.5 Welke data en beslissingen mogen aan AI worden toevertrouwd?

AI vergroot de mogelijkheden om gegevens uit toetsen, leerplatformen, aanwezigheid, communicatie, video en andere bronnen te combineren. Dat maakt de vraag welke gegevens noodzakelijk en proportioneel zijn minstens zo belangrijk als de vraag wat technisch meetbaar is. Doelbinding en dataminimalisatie betekenen dat een school of overheid vooraf bepaalt welk probleem wordt onderzocht, welke gegevens daarvoor werkelijk nodig zijn, hoelang zij worden bewaard, wie toegang krijgt en of zij voor modeltraining of andere secundaire doeleinden mogen worden gebruikt.

Een bijzonder gevoelig punt is de omzetting van gedragssporen in veronderstelde menselijke kenmerken. Kliks, kijktijd, gelaatsuitdrukking, stemgebruik of lichaamshouding zijn geen rechtstreekse metingen van begrip, motivatie, emotie of welzijn. Beleidsmatig is daarom een onderscheid nodig tussen een signaal dat professionele aandacht kan richten en een geautomatiseerd leerlingbeeld dat een persoon classificeert. Permanente gedragsmonitoring, biometrische identificatie en emotie- of affectinferentie vragen veel strengere grenzen dan het ordenen van reeds beschikbare onderwijsinformatie.

Naarmate AI een grotere rol speelt bij toelating, niveaubepaling, beoordeling, begeleiding of allocatie, worden betekenisvolle menselijke controle, begrijpelijke informatie, correctierecht, bezwaar en beroep essentieel. Accountability vraagt dat zichtbaar is wie een toepassing heeft toegelaten, wie haar kwaliteit bewaakt, wie een concrete uitkomst beoordeelt en wie aansprakelijk is wanneer fouten optreden. Die verantwoordelijkheid kan niet bij “het algoritme” liggen en mag evenmin stilzwijgend bij de individuele leraar worden gelegd wanneer cruciale keuzes elders zijn gemaakt.

11.6 Hebben kinderen specifieke guardrails nodig?

Het antwoord dat uit deze scoping paper naar voren komt is bevestigend, maar niet in de vorm van één uniforme grens of één algemeen verbod. Kinderen beschikken nog niet over dezelfde kennis, ervaring, zelfregulatie en onderhandelingsmacht als volwassenen. Generatieve systemen kunnen bovendien vloeiend en gezaghebbend antwoorden, antropomorfe eigenschappen aannemen, emotionele nabijheid simuleren, persoonlijke gegevens verzamelen en voortdurend beschikbaar zijn. Daardoor ontstaan ontwikkelings- en relationele risico's die niet volledig door algemene consumentenbescherming of door individuele AI-geletterdheid worden opgevangen.

Kindgerichte guardrails kunnen op verschillende lagen liggen. Op productniveau gaat het onder meer om safety by design, standaardinstellingen met hoge privacybescherming, beperking van manipulatieve en verslavende ontwerptechnieken, duidelijke aanduiding dat men met een systeem interageert, veilige escalatie bij zelfbeschadiging of andere acute risico's en het vermijden van profilering voor commerciële doeleinden. Voor scholen komen daar pedagogische begrenzing, gecontroleerde gegevensbronnen, leeftijds- en vakgeschikte functies, transparantie voor leerlingen en ouders en een herkenbare menselijke verantwoordelijke bij.

Voor sommige functies ligt een veel strenger beschermingsregime voor de hand dan voor gewone informatie- of leertaken. Dat geldt in het bijzonder voor systemen die romantische of seksuele relaties met minderjarigen simuleren, emotionele afhankelijkheid aanmoedigen, diagnostisch of therapeutisch gezag claimen, zelfbeschadiging of eetstoornissen kunnen versterken, gevoelige biometrische of psychologische kenmerken afleiden, of zelfstandig beslissingen met grote gevolgen aanbevelen. In zulke contexten kan beperking of uitsluiting gerechtvaardigd zijn, terwijl hetzelfde niet noodzakelijk geldt voor een begrensde tutor onder verantwoordelijkheid van een leraar.

Bescherming mag evenwel niet worden opgevat als het volledig uitschakelen van de agency van kinderen. Autonomie ontwikkelt zich geleidelijk. Het beleid staat daarom voor de vraag hoe toezicht en ouderlijke betrokkenheid kunnen afnemen naarmate leeftijd, competentie en risico dat toelaten, en hoe kinderen begrijpelijke informatie, inspraak en mogelijkheden tot bezwaar krijgen. Ouders kunnen een belangrijke rol spelen, maar mogen niet de volledige verantwoordelijkheid dragen voor risico's die door productontwerp, bedrijfsmodellen of institutionele keuzes worden gecreëerd. Het onderscheid tussen zelfstandig consumentengebruik en doelgebonden gebruik binnen een begeleide onderwijscontext is daarbij fundamenteel.

11.7 Leeftijdsgrenzen als één instrument binnen een breder beschermingsregime

Leeftijdsgrenzen zijn zichtbaar en relatief eenvoudig te communiceren, maar zij lossen het beleidsvraagstuk niet op. De beschikbare evidentie levert geen wetenschappelijk onderbouwde universele grens op die voor alle AI-toepassingen en alle vormen van gebruik dezelfde kan zijn. De leeftijden 13, 14, 15, 16 en 18 die in regelgeving en platformvoorwaarden voorkomen, verwijzen bovendien naar uiteenlopende juridische contexten: toestemming voor gegevensverwerking, accounts op sociale media, toegang tot pornografische inhoud, ouderlijke toestemming of specifieke risico's van companion-AI. Zij mogen daarom niet als uitwisselbare oordelen over de algemene ontwikkelingsgeschiktheid van AI worden gelezen.

Leeftijdscontrolle creëert op haar beurt nieuwe vragen. Betrouwbare age assurance kan identiteitsgegevens, biometrische schattingen of koppeling aan andere databronnen vereisen en daarmee privacy- en uitsluitingsrisico's introduceren. De techniek moet dus proportioneel zijn aan de ernst van het risico en zo weinig mogelijk gegevens verzamelen. Een zelfverklaarde geboortedatum biedt weinig bescherming, maar permanente identiteitscontrole voor een laag-risico leertoepassing kan evenmin proportioneel zijn.

Omdat AI steeds vaker in andere digitale diensten wordt geïntegreerd, kan bescherming bovendien niet uitsluitend bij het individuele kind of één chatbotaanbieder worden gelegd. App stores, besturingssystemen, sociale platformen, schoolaccounts en leveranciers van leeromgevingen kunnen leeftijdssignalen, standaardinstellingen en toegangsvoorwaarden doorgeven. Functionele verplichtingen — bijvoorbeeld rond erotische content, emotionele afhankelijkheid, gedragsprofilering of hoog-impactadvies — zijn daardoor vaak duurzamer dan een verbod dat alleen een specifieke productcategorie benoemt. Tabel 4 vat zes uiteenlopende nationale benaderingen samen.

Tabel 4. Internationale benaderingen van leeftijdsgrenzen en beschermingsmaatregelen voor minderjarigen

Jurisdictie	Regel en toepassingsgebied	Leeftijdsgrens	Instrumenten en afbakening
China	Sinds 15 juli 2026 specifieke regeling voor aanhoudende antropomorfe of emotionele AI-interactie. Kennis-Q&A, werkassistenten en onderwijs- en onderzoekstools zonder duurzame emotionele interactie vallen buiten de regeling.	Geen virtuele familie- of partnerrelaties voor minderjarigen; onder 14 ouderlijke toestemming voor overige gedekte diensten.	Leeftijdsidentificatie, minderjarigenmodus, realiteits- en tijdsheerinneringen, ouderlijke controles, veiligheidsbeoordeling, app-storetoezicht en sancties. Geen algemene AI-ban. (Cyberspace Administration of China, 2026)
Italië	Dienstspectifieke privacyhandhaving tegen ChatGPT in 2023; geen algemene AI-leeftijdswet.	13 jaar volgens de gebruiksvoorwaarden van de aanbieder, niet volgens een wettelijke AI-brede grens.	Tijdelijke verwerkingsbeperking, herstelverplichtingen en mogelijke GDPR-sancties wegens ontbrekende leeftijdscontrole en voor minderjarigen ongeschikte antwoorden. (Garante per la protezione dei dati personali, 2023)
Frankrijk	Algemene regel voor online gegevensverwerking op basis van toestemming; kan op AI-diensten van toepassing zijn, maar is geen AI-gebruiksverbod.	Onder 15 gezamenlijke toestemming van kind en ouder voor de betrokken verwerkingsgrond.	Leeftijds- en toestemmingscontrole en privacy-respecterende ouderlijke ondersteuning. Geen algemene 15+-toegangsgrens voor AI. (CNIL, 2021)
Verenigd Koninkrijk	Online Safety-regime voor pornografische en andere schadelijke inhoud; kan ook relevante GenAI-diensten omvatten.	18 jaar voor toegang tot pornografische inhoud; bredere beschermingsplichten voor diensten die waarschijnlijk door kinderen worden gebruikt.	Zeer doeltreffende leeftijdscontrole, kinderrisicoanalyses en beschermingsmaatregelen. Geen minimumleeftijd voor gewone educatieve of productiviteits-AI. (Ofcom, 2025a, 2025b)
Australië	Afdwingbare codes voor leeftijdsgebonden schadelijke inhoud, inclusief AI-companions en chatbots. De onder-16-regel geldt alleen voor diensten die juridisch als leeftijdsbeperkt sociaal platform kwalificeren.	Onder 16 voor accounts op zulke sociale-mediaplatformen; 18 voor leeftijdsgebonden schadelijke inhoud.	Leeftijdscontrole, app-classificatie, regulatorisch toezicht en sancties. Een losstaande chatbot is niet automatisch verboden. (eSafety Commissioner, 2025, 2026a, 2026b)
Brazilië	Digital ECA voor digitale diensten die waarschijnlijk door minderjarigen worden gebruikt; specifieke plichten voor LLM's en conversatieagents.	Geen universele AI-minimumleeftijd; leeftijdsbeoordeling of -verificatie naar risico en inhoud.	Safety by design, transparantie, anti-manipulatie, beoordeling van algoritmische en ontwikkelingsrisico's, ouderlijke supervisie, leeftijdssignalen via app stores en besturingssystemen, en toezicht. (Presidência da República, 2025, 2026; Agência Nacional de Proteção de Dados, 2026)

11.8 Wat leren de internationale benaderingen?

De vergelijking laat allereerst zien dat geen van de onderzochte jurisdicties een eenvoudig algemeen verbod op alle AI voor alle minderjarigen hanteert. China heeft de meest rechtstreeks AI-specifieke leeftijdsregel, maar beperkt die tot aanhoudende antropomorfe en emotionele interactie. Italië en Frankrijk grijpen in hoofdzaak aan bij gegevensbescherming en toestemming. Het Verenigd Koninkrijk en Australië richten leeftijdscontrole op schadelijke inhoud of op juridisch afgebakende sociale-mediadiensten. Brazilië kiest voor een bredere safety-by-design- en risicobenadering zonder één algemene numerieke AI-grens.

Dezelfde leeftijd kan daardoor een heel andere betekenis hebben. De Franse grens van 15 jaar gaat over toestemming voor bepaalde gegevensverwerking; de Australische grens van 16 jaar over accounts op een specifieke categorie sociale media; de Britse grens van 18 jaar over toegang tot pornografische inhoud; en de Chinese grens van 14 jaar over ouderlijke toestemming binnen een nauw omschreven categorie van companion-achtige AI. Een beleidsvergelijking die alleen de getallen naast elkaar zet, miskent het toepassingsgebied en de juridische logica van de maatregelen.

Een tweede patroon is dat leeftijdsgrenzen bijna altijd met andere instrumenten worden gecombineerd: risico- en impactbeoordeling, minderjarigenmodi, ouderlijke controles, beperkingen op content en ontwerp, transparantie, app-store- en platformverantwoordelijkheid, toezicht en sancties. Daaruit volgt niet dat één nationaal model zonder meer moet worden overgenomen. Wel maakt de vergelijking duidelijk dat leeftijdsgrenzen op zichzelf weinig bescherming bieden wanneer de onderliggende productfuncties, gegevensstromen en commerciële prikkels ongemoeid blijven.

Voor onderwijs is vooral het onderscheid tussen zelfstandig consumentengebruik en begeleid, doelgebonden gebruik relevant. Een algemene chatbot of companion die buiten school een voortdurende persoonlijke relatie aangaat, stelt andere eisen dan een begrensde toepassing met gecontroleerde inhoud, beperkte data en een leraar die het leerdoel en de interactie bewaakt. Het feit dat AI in webtoepassingen is ingebouwd impliceert daarom niet dat internetgebruik als geheel moet worden verboden. Het vraagt veeleer om verplichtingen voor de specifieke functies en risico's, om veilige standaardinstellingen voor minderjarigen en om verantwoordelijkheden bij de aanbieders en tussenplatformen die toegang organiseren.

11.9 Wie draagt verantwoordelijkheid en welke publieke capaciteit is nodig?

Verantwoordelijkheid voor veilig en waardevol AI-gebruik kan niet bij één actor worden gelegd. Aanbieders bepalen modelgedrag, standaardinstellingen en gegevenspraktijken; app stores, besturingssystemen en platformen organiseren distributie en leeftijdssignalen; schoolbesturen selecteren toepassingen en bepalen lokale regels; leraren geven pedagogische betekenis aan het gebruik; overheden stellen rechten, standaarden en toezicht vast; ouders begeleiden het buitenschoolse gebruik; en kinderen hebben recht op informatie, inspraak en bescherming. De beleidsvraag is hoe die verantwoordelijkheden expliciet op elkaar aansluiten, zodat geen gaten ontstaan en de zwakste actor niet de risico's van het hele systeem draagt.

Voor scholen is publieke of collectieve capaciteit bijzonder belangrijk. Afzonderlijke instellingen kunnen moeilijk zelf modelupdates volgen, privacy- en veiligheidsclaims controleren,

contracten onderhandelen, bias onderzoeken of bepalen welke evidentie voldoende is. Gezamenlijke procurement, modelcontracten, technische standaarden, onafhankelijke testcapaciteit, juridische ondersteuning en publiek toegankelijke evaluaties kunnen daarom zowel veiligheid als professionele autonomie versterken.

Die capaciteit heeft ook een verdelingsdimensie. Wanneer bescherming, goede infrastructuur en deskundige implementatie alleen beschikbaar zijn voor rijke scholen of goed geïnformeerde gezinnen, kan dezelfde technologie bestaande verschillen vergroten. Publieke R&D en ondersteuning zijn bovendien nodig om alternatieven te ontwikkelen voor dominante commerciële modellen en om Nederlandse taalvariatie, lokale curricula en culturele referentiekaders zichtbaar te houden.

11.10 Naar een gelaagde en adaptieve beleidsarchitectuur

De beleidsvragen uit deze paper wijzen in de richting van een gelaagde architectuur. Algemene mensenrechten, gegevensbescherming, consumentenbescherming en de AI Act vormen een ondergrens. Daarboven zijn kindgerichte regels nodig voor ontwikkeling, veiligheid, manipulatie, schadelijke inhoud en begrijpelijke informatie. Onderwijsspecifieke standaarden moeten vervolgens rekening houden met pedagogische waarde, curriculum, assessment, professionele verantwoordelijkheid en de bijzondere positie van scholen. Binnen die kaders blijft lokale en professionele afweging nodig, omdat de waarde en het risico van een toepassing mede van vak, leeftijd, leerdoel en gebruikssituatie afhangen.

Zo'n architectuur moet adaptief zijn. Nieuwe modellen en functies kunnen de betekenis van een eerder besluit wijzigen; een laag-risicotoepassing kan door koppeling aan nieuwe data of automatische acties een ander risicoprofiel krijgen. Periodieke herbeoordeling, transparantie over wijzigingen, incidentmelding en gecontroleerde experimenten zijn daarom geen tijdelijke voorzorgsmaatregelen maar structurele onderdelen van governance.

Ten slotte blijft beleid een proces van publieke en professionele afweging. De spanning tussen bescherming en agency, personalisering en gemeenschappelijkheid, efficiëntie en expertise, innovatie en voorzorg kan niet door één technische maatstaf worden opgelost. Beleidskwaliteit blijkt daarom niet uit het aantal verboden of het tempo van invoering, maar uit het vermogen functies en risico's te onderscheiden, betrokkenen — inclusief kinderen — tijdig te betrekken, onafhankelijke kennis op te bouwen en beslissingen te corrigeren wanneer de effecten anders uitvallen dan verwacht.

12 Tot slot

Deze scoping paper vertrekt van de vaststelling dat AI niet eenvoudigweg de volgende golf van onderwijstechnologie is. Generatieve systemen kunnen niet alleen informatie opslaan of handelingen versnellen, maar ook cognitieve operaties uitvoeren, professionele workflows structureren en beslissingen voorbereiden. Daardoor verandert de verdeling van cognitieve, professionele en bestuurlijke arbeid. De impact van AI kan dan ook niet worden afgeleid uit technische capaciteit of gebruikscijfers alleen; zij ontstaat in het volledige mens-AI-systeem en in de institutionele context waarin dat systeem functioneert.

De beschikbare evidentie rechtvaardigt noch technologisch enthousiasme noch een defensieve afwijzing. Pedagogisch ingebedde toepassingen kunnen ondersteunde prestaties, feedback, oefening, toegankelijkheid en professionele efficiëntie verbeteren. Tegelijk is veel minder bekend over retentie, transfer, zelfstandige beheersing, langdurige afhankelijkheid en effecten

op ongelijkheid en professionele expertise. Onderzoek naar kritisch en creatief denken laat bovendien zien dat cognitieve uitkomsten asymmetrisch kunnen evolueren. De centrale analytische scheidslijn doorheen deze paper is daarom die tussen een beter product of een efficiëntere taakuitvoering en de duurzame versterking van menselijke capaciteiten.

Die scheidslijn heeft voor alle onderwijsdimensies vergelijkbare gevolgen. In leren en instructie gaat het niet alleen om hoeveel cognitie wordt uitbesteed, maar om de vraag welke bewerkingen de leerling behoudt en hoe goed de keuze voor externe ondersteuning metacognitief wordt gekalibreerd. In het leraarschap kan AI bestaande taken versnellen, expertise nivelleren, professionele kennis uithollen of nieuwe taken en expertisegebieden doen ontstaan. Het curriculum moet kennis, aandacht, conceptueel begrip, kritisch en creatief denken, expertise en epistemische verantwoordelijkheid blijven opbouwen. Assessment moet onderscheiden wat iemand zelfstandig beheerst, hoe ondersteuning het leren bevordert en hoe mens-AI-competentie verantwoord kan worden beoordeeld. Monitoring en begeleiding moeten signalen leveren die tot menselijke interpretatie en handelen leiden, geen geautomatiseerde leerlingbeelden of levensbepalende beslissingen.

Op school- en stelselniveau blijkt technologische toegang slechts een beginvoorwaarde. Onderwijswaarde vraagt om professionele ontwikkeling, tijd voor gezamenlijk ontwerp, betrouwbare data, interoperabiliteit, publieke test- en evaluatiecapaciteit, doordachte procurement en duidelijke beslissingsrechten. Zonder zulke complementaire capaciteit kunnen dezelfde toepassingen scholen zeer ongelijk versterken en kan afhankelijkheid van leveranciers toenemen. Procurement en publieke R&D hebben bovendien een richtinggevend effect: zij beïnvloeden of de markt vooral toepassingen ontwikkelt die taken vervangen en controle intensiveren, dan wel systemen die professioneel oordeel en nieuwe pedagogische mogelijkheden ondersteunen.

Governance moet bijgevolg adaptief en proportioneel zijn. Routineuze, omkeerbare en weinig risicovolle taken kunnen verder worden geautomatiseerd dan toepassingen die toegang, beoordeling, ondersteuning of rechten van leerlingen beïnvloeden. Bij beslissingen met grote gevolgen volstaat een formele human in the loop niet: menselijke controle vereist kennis, informatie, tijd, bevoegdheid en reële mogelijkheden tot correctie en beroep. Evaluatie moet bovendien niet alleen technische betrouwbaarheid en efficiëntie omvatten, maar ook pedagogische waarde, werkverdeling, professionele ontwikkeling, equity, privacy, relaties, epistemische integriteit en duurzaamheid.

Voor kinderen wordt deze beleidsopgave extra urgent. De eerste internationale maatregelen wijzen niet op één uniforme leeftijdsgrens voor alle AI, maar op een combinatie van specifieke toegangsgrenzen, safety by design, inhouds- en interactiebepkeringen, gegevensbescherming, menselijke escalatie en toezicht. Zo'n risicogebaseerde benadering kan laag-risico-ondersteuning onderscheiden van companionachtige, manipulerende of hoog-impacttoepassingen. Leeftijdscontrole alleen volstaat daarbij niet: beslissend is welke functies, gegevensstromen en vormen van interactie een systeem voor een minderjarige mogelijk maakt.

De uiteindelijke ontwikkeling gaat dus niet eenvoudigweg over AI of geen AI, maar over de richting en kwaliteit van de complementariteit tussen mens en technologie. Die richting ligt niet technologisch vast. Zij wordt gevormd door pedagogisch ontwerp, professionele routines, organisatorische belangen, marktprikkels, procurement, publieke onderzoeks- en ontwikkelingscapaciteit en democratische besluitvorming. Sectie 11 heeft de daaruit voortvloeiende beleidsvragen geordend rond onderwijsdoelen, evidentie, zelfstandige beheersing, professionele taakverdeling, data en beslissingsrechten, bescherming van

kinderen, verantwoordelijkheid en publieke capaciteit. De paper schrijft geen afgerond beleidsmodel voor, maar maakt duidelijk dat verantwoord beleid onderscheid moet kunnen maken tussen functies en risico's, ruimte moet laten voor professioneel en democratisch oordeel en over voldoende capaciteit moet beschikken om te testen, te leren en bij te sturen.

Referenties

- Acemoglu, D., Autor, D. H., & Johnson, S. (2026). *Building pro-worker artificial intelligence*. The Hamilton Project, Brookings Institution. <https://www.hamiltonproject.org/publication/paper/building-pro-worker-ai/>
- Adams, C., Pente, P., Lemermeyer, G., & Rockwell, G. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100131. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100131>
- Agência Nacional de Proteção de Dados. (2026). *ECA Digital*. <https://www.gov.br/anpd/pt-br/assuntos/eca-digital>
- Agirdag, O. (2026). Beyond prompt engineering: Prompting (L)iteracy, linguistic capital, and educational inequality. *Educational Theory*, 76(2), 206–223. <https://doi.org/10.1111/edth.70057>
- Alalawi, K., Athauda, R., Chiong, R., & Renner, I. (2025). Evaluating the student performance prediction and action framework through a learning analytics intervention study. *Education and Information Technologies*, 30, 2887–2916. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12923-5>
- Alfredo, R., Echeverria, V., Jin, Y., Yan, L., Swiecki, Z., Gašević, D., & Martinez-Maldonado, R. (2024). Human-centred learning analytics and AI in education: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100215. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100215>
- Anastasiades, P., Kotsidis, K., & Papadakis, M. (2026). Human-centred Artificial Intelligence in Education: Conceptual Definition and Key Characteristics. *International Conference on Open & Distance Education*. <https://doi.org/10.12681/icodl.9758>
- Anawade, P., Sharma, D., Gahane, S., & Kadam, S. (2025). The Impact of AI on Educational Assessment: A Study of Adoption Rates, Performance Metrics and Learning Outcomes. *2025 3rd DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Healthcare, Education and Industry, IDICAIHEI 2025*. <https://doi.org/10.1109/IDICAIHEI65991.2025.11379104>
- Australian Government Department of Education. (2025). *Australian framework for generative artificial intelligence in schools*. <https://www.education.gov.au/schooling/resources/australian-framework-generative-artificial-intelligence-ai-schools>
- Autor, D. H., & Thompson, N. (2025). Expertise. *Journal of the European Economic Association*, 23(4), 1203–1271. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvaf023>
- Bacalso, F. D., Villamor, F. E., Paclipan, C. P., Orquia, C. J. B., Rendon, I. P., Albiso, A. T., & Himang, C. M. (2026). Institutional approaches to generative AI management in higher education: A systematic review. *Frontiers in Education*, 11, 1814426. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1814426>
- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakci, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(26), e2422633122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2422633122>
- Bergdahl, N., Bond, M., Sjöberg, J., Dougherty, M., & Oxley, E. (2024). Unpacking student engagement in higher education learning analytics: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, 63. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00493-y>
- Bhandari, S., Liu, Y., Kwak, Y., & Pardos, Z. A. (2024). Evaluating the psychometric properties of ChatGPT-generated questions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100284. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100284>
- Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. In: M. A. Gernsbacher, R. W. Pew, L. M. Hough, & J. R. Pomerantz (Eds.), *Psychology and the real world* (pp. 56-64). Worth Publishers.

- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102> .
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139–148.
- Boccuzzi, G., Manganello, F., & Nico, A. (2025). Delegated authority and algorithmic power: A rapid review of ethical issues in AI-based educational assessment. In *International Conference on Information Technology for Social Good (GoodIT '25)*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3748699.3749766> .
- Bosman, J. P., Van Petegem, W., De Laet, T., & Tshuma, N. (2025). How to select the right AI tool for the job? An autonomy-values framework for educational AI with a focus on academic advising. *Ubiquity Proceedings*, 6(1), 37. <https://doi.org/10.5334/uproc.205> .
- Britchenko, I. (2025). Ethical AI in education: Principles, governance, and responsible implementation. *Pedagogy and Education Management Review*, 4(22), 17–30. <https://doi.org/10.36690/2733-2039-2025-4-17-30> .
- Carter, J.A. (2018). Autonomy, Cognitive Offloading, and Education. *Educational Theory*, 68: 657-673. <https://doi.org/10.1111/edth.12338>
- Chatterji, A., Holtz, D., Rakholia, N., Tambe, P., & Weeratunga, G. (2026). *How organizations use AI: Evidence from ChatGPT*. Working paper, August 11, 2026. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2608.12236>
- CNIL. (2021). *Recommendation 4: Seek parental consent for children under 15*. <https://www.cnil.fr/en/recommendation-4-seek-parental-consent-children-under-15>
- Council of Europe. (2024). *Framework convention on artificial intelligence and human rights, democracy and the rule of law*. <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/the-framework-convention-on-artificial-intelligence>
- Cukurova, M. (2025). The interplay of learning, analytics and artificial intelligence in education: A vision for hybrid intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 469-488. <https://doi.org/10.1111/bjet.13514>
- Cyberspace Administration of China. (2026). *Interim measures for the administration of anthropomorphic artificial intelligence interactive services* [人工智能拟人化互动服务管理暂行办法]. https://www.cac.gov.cn/2026-04/10/c_1777558395078289.htm
- Dawson, P., Bearman, M., Dollinger, M., & Boud, D. (2024). Validity matters more than cheating. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 49(7), 1005–1016. <https://doi.org/10.1080/02602938.2024.2386662> .
- Decuyper, M., Alirezabeigi, S., Grimaldi, E., Hartong, S., Kiesewetter, S., Landri, P., Masschelein, J., Piattoeva, N., Ratner, H., Simons, M., Vanermen, L., & Vanden Broeck, P. (2023). Laws of Edu-Automation? Three different approaches to deal with processes of automation and artificial intelligence in the field of education. *Postdigital Science and Education*, 5, 44–55. <https://doi.org/10.1007/s42438-022-00360-x> .
- de Winter, J. C. F., Dodou, D., Moorlag, F., & Broekens, J. (2026). Social robots: a meta-analysis of learning outcomes. *Frontiers in Robotics and AI*, Volume 12-2025. <https://doi.org/10.3389/frobt.2025.1735198>
- Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2025). Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Computers and Education*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224>
- Department for Education. (2026). *Generative AI: Product safety standards*. UK Government. <https://www.gov.uk/government/publications/generative-ai-product-safety-standards/generative-ai-product-safety-standards>
- Dogaru, M. (2026). Artificial intelligence in school management: A systematic review. *Journal of Education, Society & Multiculturalism*, 7(1), 237–293. <https://doi.org/10.2478/jesm-2026-00012> .

- Dong, Y. (2026). Generative AI technologies and educational outcomes: a comprehensive meta-analysis comparing traditional and AI-driven approaches. *Humanities & Social Sciences Communications*. 13, 559. <https://doi.org/10.1057/s41599-026-06903-y>
- Doucet, A. (2026). *Teaching, AI, and the human core of education: The future worth defending*. Education International. <https://www.ei-ie.org/en/item/32620:teaching-ai-and-the-human-core-of-education-the-future-worth-defending>
- Dragoni, D., & Margottini, M. (2024). L'intelligenza artificiale generativa: rischi e opportunità in ambito educativo. Il progetto «CounselorBot» per il supporto tutoriale. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 30, 137–149. <https://doi.org/10.7358/ecps-2024-030-drma> .
- Durmuş Şenyapar, H. N., & Bayındır, R. (2026). Artificial intelligence in higher education governance: Integrating AI into quality assurance and strategic management. *Journal of University Research*, 9(2), 168–184. <https://doi.org/10.32329/uad.1868361>.
- eSafety Commissioner. (2025). *eSafety requires providers of AI companion chatbots to explain how they are keeping Aussie kids safe*. <https://www.esafety.gov.au/newsroom/media-releases/esafety-requires-providers-of-ai-companion-chatbots-to-explain-how-they-are-keeping-aussie-kids-safe>
- eSafety Commissioner. (2026a). *Age-restricted material codes: Fact sheet*. <https://www.esafety.gov.au/sites/default/files/2026-04/Age-restricted-Material-Codes-fact-sheet-April2026.pdf>
- eSafety Commissioner. (2026b). *How to tell if a service is an age-restricted social media platform*. <https://www.esafety.gov.au/about-us/industry-regulation/social-media-age-restrictions/assessment>
- European Commission. (2026). *Guidelines on the ethical use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators*.
- European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). *Official Journal of the European Union*.
- European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act).
- Fadel, C., Bialik, M., & Trilling, B. (2015). *Four-dimensional education: The competencies learners need to succeed*. Center for Curriculum Redesign.
- Fadel, C., Black, A., Taylor, R., Slezinski, J., & Dunn, K. (2024). *Education for the age of AI*. Center for Curriculum Redesign.
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489–530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>
- Feng, X., Tian, L., Ho, G. W. K., Yorke, J., & Hui, V. (2025). The effectiveness of AI chatbots in alleviating mental distress and promoting health behaviors among adolescents and young adults: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e79850. <https://doi.org/10.2196/79850> .
- Feng, Y., Hang, Y., Wu, W., Song, X., Xiao, X., Dong, F., & Qiao, Z. (2025). Effectiveness of AI-driven conversational agents in improving mental health among young people: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e69639. <https://doi.org/10.2196/69639> .
- Fesler, L., Martinez Claeys, J. P., Agnew, C., & Loeb, S. (2026). The evidence base on AI in K-12: A 2026 review. *AI Hub for Education*, Stanford SCALE Initiative. <https://scale.stanford.edu/sites/default/files/The%20Evidence%20Base%20on%20AI%20in%20K-12%20Report.pdf>
- Finnish National Agency for Education. (2025). Artificial intelligence in education - legislation and recommendations. <https://www.oph.fi/en/artificial-intelligence-education-legislation-and-recommendations>

- Fung, K.Y., Lee, L.H., Sin, K.F. et al. (2024). Humanoid robot-empowered language learning based on self-determination theory. *Education and Information Technologies*, 29, 18927–18957. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12570-w>
- Fuszek, C., Hofman, A., Parikh, A., Pastor, L., Kosiak, A., & Zajączkowski, K. (2025). Road to a better self – ethical guidance to AI in education. *Karto-Teka Gdańska*, 1(16), 93–103. <https://doi.org/10.26881/kg.2025.1.06>
- Fütterer, T., Goldberg, P., Bühler, B., Sikimić, V., Trautwein, U., Gerjets, P., Stürmer, K., & Kasneci, E. (2025). Artificial intelligence in classroom management: A systematic review on educational purposes, technical implementations, and ethical considerations. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9, 100483. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100483>
- Garante per la protezione dei dati personali. (2023). *Artificial intelligence: Stop to ChatGPT. Personal data is collected unlawfully, no age verification system is in place for children*. <https://www.garanteprivacy.it/home/docweb/-/docweb-display/docweb/9870847>
- García-García, F. J., Gómez-Núñez, M. I., & Molla-Esparza, C. (2026). Applications of learning analytics in the study of academic performance in higher education: A meta-review with an educational perspective. *Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10734-026-01709-y>
- Gençdal, G., & Çoğaltay, N. (2026). Revisiting the effects of artificial intelligence in education: A meta-analysis of academic achievement and student motivation. *Studies in Educational Evaluation*, 90, 101651. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2026.101651>
- Guo, Y., & Ye, Q. (2026). Meta-cognitive insights into cognitive offloading: Mechanisms, interventions, and educational implications. *Humanities and Social Sciences Communications*, 13, 772. <https://doi.org/10.1057/s41599-026-06621-5>
- Han, X., Peng, H., & Liu, M. (2025). The impact of GenAI on learning outcomes: A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Educational Research Review*, 48, 100714. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2025.100714>
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Santos, O. C., Rodrigo, M. M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Huang, Y., Chen, S., Zhang, W., & Chen, M. (2026). Can Generative AI Feedback Effectively Enhance Learning Outcomes? A Meta-Analysis of 36 Experimental and Quasi-Experimental Studies. *Education Sciences*, 16(6), 816. <https://doi.org/10.3390/educsci16060816>
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- Institute for Ethical AI in Education. (2020). *Developing a shared vision of ethical AI in education: An invitation to participate*. <https://www.ai-in-education.co.uk/resources/the-institute-for-ethical-ai-in-education-the-ethical-framework-for-ai-in-education>
- Jiang, X., & Abdullah, Z. (2026). AI-enabled governance in higher education: A systematic review of applications, outcomes, and emerging implications. *Frontiers in Education*, 11, 1856440. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1856440>
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1, 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
- Jones, C. I. (2026). AI and Our Economic Future. *Journal of Economic Perspectives*, 40(3), 3–22. <https://doi.org/10.1257/jep.20261505>
- Kaliisa, R., Misiejuk, K., López-Pernas, S., Khalil, M., & Saqr, M. (2024). Have learning analytics dashboards lived up to the hype? A systematic review of impact on students' achievement, motivation, participation and attitude. In *Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK '24)* (pp. 295–304). ACM. <https://doi.org/10.1145/3636555.3636884>
- Kalyuga, S., & Plass, J. L. (2025). *Rethinking cognitive load theory*. Oxford University Press.

- Kapoor, S., Kirgis, P., Schwartz, A., Rabanser, S., Allaire, J. J., Bommasani, R., Coppock, H., Dubois, M., Hadfield, G. K., Hall, A. B., Hooker, S., Lazar, S., Newman, S., Papailiopoulos, D., Tekofsky, S., Toner, H., Ududec, C., & Narayanan, A. (2026). Open-world evaluations for measuring frontier AI capabilities. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2605.20520>
- Keller, A. S., Davidesco, I., & Tanner, K. D. (2020). Attention matters: How orchestrating attention may relate to classroom learning. *CBE Life Sciences Education*, 19(3), 1–9. <https://doi.org/10.1187/cbe.20-05-0106>
- Kirschner, P. (2026). *Offloading? No Outsourcing! Understanding AI: Offloading or Outsourcing Thinking?* <https://paulkirschner173727.substack.com/p/offloading-no-outsourcing>
- Kuhl, P., Lim, S.-S., Guerriero, S., Van Damme, D. (2019), *Developing Minds in the Digital Age: Towards a Science of Learning for 21st Century Education*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/562a8659-en>.
- Larrabee Sønderlund, A., Hughes, E., & Smith, J. (2019). The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2594–2618. <https://doi.org/10.1111/bjet.12720> .
- Levi, G. (2026). What Happens to Human Development When AI Joins Our Thinking? *Medium*. <https://medium.com/@guylevi.57/what-happens-to-human-development-when-ai-joins-our-thinking-d89cb3740c29>
- Li, C., Cui, H., & Hagedorn, L. S. (2026). The cognitive impact of ChatGPT in higher education: A systematic review of critical and creative thinking outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 10, 100571. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2026.100571>
- Li, X., Turner, D. A., & Liu, B. (2025). AI as sub-symbolic systems: Understanding the role of AI in higher education governance. *Education Sciences*, 15(7), 866. <https://doi.org/10.3390/educsci15070866> .
- Liu, Y., Bhandari, S., & Pardos, Z. A. (2025). Leveraging LLM respondents for item evaluation: A psychometric analysis. *British Journal of Educational Technology*, 56, 1028–1052. <https://doi.org/10.1111/bjet.13570>.
- Lodge, J. M., & Loble, L. (2026). *Artificial intelligence, cognitive offloading and implications for education*. University of Technology Sydney. <https://doi.org/10.71741/4pyxmbnjq.31302475>
- Lodge, J. M., Howard, S., Bearman, M., Dawson, P., & Associates. (2023). *Assessment reform for the age of artificial intelligence*. Tertiary Education Quality and Standards Agency. <https://www.teqsa.gov.au/sites/default/files/2023-09/assessment-reform-age-artificial-intelligence-discussion-paper.pdf>
- López, V., Vaca Zambrano, S. E., Sanipatín Basantes, S. N., & Zambrano Cardenas, G. O. (2026). Artificial intelligence in education: Impact on learning and assessment of university students. *Multidisciplinary Reviews*, 9(10), e2026454. <https://doi.org/10.31893/multirev.2026454> .
- Mac Iver, M. A., Stein, M. L., Davis, M. H., Balfanz, R. W., & Fox, J. H. (2019). An efficacy study of a ninth-grade early warning indicator intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 12(3), 363–390. <https://doi.org/10.1080/19345747.2019.1615156> .
- Madwe, M. C., Chonco, C. M., & Zungu, A. (2025). Artificial intelligence in higher education assessment: Opportunities, challenges and pedagogical considerations. *International Journal of Applied Research in Business and Management*, 6(2). <https://doi.org/10.51137/wrp.ijarbm.2025.mmaa.45846> .
- Mammadova, I., Aliyeva, E., Mammadova, N., & Ismayilli, F. (2025). The role of artificial intelligence in shaping assessment practices in higher education. *Educational Process: International Journal*, 18, e2025439. <https://doi.org/10.22521/edupij.2025.18.439> .
- Meyer, J., Jansen, T., Schiller, R., Liebenow, L. W., Steinbach, M., Horbach, A., & Fleckenstein, J. (2024). Using LLMs to bring evidence-based feedback into the classroom: AI-generated feedback increases secondary students' text revision, motivation, and positive emotions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100199. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100199>

- Miller, W. (2024). Adapting to AI: Reimagining the role of assessment professionals. *Intersection: A Journal at the Intersection of Assessment and Learning*, 5(4), 99–113. <https://doi.org/10.61669/001c.121439> .
- Ministry of Education Singapore. (2026). *Artificial intelligence in education*. <https://www.moe.gov.sg/education-in-sg/educational-technology-journey/edtech-masterplan/artificial-intelligence-in-education>
- Misiejuk, K., López-Pernas, S., Kaliisa, R., & Saqr, M. (2026). Cognitive *offloading* in student–AI collaboration: A longitudinal analysis of prompting strategies. *Computers in Human Behavior Reports*, 22, 101130. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2026.101130>
- Molenaar, I. (2022). Towards hybrid human-AI learning technologies. *European Journal of Education*, 57(4), 632–645. <https://doi.org/10.1111/ejed.12527>
- Narayanan, A. (2026). What will be left for us to work on? [Invited keynote]. International Conference on Machine Learning, Seoul. <https://www.cs.princeton.edu/~arvindn/talks/icml-2026-annotated-slides/>
- Ngai, C., & Gilbert, S. J. (2026). Metacognitive training facilitates optimal cognitive *offloading*. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 11, 21. <https://doi.org/10.1186/s41235-026-00714-0>
- NOLAI. (2026a). NOLAI projects. Radboud University. <https://www.ru.nl/en/nolai/research/projects>
- NOLAI. (2026b). NOLAI research. Radboud University. <https://www.ru.nl/en/nolai/research>
- NOLAI. (2026c). About the National Education Lab AI. Radboud University. <https://www.ru.nl/en/nolai/about-nolai>
- OECD. (2023). *Country Digital Education Ecosystems and Governance: A Companion to Digital Education Outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/906134d4-en> .
- OECD. (2023). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>
- OECD. (2024). Digital technologies in career guidance for youth: Opportunities and challenges. OECD Education Policy Perspectives, No. 113. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c9ab23da-en> .
- OECD. (2025). *OECD Review of Digital Education Policy in the Netherlands*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/91118813-en> .
- OECD. (2026a). *OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring effective uses of generative AI in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/062a7394-en> .
- OECD/European Commission (2026), *Empowering Learners for the Age of AI: An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/65cd27d4-en>.
- Ofcom. (2025a). *Age checks to protect children online*. <https://www.ofcom.org.uk/online-safety/protecting-children/age-checks-to-protect-children-online>
- Ofcom. (2025b). *AI chatbots and online regulation – what you need to know*. <https://www.ofcom.org.uk/online-safety/illegal-and-harmful-content/ai-chatbots-and-online-regulation-what-you-need-to-know>
- Orr, D., M. Rimini and D. Van Damme (2015), *Open Educational Resources: A Catalyst for Innovation*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264247543-en>.
- Özer, M., Perc, M., & Özçelik, H. T. (2026). Human Agency and Epistemic Authority Under Generative Artificial Intelligence. *Open Praxis*, 18(3), 495–505. <https://doi.org/10.55982/openpraxis.18.3.1149>
- Pardos, Z. A., & Borchers, C. (2026). AI in institutional workflows: Learning from higher education to unlock new affordances for education systems and institutions. In: OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring effective uses of generative AI in education (Chapter 11). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/062a7394-en> .
- Pesek, I. (2026). Rethinking education governance in the age of AI. *Frontiers of Digital Education*, 3, 11. <https://doi.org/10.1007/s44366-026-0085-z> .

- Presidência da República. (2025). *Lei No. 15.211, de 17 de setembro de 2025: Estatuto Digital da Criança e do Adolescente*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/lei/l15211.htm
- Presidência da República. (2026). *Decreto No. 12.880, de 18 de março de 2026*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2026/decreto/d12880.htm
- Rabanser, S., Kapoor, S., Kirgis, P., Liu, K., Utpala, S., & Narayanan, A. (2026). Towards a science of AI agent reliability. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2602.16666>
- Roy, P., Poet, H., Staunton, R., Aston, K., & Thomas, D. (2024). *ChatGPT in Lesson Preparation - evaluation report*. Education Endowment Foundation. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/projects-and-evaluation/projects/choices-in-edtech-using-generative-ai-chatgpt-for-ks3-science-lesson-preparation-2024-teacher-choices-trial>
- Sarmurzin, Y., Azhenov, A., Kudysheva, A., Ualikhanova, B., Saparbekova, I., & Besbayev, A. (2026). Implementation of AI in career counselling for university students: A systematic review. *Frontiers in Education*, 11, 1787689. <https://doi.org/10.3389/educ.2026.1787689>
- Stadler, M., Bannert, M., & Sailer, M. (2024). Cognitive ease at a cost: LLMs reduce mental effort but compromise depth in student scientific inquiry. *Computers in Human Behavior*, 160, 108386. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108386>
- Sungu, A., Lira, B., Duckworth, A. (2026). Generative AI Can Harm Teaching. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=7007339>
- Surma, T., Vanhees, C., Wils, M., Nijlunsing, J., Crato, N., Hattie, J., Muijs, D., Rata, E., Wiliam, D., & Kirschner, P. A. (2025). *Kennisrijk kansrijk: Naar een onderwijscurriculum voor diepe denkers*. LannooCampus.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- UNESCO. (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence>
- UNESCO. (2023a). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693_eng
- UNESCO. (2023b). *Global education monitoring report 2023: Technology in education – A tool on whose terms?* UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723_eng
- UNESCO. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391105_eng
- UNESCO. (2025). *AI and education: Protecting the rights of learners*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000395373_eng
- UNICEF Innocenti. (2025). *Guidance on AI and children. Version 3.0: Recommendations for AI policies and systems that uphold child rights*. UNICEF. <https://www.unicef.org/innocenti/media/11991/file/UNICEF-Innocenti-Guidance-on-AI-and-Children-3-2025.pdf>
- Van Damme, D. (2022). *Curriculum Redesign for Equity and Social Justice*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Curriculum-Redesign-for-Equity-and-Social-Justice-CCR.pdf>
- Van Damme, D. (2024). Digitale technologie in het onderwijs. Een historische kijk en een vooruitblik in internationaal perspectief. *Tijdschrift voor Onderwijsrecht en Onderwijsbeleid*, 2023-24(5), 301-316.
- Van Damme, D. (2026a). *Technologies smarter, humans “dumber”? How technological advances improve and diminish human cognition and what this means for education*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/do-smart-technologies-make-humans-dumber/>

- Van Damme, D. (2026b). *Tacit knowledge: Human cognition and artificial intelligence*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Tacit-Knowledge-CCR.pdf>
- Van Damme, D. and Fadel, Ch. (2025). *Executive Functions. Conceptual Framework and Relevance for Education*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Executive-Functions-CCR.pdf>
- Vanderlinde, R., & van Braak, J. (2010). The e-capacity of primary schools: Development of a conceptual model and scale construction from a school improvement perspective. *Computers & Education*, 55(2), 541–553. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.016> .
- Van Dijck, J., Poell, T., & De Waal, M. (2018). *The Platform Society: Public values in a connective world*. Oxford University Press.
- Vincent-Lancrin, S., & van der Vlies, R. (2020). Trustworthy artificial intelligence (AI) in education: Promises and challenges. *OECD Education Working Papers*, No. 218. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a6c90fa9-en> .
- von Davier, A. (2026). Generative AI for standardised assessments: A conversation with Alina von Davier. In *OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring effective uses of generative AI in education* (Chapter 12). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/062a7394-en> .
- Vorobyeva, K. I., Belous, S., Savchenko, N. V., Smirnova, L. M., Nikitina, S. A., & Zhdanov, S. P. (2025). Personalized learning through AI: Pedagogical approaches and critical insights. *Contemporary Educational Technology*, 17(2), ep574. <https://doi.org/10.30935/cedtech/16108>
- Wang, R. E., Ribeiro, A. T., Robinson, C. D., Loeb, S., & Demiszky, D. (2025). Tutor CoPilot: A human-AI approach for scaling real-time expertise. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.03017>
- Williams, A. (2025). Integrating artificial intelligence into higher education assessment. *Intersection: A Journal at the Intersection of Assessment and Learning*, 6(1), 128–154. <https://doi.org/10.61669/001c.131915> .
- Williamson, B. (2017). *Big data in education: The digital future of learning, policy and practice*. Sage.
- Willingham, D. T. (2009). *Why don't students like school? A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom*. Jossey-Bass.
- Willingham, D. T. (2019). *How to teach critical thinking*. New South Wales Department of Education.
- Wu, X., Zhu, P., Zhang, J., Yin, M., & Wang, Y. (2026). ChatGPT's impact on student learning outcomes: a meta-analysis of 35 experimental studies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 13(1), 684. <https://doi.org/10.1057/s41599-026-07019-z>
- Yan, L., Greiff, S., Lodge, J. M., & Gašević, D. (2025). Distinguishing performance gains from learning when using generative AI. *Nature Reviews Psychology*, 4(7), 435-436. <https://doi.org/10.1038/s44159-025-00467-5>
- Yan, L., Greiff, S., Teuber, Z., & Gašević, D. (2024). Promises and challenges of generative artificial intelligence for human learning. *Nature Human Behaviour*, 8(10), 1839-1850. <https://doi.org/10.1038/s41562-024-02004-5>
- Zhao, C. (2024). AI-assisted assessment in higher education: A systematic review. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 6(4). <https://doi.org/10.61414/jeti.v6i4.209> .
- Zhu, Q., Li, X., Dong, Y., Chang, P. and Fan, M. (2026). Not all cognitive *offloading* is equal: distinguishing dependent and autonomous *offloading* to generative AI. *Frontiers in Psychology*. 17:1878629. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1878629>