

Regie op AI

AI in het onderwijs vereist een doordachte inzet en een lerende benadering in de sector

Aan het Dagelijks en Algemeen Bestuur van de PO-Raad en VO-raad

Van Themacommissie Digitalisering

Datum 23 april 2024

Advies van de Themacommissie Digitalisering

Artificial Intelligence (AI) maakt een snelle opmars door. Veel leraren en leerlingen maken al dagelijks gebruik van ChatGPT, en uitgevers en softwareleveranciers verkennen de mogelijkheden van AI in hun producten. AI komt dan ook op allerlei manieren de school binnen, ook als de school er niet bewust voor kiest. Vreemd is dat niet, omdat AI het onderwijs interessante kansen en mogelijkheden biedt of belooft. Tegelijk roept AI serieuze (vaak ethische) vragen op: over de autonomie van docenten, de pedagogische impact op het onderwijs, en de verder groeiende afhankelijkheid van BigTech.

De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) noemt AI een nieuwe *stroomtechnologie*. Dat betekent: AI zal alomtegenwoordig zijn, voor allerlei doelen worden gebruikt, en de economie en samenleving op ingrijpende en onvoorspelbare wijze veranderen. Het Kabinet geeft in een overheidsbrede visie aan dat AI het leerproces, de inhoud én de organisatie van het onderwijs zal veranderen.

De opkomst van AI vraagt daarom om bewust en goedgeïnformeerd handelen van elk bestuur en elke school. De combinatie van grote impact én grote onvoorspelbaarheid betekent dat **voortdurende aandacht en een continu leerproces** noodzakelijk zijn om goed met AI om te gaan. Dat is de rode draad in dit advies.

De Themacommissie Digitalisering adviseert de besturen van de PO-Raad en VO-raad om een **sectorbrede aanpak rond AI** te ontwikkelen. Een aanpak die schoolbestuurders ondersteunt in het streven naar een weloverwogen gebruik van AI – met oog voor de kansen én voor het beheersen van de risico's.

De Themacommissie doet daartoe de volgende aanbevelingen:

1. Besteed permanent en sectorbreed aandacht aan de ontwikkelingen rond AI, en organiseer daartoe een publieke AI-expertisefunctie op sectorniveau.
2. Adviseer als sectorraad de leden om weloverwogen om te gaan met de inzet van AI.
3. Biedt Schoolbesturen al op korte termijn concrete inhoudelijke richtlijnen, en suggesties hoe aandacht voor AI binnen scholen vorm kan worden gegeven.
4. Oefen invloed en regie uit op de AI activiteiten van de grotere leveranciers in het Nederlandse funderend onderwijs, via vraagarticulatie en co-creatie.
5. Informeer de sector zo snel mogelijk over de voorgenomen activiteiten via een bericht in de nieuwsbrief en op de website van de raden

Inleiding

Zonder dat we het ons altijd bewust zijn maken we dagelijks gebruik van AI, zoals de zelflerende thermostaat, een spraak-assistent als SIRI, de navigatie in onze auto, en de aanbevelingen in Netflix en Spotify. Het afgelopen jaar is de aandacht voor *Artificial Intelligence* (AI) spectaculair gegroeid en meer expliciet geworden. Sinds het breed beschikbaar komen van ChatGPT, verschijnen er dagelijks vele berichten over de mogelijkheden van AI.

ChatGPT is een voorbeeld van generatieve AI, die op vraag van de gebruiker teksten genereert. De gebruikte taalmodellen zijn inmiddels zo goed, dat de resultaten niet gemakkelijk zijn te onderscheiden van door mensen geschreven teksten. Ook diensten zoals Copilot (een 'assistent'-functie), Perplexity

(zoekmachine) en DALL·E (genereren van afbeeldingen) maken gebruik van deze taalmodellen. Deze diensten zijn alle afkomstig van (het met name door Microsoft gefinancierde) Open AI, maar ook Google, Amazon, Apple en NVIDIA investeren volop in AI-diensten en -producten.

ChatGPT wordt al veelvuldig gebruikt in het onderwijs. Leerlingen maken er hun huiswerk, samenvattingen en werkstukken mee, docenten gebruiken het voor het maken van lesopzetten en lesmateriaal. Er zijn veel artikelen en boeken verschenen over hoe docenten om kunnen gaan met het AI-gebruik van hun leerlingen, en hoe zij het werk van leerlingen moeten beoordelen. (Inmiddels is AI ook al onderwerp van de nieuwe concept-kerndoelen voor digitale geletterdheid.)

Veel leveranciers verkennen de mogelijkheden van AI of gebruiken dat al in hun producten. Zo is het gebruik van adaptieve leermiddelen, zeker in het primair onderwijs, al staande praktijk. Uitgevers kijken naar mogelijkheden om met AI leer materiaal te genereren, om adaptiviteit in het leer materiaal op te nemen, en om automatisch (oefen)toetsen te creëren.

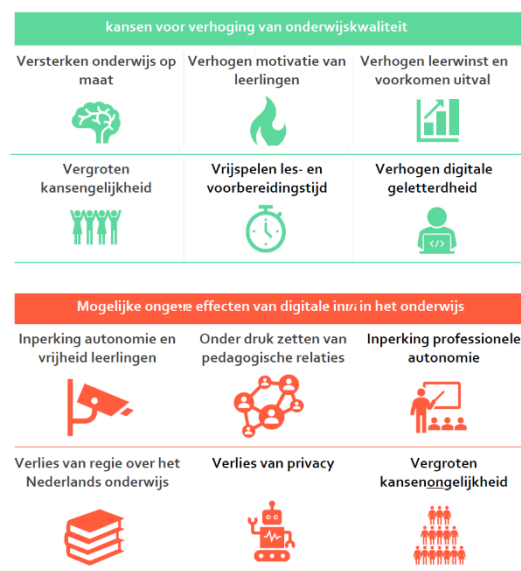
AI komt dan ook de school binnen of is er zelfs al (lang), ook als de school er niet zelf bewust voor kiest.

Vreemd is dat niet, omdat AI het onderwijs interessante **kansen en mogelijkheden** lijkt te kunnen bieden¹. AI zou docenten tijd besparen, leerlingen meer op maat kunnen bedienen, en kunnen helpen om het onderwijsproces beter te organiseren. Hier is realisme op zijn plaats: soms zijn de mogelijkheden nu al te verzilveren, in andere gevallen zijn ze nog een belofte, nog niet bewezen of zelfs een overspannen verwachting.

Tegelijk is evident dat AI in zichzelf **risico's en uitdagingen** kent, en vragen oproept over publieke waarden en marktwerking. Zo is er een serieus risico dat met de komst van AI de afhankelijkheid van een klein aantal Amerikaanse BigTech spelers verder toeneemt, zijn er zorgen over de kwaliteit (juistheid, neutraliteit) van de door AI gegenereerde teksten, en is de vraag welke invloed AI heeft op de inhoud en didactiek van ons onderwijs.

Soms is AI kans en risico tegelijk. Zo kan de inzet van AI kansenongelijkheid verkleinen (beter inspelen op verschillen) maar ook vergroten (rijkere ouders kopen AI-gebaseerde software om vaardigheden te trainen). En wanneer leerlingen ChatGPT gebruiken om een essay te schrijven, kan dat een aanleiding zijn voor een gesprek over de betrouwbaarheid van bronnen en de noodzaak redeneringen te toetsen.

Een bijzonder punt van aandacht is het effect dat AI kan hebben op de pedagogische opdracht en de bestaande onderwijspraktijk van de school. Zo kan AI een deel van de begeleiding van leerlingen overnemen, zonder dat de leraar precies weet wat er daarbij gebeurt. Of AI volgt (zoals in Microsoft's Reflect) het sociaal-emotionele welzijn van de leerling, en stelt diagnoses zonder dat het notie heeft van de context. In deze voorbeelden kan het gebruikte AI-product 'normen' hanteren die niet overeenstemmen met de onderwijsvisie van de school. Alleen al dit normatieve aspect van AI maakt het nodig na te denken over hoe de toepassing ervan past binnen de onderwijsvisie van de school en hier bewuste keuzes in te maken.



¹ Het schema met kansen en mogelijke ongewenste effecten is afkomstig uit de [Verkenning naar het Nederlandse Onderwijslab Artificiële Intelligentie](#), Ministerie van EZK, September 2020.

Juist de spanning tussen kansen en risico's van AI, en de grote maar onvoorspelbare impact ervan, maken het nodig hier op korte termijn zowel in de scholen zelf als sectorbreed aandacht aan te geven. Dat is dan ook het onderwerp van dit advies.

Een korte verdieping op AI

Al tientallen jaren wordt er gewerkt aan de ontwikkeling van AI, maar sinds enkele jaren is daarin een enorme versnelling te zien (zie de bijlage voor een korte geschiedenis van AI).

Recent is er met name veel aandacht voor **Generatieve AI** (afgekort tot GenAI): kunstmatige intelligentie zoals ChatGPT die tekst, afbeeldingen, video's of andere gegevens kan genereren op basis van modellen, vaak als reactie op aanwijzingen van een gebruiker via een *chatbot*. De (taal)modellen die de basis vormen van GenAI worden gevoed en getraind met grote hoeveelheden gegevens, waarmee nieuwe gegevens met vergelijkbare kenmerken worden geproduceerd.

Een tweede vorm is **AI voor beslissingsondersteuning**. Deze AI analyseert data, herkent daar patronen in, categoriseert data, en geeft op basis daarvan adviezen over vervolgstappen of beslist daar zelf over. Een voorbeeld hiervan zijn *adaptieve leermiddelen* die op basis van de antwoorden van de leerling automatisch een volgende serie opgaven selecteren, inzicht geven in het leerproces en adviezen geven over mogelijke vervolgstappen. Een ander voorbeeld is een leeromgeving die dynamisch leerlingen clustert in groepjes die aan dezelfde leerstof werken of aan dezelfde vraagstukken werken.

Al langere tijd zijn er ook andere vormen van AI, zoals intelligent zoeken en het doen van aanbevelingen, interactie via menselijke spraak, autonoom sturende apparaten, en het spelen van strategieën voor strategiespellen (schaken, go, bridge). Ook deze vormen van AI hebben al veel toepassingen in het onderwijs. Dit advies betreft daarom AI in brede zin, en niet alleen GenAI.

De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) noemt AI in haar rapport **Opgave AI**² een nieuwe *systeemtechnologie*. Dergelijke technologieën “zijn alomtegenwoordig, kunnen voor allerlei doelen gebruikt worden, en veranderen de economie en samenleving op ingrijpende en onvoorspelbare wijze.” Voorbeelden zijn de stoommachine, elektriciteit, de verbrandingsmotor, de computer en het Internet. De onvoorspelbaarheid betekent onder meer dat de impact op publieke waarden moeilijk is te bepalen, en dat er voortdurende aandacht en een continu leerproces nodig is in de omgang ermee.

Het Kabinet besteedt in haar **Overheidsbrede visie Generatieve AI**³ aandacht aan zowel kansen en mogelijkheden, als aan uitdagingen en risico's. De visie benoemt GenAI expliciet als een *leerinstrument* voor het onderwijs. Daarnaast ziet het kabinet een *rol* voor het onderwijs in het vergroten van kennis en vaardigheden rond AI. En het kabinet noemt een *transformatie* van (vorm en inhoud) van het onderwijs als gevolg van AI. Ook het kabinet pleit in de visie expliciet voor een “lerende aanpak” rond AI.



Ondertussen is er op Europees niveau ook veel aandacht voor AI. De Europese Commissie zet in op “ethische, veilige en geavanceerde AI in Europa”. Een deskundigengroep heeft dat in opdracht van de Europese Commissie uitgewerkt tot **Ethische richtsnoeren voor betrouwbare AI**⁴. Het rapport

² *Opgave AI: De nieuwe systeemtechnologie*, WRR rapport 105, 11 november 2021.

³ *Overheidsbrede visie Generatieve AI*, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, januari 2024.

⁴ *Ethische richtsnoeren voor betrouwbare KI*, High-Level Expert Group on AI, 8 april 2019.

benoemt 4 *ethische beginselen* die de grondslag vormen voor betrouwbare AI, en formuleert op basis daarvan 7 *belangrijke vereisten* voor het verwezenlijken van betrouwbare AI (zie het schema hiernaast). Tenslotte bevat het rapport (een testversie van) een controlelijst om te toetsen of een AI-toepassing als betrouwbaar kan worden aangemerkt.

Inmiddels heeft de Europese Commissie deze richtsnoeren verder geconcretiseerd, specifiek voor het onderwijs. De rapportage **Ethische richtsnoeren voor het gebruik van AI en data bij onderwijzen en leren voor onderwijsactoren**⁵ is een zeer leesbare en praktische uitwerking van de ethische beginselen. Het maakt zeven vereisten specifiek voor het onderwijs. (Zie kader voor enkele voorbeelden van de concretisering van de vereiste “menselijke controle en toezicht”). Vervolgens vertaalt de rapportage deze naar concrete controlepunten en vragen waarmee AI-toepassingen kunnen worden beoordeeld.

Menselijke agency en menselijk toezicht

- Is de rol van de leerkracht duidelijk gedefinieerd om ervoor te zorgen dat er tijdens het gebruik van het AI-systeem toezicht door een leerkracht is? Welke invloed heeft het AI-systeem op de didactische rol van de leerkracht?
- Worden de beslissingen die van invloed zijn op leerlingen genomen met de agency van de leerkracht en is de leerkracht in staat om afwijkingen of mogelijke discriminatie te constateren?

Ook de publicatie **Verantwoorde AI in het Vlaamse onderwijs (een collaboratief proces van ontwikkeling tot gebruik)**⁶ van het Vlaamse kenniscentrum Digisprong biedt een praktische uitwerking van ethische richtlijnen. De publicatie laat zien dat het onderwijs AI toepast in drie verschillende domeinen:

- het onderwijzen en ondersteunen van lerenden,
- het ondersteunen van onderwijsprofessionals zoals leraren, en
- het ondersteunen van de onderwijsorganisatie.

Daarnaast formuleert het als basisvoorwaarde voor verantwoorde AI onder meer dat het onderwijs beschikt over een “ondersteunend netwerk dat AI-klaar en -weerbaar is”, een (lerend) netwerk waarin “kennis en andere middelen worden gedeeld”.

In Nederland heeft het Nationaal Onderwijslab AI (NOLAI) het **NOLAI Referentiekader 2022**⁷ uitgebracht. Ook deze publicatie formuleert kernvragen voor het beoordelen van een AI-toepassing, waarbij het leren van de leerling en het lesgeven van de leraar de uitgangspunten vormen.

Kernvragen zijn: hoe werkt de techniek, wat biedt de techniek, en wie voert de regie?

Met name deze regievraag is van groot belang, en het referentiekader noemt verschillende verhoudingen tussen controle door de mens en de technologie.

Vooralsnog lijkt het wijs om de inzet van AI in het klaslokaal te beperken tot niveaus waarbij de leraar het leerproces kan monitoren en waar nodig kan interveniëren.



⁵ [Ethische richtsnoeren voor het gebruik van artificiële intelligentie \(AI\) en data bij onderwijzen en leren voor onderwijsactoren](#), Bureau voor publicaties van de Europese Unie, 2022.

⁶ [Verantwoorde AI in het Vlaamse onderwijs \(een collaboratief proces van ontwikkeling tot gebruik\)](#), Kenniscentrum Digisprong, december 2023.

⁷ [NOLAI Referentiekader 2022](#), NOLAI, 2022.

Tenslotte zijn er belangrijke ontwikkelingen op het gebied van regelgeving. De in maart 2024 aangenomen **Europese AI Act**⁸ (in het Nederlands: Verordening Kunstmatige Intelligentie) stelt eisen om de risico's die AI met zich meedraagt te kunnen beheersen. Deze eisen gelden zowel voor producenten en leveranciers als voor gebruikers van AI. Ook besturen en scholen die gebruik maken van AI moeten kunnen aantonen dat deze AI aan de regels voldoet, en zal daar dus ook helderheid over moeten vragen bij hun leverancier. Daarmee kunnen leerlingen, ouders, docenten en anderen er onder meer op vertrouwen dat de gebruikte systemen veilig, transparant, niet-discriminerend en milieuvriendelijk zijn en onder toezicht staan van mensen.

Advies van de Themacommissie Digitalisering

De Themacommissie Digitalisering ziet de grote en onvoorspelbare impact die AI heeft en in de komende jaren kan hebben op het Nederlandse onderwijs. De eerdere invoering van technologie in het onderwijs, zoals de computer/internet en de smartphone, heeft geleerd dat we niet alleen oog moeten hebben voor de mogelijkheden ervan. Een te snelle en ondoordachte invoering kan zeer ongewenste effecten hebben, zoals een daling van onderwijskwaliteit of meer onveilige situaties voor de leerling.

De opkomst van AI vraagt dan ook bewust en goedgeïnformeerd handelen van elk bestuur en elke school. De Themacommissie adviseert de besturen van de PO-Raad en VO-raad om expliciet aandacht te geven aan dit dossier en daar een sectorbrede aanpak op te ontwikkelen. De insteek hierbij is dat deze aanpak schoolbestuurders ondersteunt in het streven naar een weloverwogen gebruik van AI – met oog voor de kansen én voor het beheersen van de risico's.

1. Een nieuwe systeemtechnologie vraagt permanente aandacht

AI is een systeemtechnologie die nu al volop gebruikt wordt, zich snel ontwikkelt en een grote en onvoorspelbare impact gaat hebben. Daarbij lijkt AI aantrekkelijke kansen voor het onderwijs te bieden, maar is ook duidelijk dat de inzet van AI serieuze (ethische) risico's kent. Vanwege de snelle ontwikkeling en onvoorspelbare impact is een continue aandacht voor kansen en risico's gewenst. Het is niet wenselijk en niet verstandig dit enkel aan leveranciers over te laten. Het onderwijs zal zelf de ontwikkelingen rond AI moeten volgen, de effecten daarvan onderzoeken, en de resultaten daarvan met elkaar delen.

Advies: Besteed permanent en sector-breed aandacht aan de ontwikkelingen rond AI, en organiseer een publieke AI-expertisefunctie op sectorniveau. Deze expertisefunctie bestaat uit een netwerk van personen met deskundigheid en ervaring rond AI, dat het scholenveld in het PO en VO kan ondersteunen met praktische informatie rond de inzet van AI. De publieke expertisefunctie is een 'lerende' functie die praktische kennis over AI verzamelt uit binnen- en buitenland, en uit zowel het onderwijsdomein zelf als daarbuiten.

De expertisefunctie ondersteunt het onderwijs onder meer door:

- het bieden (en onderhouden) van een praktische handreiking (zie punt 3).
- het bieden van een Q&A functie.
- het delen van de opbrengsten rond onderzoek naar AI in het onderwijs, zoals van NOLAI. (Het is ook belangrijk dat schoolbesturen samenwerking zoeken met onderzoeksorganisaties.)
- verwijzingen naar bronnen rond AI in het curriculum (met name in digitale geletterdheid).

De expertisefunctie organiseert ook een netwerk met medewerkers in besturen en scholen, om te kunnen verbinden met AI-initiatieven, -ervaringen en -vraagstukken in het onderwijsveld zelf.

⁸ [Artificial Intelligence Act](#), Council of the European Union, Final Draft 26 January 2024. (Zie [hier](#) voor een briefing over de AI Act.)

De Themacommissie stelt voor om op korte termijn en op een praktische wijze te starten met deze publieke expertisefunctie, en gaandeweg te bepalen hoe dit meer permanent vorm kan worden gegeven. Bij deze aanpak ligt een samenwerking tussen de PO-raad, VO-raad, NOLAI en Kennisnet voor de hand. De Themacommissie adviseert ook om vanuit de expertisefunctie de Europese ontwikkelingen te blijven volgen en waar nodig op Europees niveau te participeren in expertise- en beleidsontwikkeling rond AI.

2. De inzet van AI vraagt bewuste keuzes van besturen en scholen

Leerlingen en leraren maken nu al gebruik van AI. Sommige scholen doen dit bewust en enkele hebben hier mogelijk al beleidsmatig aandacht voor, maar veel scholen zijn nog zoekende. Het is heel wenselijk dat besturen en scholen bewust nadenken en weloverwogen keuzes maken m.b.t. de inzet van AI.

Advies: Adviseer als sectorraad de leden om weloverwogen om te gaan met de inzet van AI. Dat betekent onder meer:

- dat scholen moeten kunnen weten in welke producten AI is of wordt gebruikt.
- dat scholen een bewuste analyse en afweging maken voor ze besluiten een dergelijk product aan te schaffen en in te zetten.
- dat zij in hun eigen beleid rond onderwijs, leermiddelen en digitalisering ook een concrete opvatting en richtlijnen rond AI gebruik opnemen.
- dat zij daarbij ook aandacht besteden aan professionalisering van leraren rond AI binnen het bredere kader van digitale vaardigheden.

Ondersteun besturen en scholen hierbij vanuit de publieke expertisefunctie.

3. Ondersteun besturen en scholen met een praktische handreiking

Schoolbesturen moeten op de hoogte zijn van zowel kansen als risico's van de inzet van AI. Zij hebben behoefte aan concrete inhoudelijke richtlijnen, maar ook aan suggesties hoe dit binnen scholen vorm kan worden gegeven en hoe hierover met leraren en leerlingen in gesprek te gaan. Er zijn in Europa op verschillende plaatsen al handreikingen ontwikkeld, ook voor het onderwijs. Deze kunnen dienen als basis voor een praktische handreiking aan besturen in het Nederlandse po en vo. Vanwege het systeem-technologische karakter en de snelle ontwikkeling van AI zal het ook nodig zijn adviezen en handreikingen regelmatig te herzien en te actualiseren.

Advies: Ontwikkel (een eerste versie van) een handreiking om bestuurders en schoolleiders te ondersteunen. Zorg dat deze handreiking op korte termijn beschikbaar is.

Zorg ervoor dat deze handreiking ook frequent wordt geactualiseerd en aangevuld, op basis van de ontwikkelingen en vraagstukken rond het zich snel ontwikkelende onderwerp.

Vraag Kennisnet om – in nauwe afstemming met de sectorraden – een dergelijke handreiking te ontwikkelen. Verzoek de eerste versie uiterlijk in juni 2024 (net als in vorige jaren de *maand van AI in het onderwijs*) beschikbaar te maken.

4. Geef behalve aan AI zelf ook aandacht aan de partijen die de AI-diensten leveren

De meest relevante AI-platformen worden op dit moment geleverd door BigTech bedrijven, zoals Microsoft (OpenAI), Google en Amazon. Met het gebruik van AI in het onderwijs neemt de al bestaande afhankelijkheid van deze spelers verder toe. Wel zullen deze leveranciers moeten voldoen aan de Europese Digital Services Act en Digital Markets Act. Dit vraagstuk is echter niet specifiek voor het onderwijs.

Uitgevers van leermaterialen en leveranciers van softwaresystemen (zoals de ELO) zullen AI gaan toepassen in hun producten, sommige doen dit ook nu al. Het is belangrijk te blijven onderzoeken welke invloed zij daarmee op de inhoud en de organisatie van het onderwijs uitoefenen. De Europese

AI Act eist overigens ook van scholen dat zij van hun leverancier transparantie over de inzet van AI verlangen om een juiste afweging te kunnen maken.

Advies: Oefen invloed en regie uit op de AI activiteiten van de grote leveranciers in het Nederlandse funderend onderwijs, via vraagarticulatie en co-creatie. Maak dit tot onderdeel van (bestuurlijk-strategisch) leveranciersmanagement voor deze leveranciers, in samenwerking met OCW, SIVON en Kennisnet.

Vertaal de eisen van de Europese AI Act naar de praktijk van het Nederlandse onderwijs, in de vorm van een toetskader waarmee leveranciers en producten kunnen worden beoordeeld.

(Dit kan ook een van de eerste activiteiten zijn van de hierboven genoemde publieke expertisefunctie.)

5. **Informeer de sector zo snel mogelijk over de voorgenomen activiteiten**

AI komt nu al het onderwijs binnen, vaak zonder bewust te zijn van de zorgen die AI ook kent. Het is daarom raadzaam ook snel een signaal te geven aan de sector en aandacht te vragen voor een bewust keuzeproces.

Advies: Neem op korte termijn een bericht op in de nieuwsbrief en de website van de raden, om aandacht te vragen voor de besluitvorming rond de aanschaf en inzet van producten die gebruik maken van AI. Kondig daarbij ook aan dat op korte termijn een handreiking beschikbaar komt.

Bijlage: Een korte geschiedenis van AI

Onderzoek naar Artificial Intelligence kent een geschiedenis van tientallen jaren. In de jaren 80 werd er veel energie gestoken in het ontwikkelen van *expertsystemen*: kennisgebaseerde systemen, waarin de kennis van menselijke experts werd vastgelegd in beslisregels. Op basis daarvan zouden bijvoorbeeld ziektebeelden kunnen worden gediagnosticeerd. Deze techniek heeft zeker een toepassing gevonden in bedrijfsprocessen, maar de aanvankelijke belofte van intelligente systemen werd niet ingelost. In dezelfde tijd werd veel energie gestoken in denkspellen, zoals schaken. Dat betrof vooral het aanleggen van grote databestanden (opening en eindspel bij schaken), het geven van een beoordeling van spelsituaties (ook regelgebaseerd) en het met veel rekenkracht bedenken van de beste volgende zet. Deze technologie werkt alleen voor scherp gedefinieerde vraagstukken.

Vanaf de jaren 90 schoof de aandacht naar (kunstmatige) *neurale netwerken*, bestaande uit met elkaar verbonden eenheden (neuronen) die volgens bepaalde parameters informatie verwerken. Deze netwerken worden getraind met grote hoeveelheden data, waarbij de parameters steeds automatisch worden bijgesteld om tot betere uitkomsten te komen. Dit blijkt bijvoorbeeld heel effectief bij handschriftherkenning.

Vanaf 2010 nam *deep learning* een grote vlucht, waarbij in essentie neurale netwerken in meerdere lagen worden gestapeld. Dankzij de enorme toename van rekencapaciteit én de beschikbaarheid van grote hoeveelheden data werden successen behaald op uiteenlopende terreinen: het herkennen en verwerken van beeld en spraak, computervertaling, geneesmiddelenonderzoek, medische beeldherkenning en bordspelen. Door dit succes namen ook investeringen in AI enorm toe. De laatste jaren komen resultaten beschikbaar voor een breed publiek, met daarbij ook veel media-aandacht. Die aandacht richt zich niet alleen op de mogelijkheden maar ook op de negatieve gevolgen en (ethische) risico's van AI.