

# Artificiële Intelligentie in het onderwijs

HOE KUNNEN LEERKRACHTEN BINNEN HET VLAAMS SECUNDAIR ONDERWIJS  
OPTIMAAL EN VEILIG GEBRUIKMAKEN VAN DE HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE  
VORMEN VAN ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE?

Studiegebied **Onderwijs**

Educatieve Bachelor **Secundair Onderwijs**

Onderwijsvakken **Wiskunde & Techniek**

Keuzetraject **STEM**

Campus **Brugge Xaverianenstraat**

Istvan Demey

Interne begeleider: **Johan Van Hevel**

academiejaar **2023-2024**



## Abstract

---

Om de mogelijkheden van AI in de verf te zetten is onderstaande abstract geschreven door ChatGPT met het vervolg van dit document als bron.

Deze bachelorproef onderzoekt de optimale en veilige integratie van artificiële intelligentie (AI) in het Vlaams secundair onderwijs. Het onderzoek richt zich op de mogelijkheden van AI om een meerwaarde te bieden in het onderwijs en de gevaren die daarmee gepaard gaan. Door middel van een literatuurstudie, een enquêteonderzoek onder actieve leerkrachten en experimenteel onderzoek, wordt een breed overzicht gegeven van de huidige stand van zaken en de toekomstige potenties van AI in het onderwijs.

Uit de enquête blijkt dat veel leerkrachten reeds AI-tools gebruiken voor lesvoorbereiding en gepersonaliseerd leren, maar dat er een aanzienlijke kenniskloof bestaat die het optimaal gebruik van AI belemmert. Dit benadrukt de noodzaak voor gerichte opleidingen en ondersteuningsprogramma's. De literatuurstudie toont aan dat AI aanzienlijke voordelen kan bieden, zoals efficiëntieverbeteringen en gepersonaliseerde leerervaringen, maar ook risico's met zich meebrengt, zoals bias, ethische kwesties en mogelijke negatieve effecten op de creativiteit en het kritisch denken van leerlingen.

Het experimentele onderzoek illustreert praktische toepassingen van AI in het klaslokaal en biedt concrete voorbeelden en richtlijnen voor leerkrachten. De studie concludeert dat een gestandaardiseerde en goed gereguleerde aanpak essentieel is voor de succesvolle implementatie van AI in het onderwijs. Door het adresseren van de opleidingsbehoeften van leerkrachten en het ontwikkelen van ethische richtlijnen, kan AI een positieve en duurzame impact hebben op het onderwijs en de leerervaring van leerlingen in Vlaanderen.

(ChatGPT, persoonlijke communicatie, 30 mei 2024)

Deze abstract is gelezen en goedgekeurd door de auteur.



# Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	6
1.1.	Onderzoeksvragen.....	7
1.2.	Context.....	7
1.3.	Onderzoeksmethoden .....	8
1.4.	Doelstellingen .....	9
2.	Enquêteonderzoek.....	10
2.1.	Doel van de enquête.....	10
2.2.	Doelgroep .....	10
2.3.	Vragen en resultaten .....	11
2.4.	Conclusies .....	17
3.	Artificiële intelligentie .....	19
3.1.	Diverse definiëringen .....	20
3.2.	AI-technieken .....	22
3.3.	Overzicht AI-modellen .....	27
3.4.	AI-detectie .....	32
3.5.	Toekomst van AI .....	33
3.6.	Kritiek .....	35
4.	AI-gerelateerde vaardigheden .....	39
4.1.	Digitale geletterdheid.....	40
4.2.	Prompt engineering .....	43
5.	Mogelijkheden van AI in het onderwijs.....	46
5.1.	AI voor de leerkracht .....	46
5.2.	AI voor de leerling .....	62
5.3.	AI voor de school.....	68
6.	Gevaren van AI in het onderwijs.....	69
6.1.	Afhankelijkheid.....	70
6.2.	Bias, discriminatie.....	71
6.3.	Transparantie en controle .....	71
6.4.	Inhoudelijke fouten .....	71
6.5.	Digitale kloof .....	72

6.6.	Banenverlies .....	72
6.7.	Ethische vragen.....	73
7.	Hypothetische implementatie.....	74
7.1.	Verantwoordelijkheid en rollen.....	75
7.2.	Gespecialiseerde toepassing.....	76
8.	Conclusie .....	78
	Nawoord.....	79
	Literatuurlijst.....	80

# 1. Inleiding

---

De lancering van ChatGPT in 2022 was het startschot van een nieuw tijdperk. Artificiële intelligentie (AI) was op dat moment al wijdverspreid in de samenleving, maar de technologie hield zich vooralsnog op de achtergrond. De afgelopen 2 jaar neemt AI steeds meer een rol op de voorgrond van het digitale toneel op.

AI-toepassingen zijn nu al bijna onvermijdbaar in het dagelijkse leven, maar de opmars zet zich onverminderd verder. AI heeft het potentieel om het leven van mensen, zowel professioneel als persoonlijk, compleet te veranderen. Na de uitvinding van de computer en het ontwikkelen van het internet kan AI zorgen voor de volgende digitale revolutie.

Het onderwijs is een weerspiegeling van de samenleving en moet zich dus ook aanpassen aan veranderingen in deze samenleving. Daarom zal het onderwijs hoe dan ook een antwoord moeten formuleren op de vraag wat de rol van AI zal zijn in het onderwijs. Het is daarbij belangrijk dat zowel het potentieel als het gevaar van deze technologie in kaart gebracht wordt en naar waarde geschat wordt.

Ikzelf ben een afstuderende student van de lerarenopleiding die in een voorgaande opleiding ICT gestudeerd heeft. Mijn passie voor het onderwijs en interesse in ICT kan ik dan ook ten volle inzetten om mee aan een oplossing te werken voor dit vraagstuk.

## 1.1. Onderzoeksvragen

---

Dit document is het resultaat van een onderzoek dat een antwoord zoekt op volgende vragen.

*Hoe kunnen leerkrachten binnen het Vlaams secundair onderwijs optimaal en veilig gebruikmaken van de huidige en toekomstige vormen van artificiële intelligentie?*

*Wat zijn de mogelijkheden voor artificiële intelligentie om een meerwaarde te zijn in het Vlaams secundair onderwijs?*

*Wat zijn de gevaren bij het gebruik van artificiële intelligentie in het Vlaams secundair onderwijs?*

## 1.2. Context

---

Dit onderzoek situeert zich in een vooraf vastgelegde context. Gezien de snel evoluerende aard van het onderwerp is het belangrijk om op te merken dat dit onderzoek zich beperkt tot de stand van zaken tot eind mei 2024. Verdere afbakening van de context heeft betrekking op AI en het onderwijs.

### 1.2.1. AI

---

Het onderzoeksveld van artificiële intelligentie is enorm breed en bevat veel moeilijke technische materie. Dit onderzoek gaat in op deze technische aspecten, maar is gericht op het verschaffen van basiskennis en inzicht in de technologie. Deze informatie is dus niet bedoeld als bron voor technici of programmeurs en kan kleine technische onjuistheden of onvolledigheden bevatten.

Bij de bespreking van specifieke AI-modellen wordt vooral gefocust op openbaar verkrijgbare modellen, geschikt voor consumenten. Er zijn tal van gespecialiseerde modellen gericht op specifieke sectoren die niet beschikbaar zijn voor consumenten. Deze worden dan ook niet opgenomen in dit onderzoek.

Bovendien is de AI-sector enorm competitief waardoor bedrijven mogelijks bepaalde informatie achterhouden. Dit onderzoek kan zich dan ook enkel baseren op de informatie die op moment van schrijven (mei 2024) beschikbaar is.

### 1.2.2. Onderwijs

---

Op gebied van onderwijs beperkt dit onderzoek zich tot het secundair onderwijs in Vlaanderen. Bij elke vermelding van 'het onderwijs' in dit onderzoek wordt er dus uitgegaan van het Vlaams secundair onderwijs, tenzij expliciet anders vermeld.



## 1.3. Onderzoeksmethoden

---

Om een antwoord te kunnen formuleren op de onderzoeksvragen wordt een driedelig onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek bestaat uit een enquêteonderzoek, een literatuurstudie en een experimenteel onderzoek.

### 1.3.1. Enquêteonderzoek

---

Dit onderdeel van het onderzoek is gericht op het bepalen van de situatie in het werkveld met betrekking tot AI. Daarvoor werd een enquête verspreid naar leerkrachten die op dit moment actief zijn in het secundair onderwijs in Vlaanderen. De enquête werd ingevuld door een 30-tal leerkrachten van verschillende scholen in West- en Oost-Vlaanderen. In de enquête wordt gepolst naar de kennis over AI, het gebruik van AI en de impact van AI op het onderwijs.

De resultaten van dit onderzoek worden besproken in het hoofdstuk 'Enquêteonderzoek'. Dit onderzoek vormt de rode draad doorheen de rest van het document en schept de nodige context bij de verschillende hoofdstukken.

### 1.3.2. Literatuurstudie

---

De literatuurstudie is de meest omvangrijke pijler van dit onderzoek. Dit onderzoek bundelt bestaande informatie van verschillende bronnen en probeert deze samen te vatten op een niveau dat bruikbaar is voor leerkrachten in het secundair onderwijs.

AI is echter een geavanceerde technologie die steunt op onderliggende kennis uit de computerwetenschappen. Bepaalde delen van dit document zijn dan ook heel technische beschrijvingen van technieken. Hierbij wordt er steeds geleidelijk aan opgebouwd om zo ook de kennis van de lezer mee op te bouwen.

### 1.3.3. Experimenteel onderzoek

---

Het derde facet van het onderzoek is een experimenteel onderzoek naar AI. Dit houdt in dat er met specifieke AI-toepassingen geëxperimenteerd wordt. De resultaten van deze experimenten worden geanalyseerd en besproken. Deze experimenten dienen ook als voorbeelden voor de lezer.

### 1.3.4. AI als hulpmiddel

---

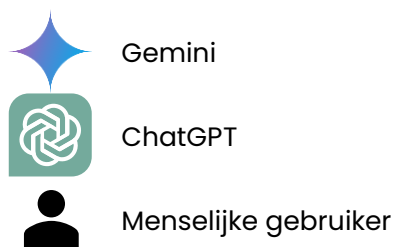
Er dient te worden opgemerkt dat dit onderzoek uitgevoerd werd met behulp van artificiële intelligentie. Concreet betekent dit dat AI werd gebruikt om informatie te verzamelen, te bundelen en te analyseren. Daarnaast werd AI ook gebruikt als creatief hulpmiddel en werd AI als 'lezer' gebruikt om feedback te verkrijgen over de teksten.

Alle informatie die verkregen werd met behulp van AI werd gecontroleerd aan de hand van reguliere bronnen. Alle tekst in dit document is geschreven door de auteur en dus niet door AI-systemen, tenzij expliciet anders vermeld. Naast een expliciete vermelding wordt er ook visueel duidelijk gemaakt dat een stuk tekst door AI gegenereerd is door het gebruik van een ander lettertype, namelijk 'Consolas', zoals in onderstaand voorbeeld.

Deze tekst is geschreven door Gemini, een AI-toepassing van Google AI. Ik ben getraind op een enorme dataset van tekst en code, waardoor ik tekst kan genereren, talen kan vertalen en verschillende creatieve tekstformaten kan schrijven. Ik ben nog in ontwikkeling, maar leer elke dag nieuwe taken. Ik ben geen mens en heb geen eigen mening of gevoelens, maar ik ben hier om je te helpen en je taken zo goed mogelijk uit te voeren. Heb je vragen of wil je dat ik iets voor je doe, aarzel dan niet om het te vragen

(Gemini, persoonlijke communicatie, 2024)

Bij tekstuele voorbeelden wordt ook telkens het specifiek AI-model aangeduid door het bijpassende logo. Hiervoor wordt deze legende gebruikt:



## 1.4. Doelstellingen

---

Dit onderzoek is opgesteld met enkele specifieke doelstellingen voor ogen. Onderstaande lijst geeft een overzicht van deze doelstellingen.

- Het onderzoek biedt de nodige praktische en technische informatie over artificiële intelligentie op niveau van leerkrachten zodat deze hieruit een basiskennis van AI kunnen verwerven.
- Het onderzoek bevat concrete voorbeelden van toepassingen die repliceerbaar zijn door leerkrachten met de verworven basiskennis.
- Het onderzoek biedt richtlijnen voor het toepassen van AI op school die bruikbaar zijn voor leerkrachten en directie met de verworven basiskennis.

## 2. Enquêteonderzoek

---

Om het vervolg van het onderzoek te kunnen kaderen wordt er een enquêteonderzoek uitgevoerd. In dit deel van het onderzoek wordt er een beeld geschetst van de huidige situatie in het werkveld. Dit gebeurt door een enquête die uitsluitend door actieve leerkrachten uit het secundair onderwijs in Vlaanderen werd ingevuld. In dit hoofdstuk worden de resultaten van deze enquête geanalyseerd.

### 2.1. Doel van de enquête

---

Zoals vermeld is het doel van de enquête om een realistisch beeld van de huidige situatie in het werkveld te schetsen. Concreet wordt er geprobeerd om een antwoord te formuleren op deze vragen:

- Wat weten leerkrachten over AI?
- Gebruiken leerkrachten AI op dit moment?
- Zijn er bezorgdheden over AI waar leerkrachten mee zitten?
- Staan leerkrachten open voor het gebruik van AI in de lessen?

### 2.2. Doelgroep

---

De doelgroep van deze enquête zijn leerkrachten die op dit moment aan de slag zijn in het secundair onderwijs in Vlaanderen. De enquête werd verspreid naar leerkrachten op verschillende scholen in West- en Oost-Vlaanderen.

Om er zeker van te zijn dat de enquête enkel ingevuld wordt door mensen uit de doelgroep wordt er aan het begin van de enquête expliciet gevraagd om dit gegeven te bevestigen. Iedereen die aanduidt dat ze niet tot de doelgroep behoren kunnen de enquête niet verder invullen.

Een belangrijke opmerking is dat het gaat om een vrijwillige enquête die digitaal verspreid is. Het is dus niet absurd om aan te nemen dat de enquête voornamelijk ingevuld is door leerkrachten met een basis aan digitale vaardigheden. Leerkrachten die deze basis niet hebben of twijfelachtig staan tegenover nieuwe digitale technologieën zullen dus waarschijnlijk ondervertegenwoordigd zijn in deze enquête.

De enquête werd ingevuld door een 30-tal mensen. De statistische resultaten moeten dus met een serieuze korrel zout genomen worden.

## 2.3. Vragen en resultaten

---

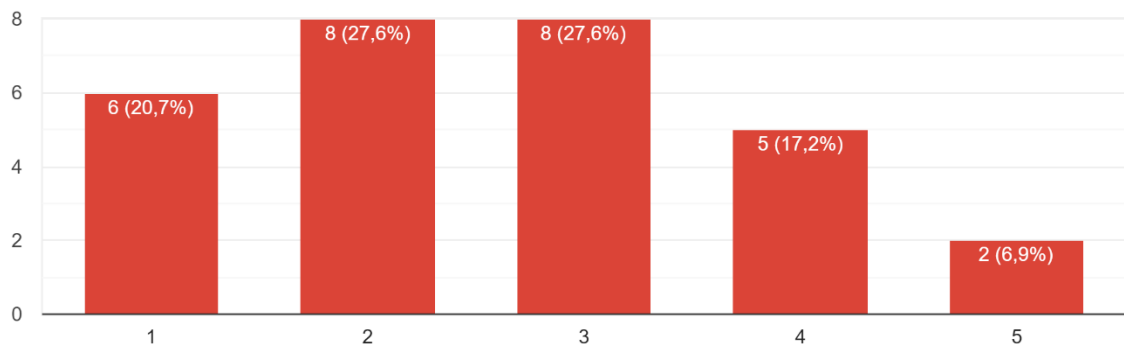
De enquête bestaat uit 13 vragen verdeeld over 4 onderdelen. De enquête bevat schaalvragen, meerkeuzevragen en open vragen.

### 2.3.1. Kennis over AI

---

Hoe goed schat je jouw kennis over artificiële intelligentie (AI)?

29 antwoorden



**Figuur 1: Resultaat uit de enquête**

De eerste schaalvraag polst naar hoe goed de leerkrachten hun eigen kennis inschatten. Op deze schaal werd 1 gelabeld als 'onbestaande' en 5 als 'uitstekend'. De leerkrachten geven zichzelf gemiddeld een 2,6 en beschouwen hun eigen kennis dus als een onvoldoende. Opvallend hier is de brede spreiding in de resultaten. Ruim 48% geeft zichzelf een slechte score (1 of 2), terwijl 24% van de leerkrachten zichzelf een goede score geeft.

Dit blijkt ook uit de 2 vervolgvragen:

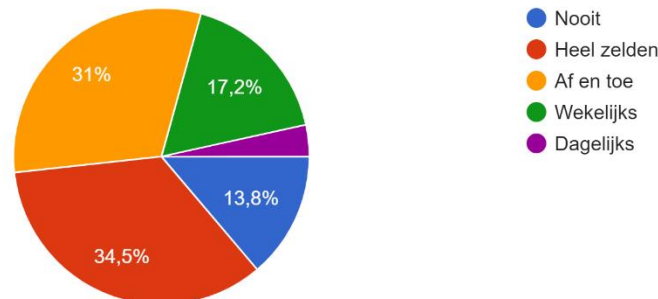
- *Wat versta je onder de term AI? Wat is AI voor jou?*
- *Welke voorbeelden van AI ken je?*

De antwoorden hierop zijn ook heel gespreid. Enkelen gaven een goede, duidelijke omschrijving van AI en konden verschillende voorbeelden opsommen. Anderen kwamen niet verder dan 'Artificiële intelligentie' en 'ChatGPT'.

### 2.3.2. Huidig gebruik van AI

Hoe vaak gebruik je AI voor je job als leerkracht?

29 antwoorden



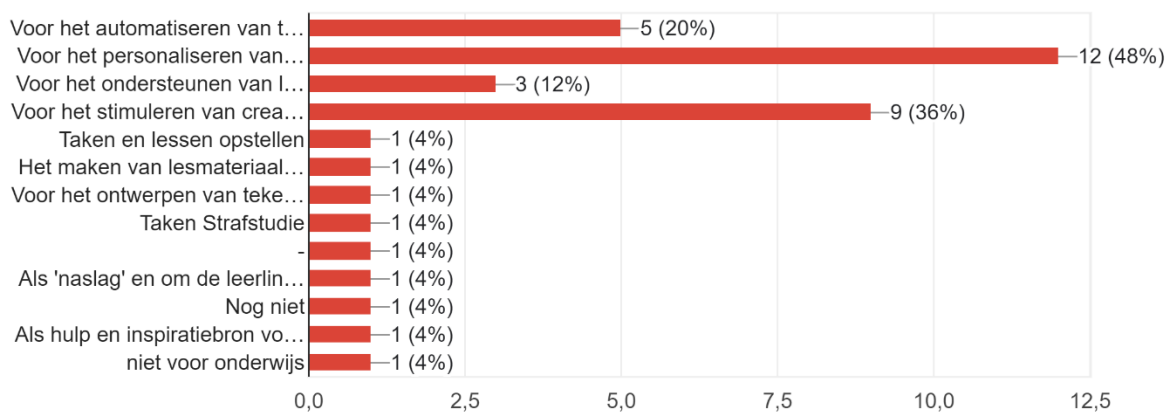
**Figuur 2: Resultaat uit de enquête**

Het tweede onderdeel be vraagt het gebruik van AI door de leerkracht. Het gaat hier over alle verschillende manieren waarop AI kan gebruikt worden, zolang het voor professioneel gebruik is. Ruim 48% van de ondervraagden geeft aan zelden of nooit AI te gebruiken. Opvallend is dat 20% van de ondervraagden aangeeft wekelijks (of dagelijks) AI te gebruiken.

De ondervraagden die aangeven AI te gebruiken kregen onderstaande vervolgvragen.

Op welke manier(en) gebruik je AI in je job als leerkracht?

25 antwoorden

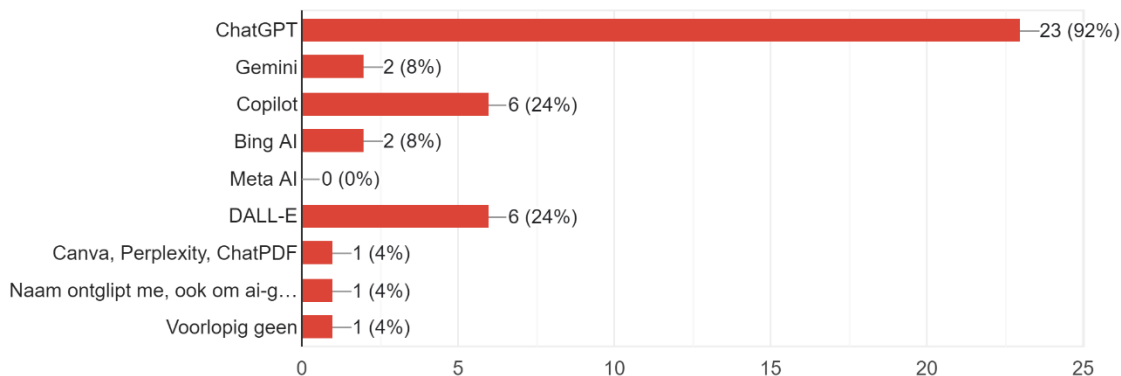


**Figuur 3: Resultaat uit de enquête**

Bijna de helft van de ondervraagden gebruikt AI voor het personaliseren van leermateriaal. Ook het stimuleren van creativiteit en kritisch denken wordt regelmatig toegepast. Het automatiseren van taken en het personaliseren van leermateriaal is een minder populaire toepassing. Bovendien gebruiken de ondervraagden AI nog voor allerlei andere zaken, zoals het ontwerpen van tekeningen en als hulp voor het opstellen van taken en toetsen.

### Welke specifieke AI-toepassing(en) gebruik je?

25 antwoorden



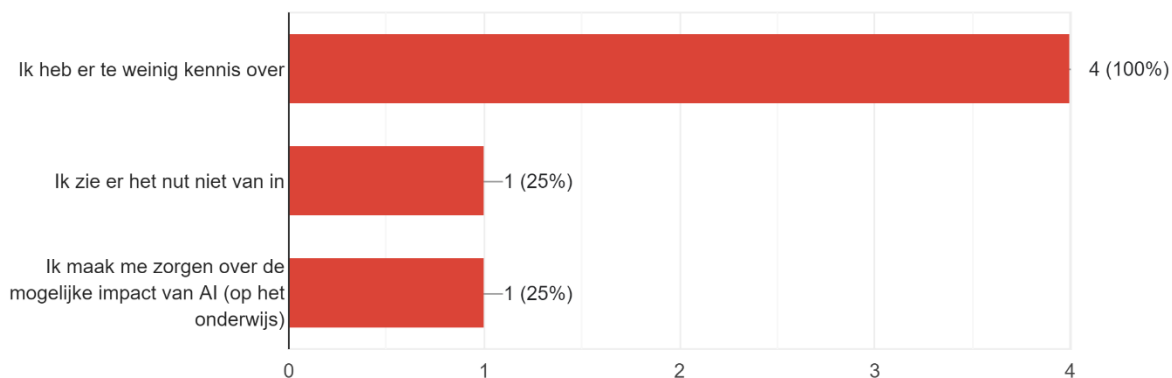
**Figuur 4: Resultaat uit de enquête**

ChatGPT blijkt veruit de bekendste en populairste toepassing bij de ondervraagden. Verder worden ook DALL-E en Copilot door heel wat ondervraagden gebruikt. De andere toepassingen worden weinig of niet gebruikt. De relatieve populariteit van Copilot is te verklaren door het feit dat veel scholen een Office365-pakket gebruiken, waarbij Copilot standaard inbegrepen zit.

De leerkrachten die aangegeven hebben nooit AI te gebruiken kregen onderstaande vervolgvraag.

### Waarom gebruik je AI niet?

4 antwoorden



**Figuur 5: Resultaat uit de enquête**

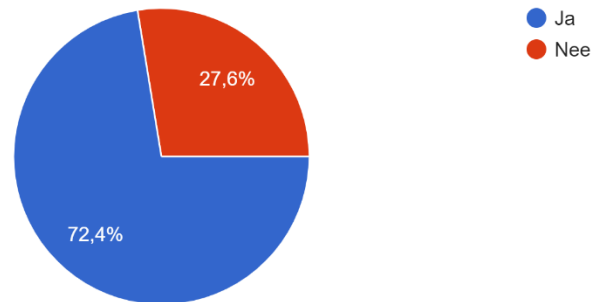
Gelet op het feit dat er slechts 4 mensen geantwoord hebben moeten deze cijfers met de nodige nuance benaderd worden. Toch is het opvallend dat alle 4 de leerkrachten gebrek aan kennis aangeven als reden.

### 2.3.3. Impact van AI

Het derde aspect van de enquête heeft betrekking op de impact die AI kan hebben op het onderwijs.

Maak je je soms zorgen over de mogelijke impact van AI op het onderwijs?

29 antwoorden

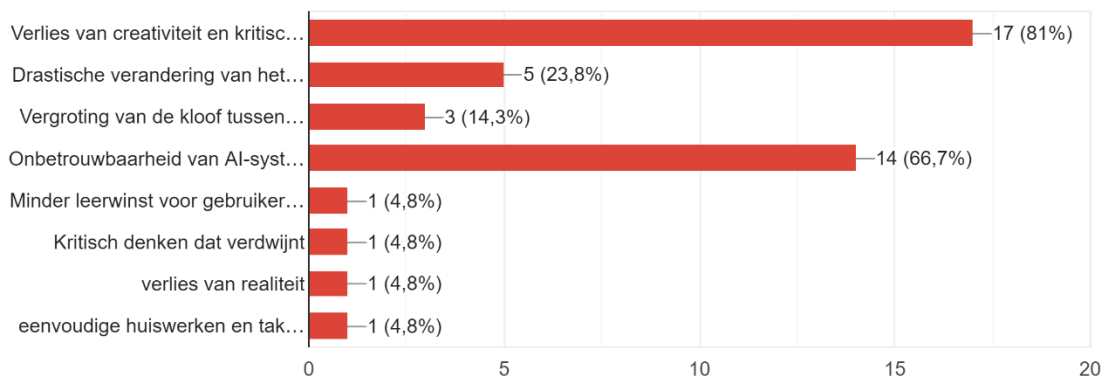


**Figuur 6: Resultaat uit de enquête**

Bijna driekwart van de ondervraagde leerkrachten geeft aan zich soms zorgen te maken over de impact van AI op het onderwijs. Zij kregen deze vervolgvragen.

Welke bezorgdheden heb je over AI in het onderwijs?

21 antwoorden

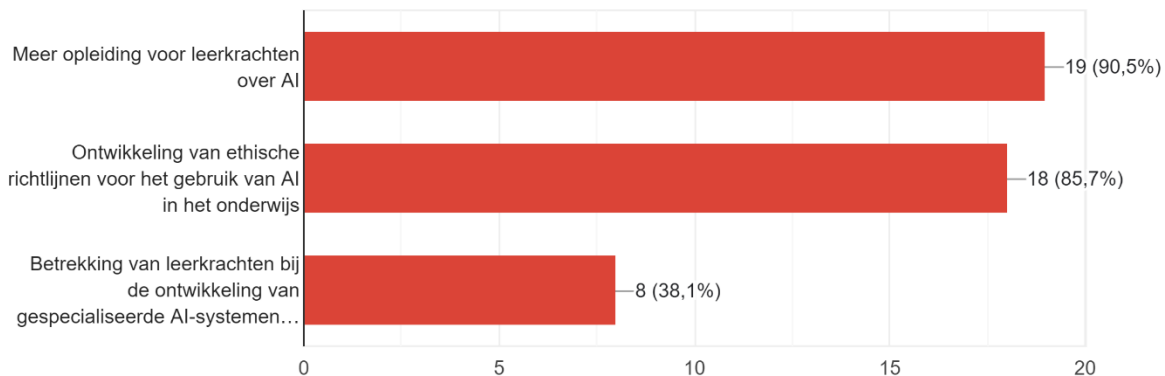


**Figuur 7: Resultaat uit de enquête**

De meerderheid van de leerkrachten geeft het verlies van creativiteit en kritisch denken bij leerlingen aan als oorzaak van deze bezorgdheid. Ook de onbetrouwbaarheid van AI-systemen wordt aangegeven als oorzaak. Andere aspecten zoals mogelijke drastische veranderingen van het lerarenberoep en een vergroting van de kloof tussen sterke en zwakke leerlingen zijn in mindere mate een reden tot bezorgdheid.

Hoe kan er aan deze bezorgdheden tegemoetgekomen worden?

21 antwoorden



**Figuur 8: Resultaat uit de enquête**

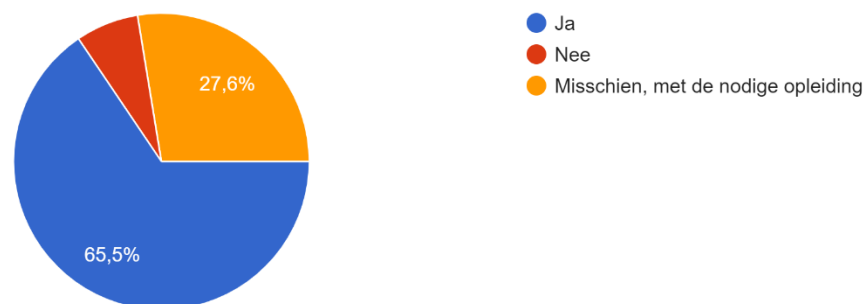
De ondervraagde leerkrachten zijn het er over eens dat meer opleidingen voor leerkrachten noodzakelijk is om aan deze bezorgdheden tegemoet te komen. Ook de ontwikkeling van ethische richtlijnen voor het gebruik van AI in het onderwijs is een belangrijk aspect voor de ondervraagden.

### 2.3.4. Verdere integratie van AI in het onderwijs

In dit deel wordt gepolst naar de houding van leerkrachten tegenover een toename in het gebruik van AI in de les.

Sta je open voor het gebruik van (meer) AI in je lessen?

29 antwoorden



**Figuur 9: Resultaat uit de enquête**

Opmerkelijk is dat vrijwel elke ondervraagde leerkracht lijkt open te staan voor het gebruik van AI in zijn of haar lessen. 27,6% is echter nog wat twijfelachtig en zou graag eerst meer opleiding hebben.



Hierbij is het echter belangrijk om rekening te houden met het deel van de doelgroep dat niet bereikt werd door deze enquête. Leerkrachten die niet open staan voor het gebruik van AI staan mogelijks ook niet open om een vrijblijvende, online enquête over AI in te vullen.

Wanneer er gevraagd wordt naar de reden dat de leerkrachten al dan niet open staan voor AI in de les komen heel wat verschillende argumenten aan bod. Veel leerkrachten zien AI als een kans om de job van de leerkrachten te verlichten. Ook vinden heel wat leerkrachten dat leerlingen moeten leren omgaan met AI. De leerkrachten halen aan dat technologie evolueert en dat het onderwijs de taak heeft om mee te veranderen. Heel wat leerkrachten zien het potentieel wel, maar nemen op dit moment een afwachtende houding aan wat betreft AI in de les.

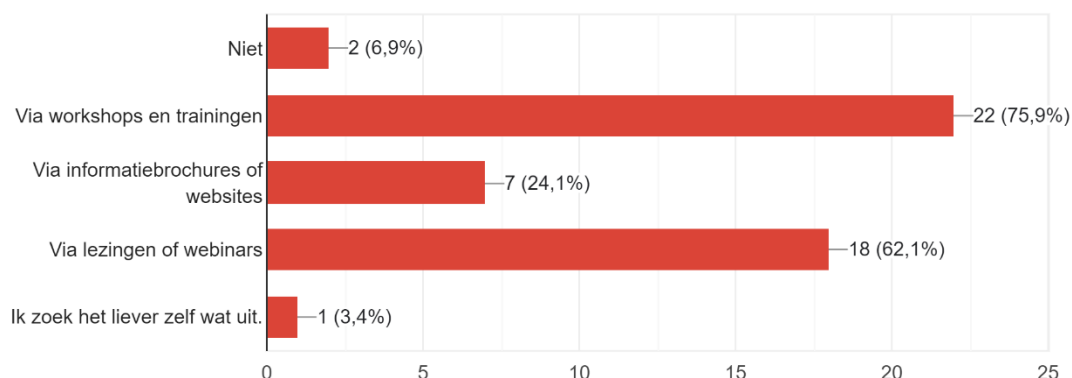
### 2.3.5. Leerkrachten informeren over AI

---

Tot slot wordt er gepolst naar hoe leerkrachten het liefst geïnformeerd zouden worden over AI in het onderwijs.

Op welke manier zou je (in de toekomst) het liefst geïnformeerd worden over de mogelijkheden van AI in het onderwijs?

29 antwoorden



**Figuur 10: Resultaat uit de enquête**

Bijna alle leerkrachten willen graag verder geïnformeerd worden. Hiervoor gaat hun voorkeur uit naar workshops, trainingen, lezingen en Webinars. Een minderheid verkiest informatiebrochures of websites.

## 2.4. Conclusies

---

Op basis van deze resultaten kunnen enkele voorzichtige conclusies getrokken worden met betrekking tot de doelvragen. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat elke conclusie een interpretatie is van de beschikbare gegevens. Deze conclusies zijn dus in geen geval een absolute waarheid. Wel kunnen ze een beeld schetsen van de huidige situatie in het werkveld.

### 2.4.1. Wat weten leerkrachten over AI?

---

Leerkrachten vinden over het algemeen van zichzelf dat ze te weinig kennis hebben over AI. De meningen hierover zijn echter heel gespreid, heel wat leerkrachten schatten hun kennis heel goed of net onbestaande in.

Leerkrachten geven dan ook zelf aan dat extra opleiding hierover nodig is, zeker met het oog op het inzetten van AI in de lessen. Deze opleidingen zijn bij voorkeur georganiseerd als workshops, trainingen, lezingen of Webinars.

Ik denk zelf dat informatiebrochures of website een interessant naslagwerk kunnen zijn, maar fysieke interactie met een gekwalificeerde lesgever is noodzakelijk.

### 2.4.2. Gebruiken leerkrachten AI op dit moment?

---

Heel wat leerkrachten gebruiken AI al regelmatig voor hun job. Dit doen ze meestal om lesinhouden te ontwikkelen en te personaliseren. Ook voor creativiteit wordt AI regelmatig gebruikt. AI wordt op dit moment dus vooral gebruikt als hulpmiddel buiten de lessen.

Door het ontbreken van de nodige opleidingen en ondersteuning gebruiken leerkrachten AI vaak op eigen initiatief en op hun eigen manier. Dit is op zich niet slecht, maar vergroot wel de kans op problemen. Ook is het voor leerkrachten moeilijk om alle mogelijkheden correct in te schatten. Een gestandaardiseerde aanpak met richtlijnen rond het gebruik van AI kan hiervoor een oplossing bieden.

### 2.4.3. Zijn er bezorgdheden over AI waar leerkrachten mee zitten?

---

Het merendeel van de leerkrachten geeft aan zich zorgen te maken over de impact van AI op het onderwijs. Deze bezorgdheden hebben voornamelijk betrekking op de creativiteit en het kritisch denken van leerlingen. Daarnaast stellen veel leerkrachten de betrouwbaarheid van AI-systemen in vraag.

Deze bezorgdheden zijn zeker en vast terecht. Ook hiervoor bestaat de oplossing voor een deel uit het aanbieden van opleidingen en het ontwikkelen van ethische richtlijnen en algemene afspraken voor het gebruik van AI in het onderwijs. Heel wat universiteiten

hebben voor zichzelf al zo'n richtlijnen opgesteld, maar voor het secundair onderwijs bestaat dit voorlopig nog niet.

#### **2.4.4. Staan leerkrachten open voor het gebruik van AI in de lessen?**

---

Het merendeel van de leerkrachten staat open voor het gebruik van AI in de lessen. Ze geven aan dat AI een meerwaarde kan bieden voor het onderwijs en dat het leren omgaan met nieuwe technologieën een belangrijke vaardigheid is voor leerlingen.

### 3. Artificiële intelligentie

---

Om de mogelijkheden en gevaren van AI in het Vlaams Secundair onderwijs te kunnen onderzoeken is het noodzakelijk om de technologie ten gronde te onderzoeken en begrijpen. Ook voor leerkrachten en scholen die AI willen inzetten is het van belang om een basisbegrip van AI te hebben. Alleen zo kan men een realistische inschatting maken van mogelijke toepassingen en beperkingen van de technologie.

Uit het enquêteonderzoek blijkt dat leerkrachten gemiddeld gezien hun kennis over AI laag inschatten. Dit gebrek aan kennis wordt dan ook vaak aangegeven als een reden om AI niet in te zetten.

In dit hoofdstuk wordt onderzocht wat artificiële intelligentie precies is. Er wordt besproken wat er op dit moment al mogelijk is met de technologie, maar ook wat de toekomst te bieden kan hebben.

Dit hoofdstuk kan dienen als bron voor leerkrachten die hun kennis over AI willen uitbreiden, maar ook voor leerkrachten die bijvoorbeeld een interne opleiding over AI willen geven.

### 3.1. Diverse definiëringen

---

Vraag aan 10 verschillende mensen om AI te definiëren en men zal 10 verschillende antwoorden krijgen. Er bestaat dan ook geen eenduidige definitie voor AI.

Het Europees Parlement omschrijft AI als “de mogelijkheid van een machine om mensachtige vaardigheden te vertonen – zoals redeneren, leren, plannen en creativiteit” (Europees Parlement, 2020). De Universiteit Gent definieert AI dan weer als “slimme software die in staat is om nauw omschreven taken op een manier uit te voeren die uiterst intelligent is” (Universiteit Gent, 2022). Volgens Wikipedia is AI “de wetenschap die zich bezighoudt met het creëren van een artefact dat een vorm van intelligentie vertoont” (Wikipedia-bijdragers, 2023).

Zowel de omschrijving van het Europees Parlement, de Universiteit Gent als Wikipedia is correct, maar maakt duidelijk dat er verdere nuancering nodig is. Artificiële intelligentie wordt in de volksmond gebruikt als een verzamelnaam voor alle vormen van schijnbare intelligentie van computersystemen.

Voor een meer genuanceerde definitie kan ten rade gegaan worden bij ChatGPT, een geavanceerde conversatie-AI die zijn ‘kennis’ haalt uit de diverse bronnen waarop het model getraind is. Dit taal-model werd ontwikkeld door het bedrijf OpenAI en is in staat om uitgebreide conversaties te voeren met de gebruiker. ChatGPT definieert AI als volgt:

Artificiële intelligentie is een verzamelnaam voor technologieën en systemen die menselijke intelligentie nabootsen of zelfs overstijgen bij het uitvoeren van taken. Het omvat onder andere machine learning, deep learning, neurale netwerken en natuurlijke taalverwerking.

AI stelt computers in staat om complexe problemen op te lossen, voorspellingen te doen en beslissingen te nemen op basis van gegevens en algoritmen. Hierdoor kunnen machines patronen en trends herkennen die anders moeilijk te detecteren zijn en kunnen ze taken uitvoeren die voorheen alleen door mensen konden worden gedaan.

(ChatGPT, persoonlijke communicatie, 21 maart 2023)

De kern van deze reactie zit in het *nabootsen van menselijke intelligentie*. Huidige AI-systemen, zoals ChatGPT, zijn geen rechtstreekse kopieën van menselijke intelligentie, het zijn slechts geavanceerde algoritmes die het menselijk denken proberen na te bootsen. Deze algoritmes zijn niet in staat om gedachten te hebben, emoties te voelen, nuances te maken of kritisch te zijn. Ongeacht hoe ‘menselijk’ de reacties van ChatGPT lijken te zijn, is er niets menselijk aan. De woorden van het AI-model zijn louter gebaseerd op complexe berekeningen op basis van de training die het model gehad heeft.

AI-systemen worden ingedeeld in 3 categorieën, op basis van hun capaciteiten.

### 3.1.1. ANI: Artificial Narrow Intelligence

---

De termen *narrow* en *weak AI* hebben betrekking op AI-modellen die een gerichte focus hebben op een bepaalde taak. Deze modellen kunnen de mens overstijgen in specifieke taken, maar ze kunnen hun capaciteiten niet generaliseren naar nieuwe taken.

Voorbeelden zijn schaakcomputers zoals Deepblue en Stockfish. Deze AI-modellen overklassen de beste menselijke schaakspelers in een spel schaak maar zijn compleet waardeloos in een potje dammen.

Ook chatbots zoals ChatGPT en Gemini zijn voorbeelden van *narrow AI*. Hun kennis is nochtans enorm breed en ze kunnen tal van examens foutloos afleggen. Toch zijn ze beperkt tot de gegevens waarop ze getraind zijn. Ze zijn niet in staat om eigen ideeën, gedachten of theorieën te bedenken.

Op dit moment valt elk bestaand AI-model onder deze categorie.

### 3.1.2. AGI: Artificial General Intelligence

---

*General of strong AI* onderscheidt zich door het hebben van eigen gedachten en het nemen van eigen beslissingen. Deze vorm van AI is vooralsnog puur hypothetisch. De exacte voorwaarden waaraan een *general AI* moet voldoen zijn voer voor discussie, maar het algemene consensus is dat het model op elk mogelijk vlak de mens moet evenaren of overstijgen. Ook zou deze AI een Turingtest moeten kunnen doorstaan. Dit is een schriftelijke test waarbij een menselijke ondervrager moet achterhalen of de ondervraagde een mens of een machine is.

Er bestaan op dit moment geen modellen die aan deze voorwaarden voldoen en het is onduidelijk of dit ooit mogelijk zal zijn.

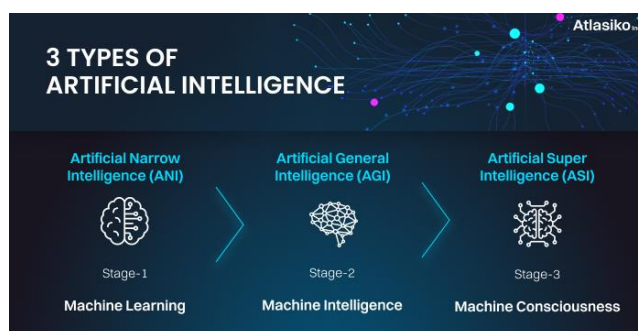
### 3.1.3. ASI: Artificial Superintelligence

---

Een *superintelligence* zou de mens niet enkel overstijgen, maar het zou vaardigheden hebben die onmogelijk te bereiken zijn voor een mens. Deze vorm van AI zou problemen kunnen oplossen die voor mensen onoplosbaar zijn of concepten kunnen uitwerken die voor de mens onbevattelijk zijn.

*Superintelligence* is op dit moment een louter hypothetisch concept.

**Figuur 11: Overzicht van de 3 soorten artificiële intelligentie**



## 3.2. AI-technieken

---

Voor de rest van dit document wordt er met de term AI verwezen naar *narrow AI*, tenzij anders vermeld.

### 3.2.1. Geschiedenis

---

De term 'artificiële intelligentie' werd voor het eerst geïntroduceerd in 1956 tijdens een congres op het Dartmouth College in Hanover, New Hampshire, Verenigde Staten van Amerika. De beginjaren werden gekenmerkt door optimisme en ambitie, maar computerwetenschappers botsten hierbij vaak op technische beperkingen.

#### Moore's law

---

In 1965 deed Gordon Moore, een co-oprichter van Intel, een voorspelling die bekend staat als 'Moore's law' oftewel de wet van Moore. Hij observeerde de evolutie van het aantal transistoren in geïntegreerde schakelingen en kwam tot de conclusie dat het aantal elke 2 jaar verdubbelde. De voorspelling van Moore bleek te kloppen en geldt tot op heden nog steeds.

Concreet betekende *Moore's law* een exponentiële toename in beschikbare rekenkracht die constante vooruitgang in AI-onderzoek mogelijk maakte.

#### Deep Blue

---

In 1997 bereikt de schaakcomputer Deep Blue van IBM de eerste grote mijlpaal in de ontwikkeling van AI. De schaakcomputer versloeg toenmalig wereldkampioen schaken Gary Kasparov in een schaakwedstrijd.

Deep Blue is een model dat gebaseerd is op gekende schaaktheorie en brute force-berekeningen. Dit wil zeggen dat het model een enorme database aan zetten heeft klaarstaan en tal van berekeningen doet om de beste zet te bepalen. Dit model werkt dus volledig op gegevens die vooraf ingevoerd zijn door de ontwikkelaars.



**Figuur 12: Garry Kasparov tijdens de wedstrijd met Deep Blue**

#### AlphaGo

---

In 2016 werd een volgende mijlpaal behaald door AlphaGo, een AI-model ontwikkeld door Google Deepmind. AlphaGo versloeg toenmalig wereldkampioen Lee Sedol in het bordspel Go. Op het eerste gezicht lijkt dit niet zo indrukwekkend, 19 jaar na de winst van Deep Blue, maar dit was toch een enorme stap in de ontwikkeling van AI.

Het spel Go verschilt namelijk fundamenteel van schaken. Bij een spel schaak zijn er iedere beurt slechts een handvol zetten mogelijk, waardoor een AI-model als Deep Blue alle mogelijke scenario's voor de volgende paar zetten kan berekenen en zo de beste zet kan bepalen.

Bij Go zijn er elke beurt ontelbare mogelijkheden, wat het onmogelijk maakt om brute force-berekeningen toe te passen. Daarom is er voor AlphaGo gebruik gemaakt van machine learning.

### 3.2.2. Machine Learning (ML)

---

*Machine learning* is een techniek om AI-modellen te ontwikkelen zonder expliciete regels of instructies in te voeren. De modellen leren zelf patronen en relaties herkennen in grote hoeveelheden data. Deze data kunnen woorden, zinnen, getallen, afbeeldingen, etc. zijn.

Het algoritme zal deze data analyseren en op basis hiervan voorspellingen doen. Deze techniek wordt gebruikt voor toepassingen zoals beeldherkenning, taalverwerking en het maken van aanbevelingen. *Machine learning* kan op 3 verschillende manieren worden aangepakt.

#### Supervised Learning

---

*Supervised* ofwel gecontroleerd leren is een techniek die gebruikt wordt om labels toe te kennen aan data. Het model leert bij door data die door een mens een label gekregen heeft. Het model leert zo om data te classificeren met deze labels.

Stel dat men beschikt over een dataset met duizenden foto's van honden of katten. Bij elke foto plaatst een mens het label 'hond' of 'kat'. Deze foto's met label zijn de 'leerstof' van het AI-model. Het model 'leert' kenmerken en verschillen tussen honden en katten. Als men dan een nieuwe foto van een hond of een kat geeft aan de AI, zal die aangeven of dit een hond of een kat is.

Deze techniek noemt men gecontroleerd leren omdat de 'leerstof' van het AI-model vooraf gecontroleerd is door de ontwikkelaar.

#### Unsupervised Learning

---

Bij *unsupervised* ofwel ongecontroleerd leren is het doel niet om labels toe te wijzen aan data, maar wel om data op te delen in clusters. De data die er gebruikt wordt om te 'leren' hoeft dus ook niet gelabeld te zijn.

Veronderstel dat men een dataset heeft met duizenden foto's van allerlei soorten dieren. Het AI-model zal op zoek gaan naar patronen in deze data en op basis hiervan groepen



maken met foto's die bij elkaar horen. Het model zegt dus niet om welke dieren het gaat, maar wel welke dieren er bij elkaar horen.

Deze techniek noemt men ongecontroleerd leren omdat de data niet gecontroleerd is door de ontwikkelaar.

## Reinforcement learning

---

*Reinforcement* ofwel ondersteunend leren is het AI-equivalent van operante conditionering. Het doel van deze techniek is om het AI-model gepast te laten reageren op een bepaalde situatie. Dit doet men door het model te belonen wanneer het 'gewenst' reageert en te straffen wanneer het 'ongewenst' reageert.

Stel dat men een AI wil ontwikkelen die met een virtuele wagen zo snel mogelijk een vastgelegd parcours moet afleggen. De AI start met een basisprogramma waarbij hij willekeurige bewegingen maakt vanaf het startpunt. Het model zal dit programma meerdere keren uitvoeren met telkens een kleine verandering of mutatie. Voor al deze pogingen wordt een beloning of straf toegekend op basis van het resultaat. Al deze pogingen vormen samen een generatie. De poging met de beste score wordt gebruikt als basis voor de volgende generatie. Dit proces herhaalt zich tot het model het beoogde resultaat behaald heeft.

De beloningen en straffen kunnen gezien worden als plus- en minpunten. Een beloning kan worden uitgedeeld als het model een tussenpunt bereikt, waarbij de beloning groter wordt als het tussenpunt sneller bereikt wordt. Een straf kan uitgedeeld worden als het model in aanraking komt met de rand van het parcours.

### 3.2.3. Artificiële neurale netwerken (ANN)

---

Een *artificieel neuraal netwerk* is een geavanceerd model waarbij geprobeerd wordt om de werking van een menselijk brein na te bootsen. Het brein bestaat uit een verzameling van neuronen die onderling chemische linkjes leggen wanneer we dingen leren.

#### Perceptron

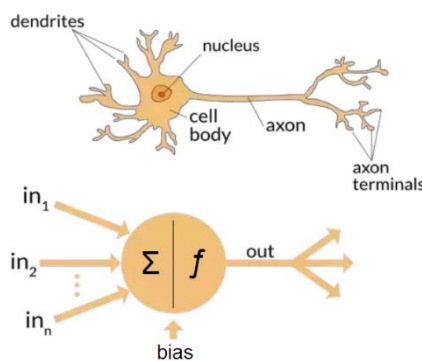
---

Een *perceptron* is het artificieel equivalent van een neuron. De perceptron interpreteert enkele invoerwaarden op basis van hun *relatief gewicht*. Deze gewichten worden initieel willekeurig bepaald en per generatie aangepast door mutatie. Op deze *gewogen invoerwaarden* wordt een wiskundige functie toegepast waarna er een *activatie-waarde* als uitvoerwaarde bepaald wordt. Deze perceptron is de basisbouwsteen van een artificieel neuraal netwerk.

## Multi-Layer Perceptron

---

Een enkele perceptron is uiteraard niet voldoende om van een netwerk te spreken. Bij een *multi-layer perceptron* worden meerdere perceptrons samengevoegd om zo tot een artificieel neurale netwerk te komen. De invoerwaarden worden behandeld door de perceptrons in de *invoerlaag*. De *uitvoerlaag* bestaat uit 1 of meerdere perceptrons die de uiteindelijke uitvoer bepalen. Daartussen bevinden zich 1 of meerdere *verborgen lagen* met meerdere perceptrons in elke laag. Deze verborgen laag biedt het model de kans om ingewikkelde linkjes te leggen tussen verschillende invoer- en uitvoerwaarden.



**Figuur 13: Vergelijking tussen een neuron en een perceptron**

## Deep learning

---

Er wordt gesproken van *deep learning*, ofwel diep leren, wanneer het concept van een multi-layer perceptron verder wordt doorgetrokken met een enorme hoeveelheid aan verborgen lagen die heel wat perceptrons bevatten per laag. Een verder uitgediept netwerk zal betere resultaten geven, maar ook meer rekenkracht vragen.

### 3.2.4. Natural Language Processing (NLP)

---

Natural Language Processing is een onderzoeksveld binnen AI-onderzoek dat zich focust op de interactie tussen computers en menselijke taal. NLP-modellen proberen om menselijke taal te begrijpen, te interpreteren en zelf menselijke taal te genereren. Deze modellen kunnen gebruikt worden voor het samenvatten, vertalen of verbeteren van teksten.

Een subcategorie van NLP-modellen zijn Large Language Models (LLM). Dit zijn modellen die specifiek getraind zijn op enorme hoeveelheden tekst en code. Deze modellen zijn sterk in het voeren van gesprekken, waarbij ze rekening kunnen houden met nuances in grammatica, woordenschat en context. LLM's vormen de basis voor AI-chatbots zoals ChatGPT, Gemini en Llama.

LLM's gebruiken complexe kansberekeningsmodellen om te 'voorspellen' welk woord het meest waarschijnlijk is in een reeks. Ze imiteren dus diepgaand begrip van taal en context door deze om te zetten in een complexe set van parameters en berekeningen. Ze zijn dus enorm afhankelijk van de data waarop ze getraind worden voor hun eigen zinsbouw.

### 3.2.5. Computer Vision

---

*Computer Vision* is een onderdeel van AI-onderzoek waarbij men focust op het interpreteren van visuele informatie. *Computer Vision* modellen zijn dus getraind om foto's of videobeelden te analyseren en allerlei zaken te detecteren. Enkele voorbeelden zijn het identificeren en classificeren van verkeersborden, het herkennen van emoties in gezichten en het volgen van objecten in beweging.

*Computer vision* wordt onder andere toegepast in zelfrijdende auto's, beveiligingscamera's en voor het controleren en sorteren van landbouwgewassen.

Er zijn ook *Computer Vision* toepassingen beschikbaar voor consumenten zoals Apple's Face ID en Google Lens.

### 3.2.6. Generatieve AI

---

Generatieve AI is een verzamelnaam voor alle vormen van AI die nieuwe, unieke content genereren. Dit kunnen teksten zijn, maar ook afbeeldingen, video's, muziek of zelfs 3D-modellen. Sommige modellen zijn gespecialiseerd in slechts een van deze soorten content, terwijl andere modellen multimodaal zijn, of dus meerdere soorten content kunnen genereren.

## 3.3. Overzicht AI-modellen

---

### 3.3.1. Text-to-Text AI

---

Text-to-text toepassingen zijn NLP-modellen die tekst als invoer nemen en zelf ook tekst uitvoeren. De bekendste voorbeelden zijn chatbots zoals ChatGPT en Gemini.

#### ChatGPT

---

ChatGPT is een AI-chatbot ontwikkeld door OpenAI en wordt beschouwd als de aanstoker van de *AI Boom*. De naam ChatGPT is een combinatie van het woord *chatbot* en het acroniem *GPT*. GPT staat voor *generative pre-trained transformer*, en is een techniek die ontwikkeld is door OpenAI.

ChatGPT werd ontwikkeld in 2018, maar werd niet onmiddellijk op de markt gebracht. De eerste versie was gebaseerd op het GPT-1 model, een relatief klein model met beperkte mogelijkheden. In februari 2019 werd het model vervangen door GPT-2, dat op zijn beurt in mei 2020 vervangen werd door GPT-3. Met elk nieuw model nam de hoeveelheid trainingsgegevens en parameters drastisch toe.



**Figuur 14: Logo van ChatGPT**

In maart 2022 werd GPT-3 vervangen door GPT-3.5. Bij deze verandering bleef het aantal parameters gelijk, maar werd de trainingsdata uitgebreid. Op 30 november 2022 werd de chatbot, op basis van GPT-3.5, vrijgegeven voor het grote publiek.

In maart 2023 bracht OpenAI het model GPT-4 uit, dat uitsluitend tegen betaling beschikbaar is. Dit model zou opnieuw een enorme stap zetten wat betreft het aantal parameter tegenover GPT-3.5.

Op 7 mei 2024 werd GPT-4o gelanceerd. De 'o' in de naam staat voor 'Omni' en verwijst naar de voornaamste verandering van dit model tegenover GPT-4. GPT-4o verschilt onderliggend niet enorm veel van GPT-4, maar biedt wel heel wat nieuwe mogelijkheden. De veranderingen zijn vooral merkbaar in hoe het model omgaat met spraakherkenning, meertaligheid en vertaling. Het is ook in staat om niet alleen tekstbestanden, maar ook afbeeldingen en geluidsbestanden te analyseren. Daarbovenop claimt OpenAI dat het onderliggende model dubbel zo snel is als GPT-4 en dat de kostprijs om het model te laten draaien gehalveerd is. Hierdoor kan OpenAI het GPT-4o model in beperkte mate gratis aanbieden.

## Gemini (vroeger: BARD, LAMDA)

---

Gemini is Google's alternatief voor ChatGPT. Gemini is ontwikkeld door Google Deepmind, de ontwikkelaar van AlphaGo. De naam Gemini wordt gebruikt voor zowel de chatbot zelf als de 'familie' van onderliggende modellen. Deze familie aan AI-modellen bevat Gemini Ultra, Pro en Nano, waarbij Gemini Ultra het meest geavanceerde en complexe model is. Gemini Nano is een kleiner model dat kost-efficiënter is. Gemini Pro is een gebalanceerd model tussen Ultra en Nano.

In 2020 kondigde Google de chatbot Meena aan. De naam bleef niet hangen, want een jaar later bracht Google een prototype LLM uit genaamd LaMDA. De naam LaMDA is een acroniem voor *Language Model for Dialogue Application*. LaMDA is de naam van het onderliggende model, maar is geen chatbot.



**Figuur 15: Logo Google Gemini**

De populariteit van ChatGPT dwong Google om het LaMDA-model zo snel mogelijk te integreren in een gelijkaardige chatbot. In maart 2023 bracht Google uiteindelijk de chatbot Bard uit.

Naast LaMDA ontwikkelde Google ook een andere LLM genaamd PaLM. Ook PaLM is een acroniem en staat voor Pathways Language Model. PaLM en LaMDA werden naast elkaar ontwikkeld door 2 afzonderlijke afdeling binnen Google, namelijk Google AI en Google Deepmind.

In mei 2023 schakelde Bard over van het LaMDA-model naar PaLM 2, de opvolger van PaLM.

In december 2023 werd uiteindelijk de nieuwe familie aan LLM's met de naam Gemini aangekondigd. Hiermee werden de verschillende bestaande LLM's gegroepeerd onder 1 naam. In februari 2024 kreeg ook de chatbot Bard de naam Gemini.

### 3.3.2. Text-to-image AI

---

Text-to-image toepassingen zijn gespecialiseerd in het genereren van afbeeldingen op basis van tekst die ingevoerd wordt door de gebruiker.

#### DALL-E 3

---

DALL-E 3 is het meest recente text-to-image model van OpenAI. DALL-E 3 is in essentie een aangepaste versie van de GPT-modellen die voor ChatGPT gebruikt worden. DALL-E 3 is ook geïntegreerd in ChatGPT en kan dus rechtstreeks hierin gebruikt worden.

De naam DALL-E is een mengeling van het bekende robot-karakter WALL-E uit de gelijknamige film, en de Spaanse kunstenaar Salvador Dalí.

In januari 2021 werd DALL-E voor het eerst aangekondigd, maar dit model werd niet uitgebracht voor het publiek. In april 2022 werd DALL-E 2 aangekondigd, dit model werd wel wereldwijd uitgebracht in september 2022. Een jaar later, in september 2023, werd DALL-E 2 vervangen door het huidige model, DALL-E 3.

Afbeeldingen die gegenereerd worden door DALL-E krijgen steeds een zichtbaar watermerk mee, zodat het duidelijk is dat het geen echte afbeelding is.



**Figuur 16: Watermerk bij afbeeldingen van DALL-E**

## Imagen

---

Opnieuw bracht Google een text-to-image model uit als reactie op de lancering van DALL-E. Google's alternatief heet Imagen, een combinatie van de woorden *image*, *imagine* en *generate*.

In december 2023 werd Imagen 2 gelanceerd. De technologie is echter (nog) niet vrij beschikbaar in België. Het model werd ook geïntegreerd in de chatbot Gemini, maar is daar enkel beschikbaar voor betalende gebruikers.

## Stable Diffusion

---

Stable Diffusion is een text-to-image model dat gelanceerd werd in 2022. Het model werd ontwikkeld door onderzoekers van de Ludwig Maximilian universiteit en Heidelberg universiteit in Duitsland. Van hieruit werd het project overgenomen door het bedrijf Stability AI.

In tegenstelling tot andere bedrijven in de sector heeft Stability AI ervoor gekozen om de broncode en trainingsparameters vrij te geven aan het grote publiek. Hierdoor is het een van de weinige modellen die op een lokaal apparaat gedraaid kan worden, en dus niet enkel in de Cloud.

## Midjourney

---

Een gelijkaardig alternatief voor DALL-E is Midjourney. Het programma werd ontwikkeld door het gelijknamige bedrijf Midjourney. Het model is nog steeds in beta-testing, wat wil zeggen dat het al getest kan worden door gebruikers maar nog niet officieel uitgebracht is.

### 3.3.3. Text-to-Video AI

---

Een uitbreiding op text-to-image modellen zijn text-to-video modellen. Deze modellen zijn heel gelijkaardig omdat video eigenlijk gewoon een aaneenschakeling van afbeeldingen is. Dit vraagt uiteraard veel meer rekenkracht omdat er meerdere afbeeldingen moeten gegenereerd worden, maar zorgt ook voor extra complexiteit.

Waar een afbeelding een vrijstaand iets is, moet er bij een video rekening gehouden worden met continuïteit. Dit houdt in dat bijvoorbeeld objecten niet zomaar mogen verdwijnen of een andere kleur aannemen. Dit maakt dat video genereren een pak moeilijker is dan afbeeldingen. Toch zijn er al enkele indrukwekkende toepassingen die dit realiseren.

## **Sora**

---

Sora is een text-to-video model dat ontwikkeld wordt door OpenAI. In februari 2024 publiceerde OpenAI enkele indrukwekkende resultaten die het bereikt had met Sora. Op heden is Sora helaas nog niet beschikbaar voor het grote publiek.

## **Lumiere**

---

Lumiere is Google's AI-video model. Ook Lumiere is nog in ontwikkeling en dus niet open voor het publiek. Google claimt dat Lumiere niet enkel een model voor tekst-to-video is, maar ook bestaande afbeeldingen kan tot leven brengen en bestaande video's kan aanpassen naar wens. Google profileert Lumiere dan ook voor een deel als een videobewerkingsprogramma.

## **Imagen Video**

---

Imagen Video is ook een model dat ontwikkeld werd door Google. Het is echter slechts een uitbreiding op hun text-to-image model imagen. Het model is niet bedoeld voor gebruik door het publiek.

## **Invideo AI**

---

Invideo AI is een heel andere soort AI-video programma dat wel beschikbaar is voor het publiek. Bij andere voorbeelden zoals Sora worden er steeds compleet nieuwe en unieke beelden gegenereerd. Invideo AI maakt daarentegen gebruik van bestaande 'stock' video's, het genereert dus geen nieuwe beelden.

Het programma gebruikt de stockvideo's om een verhaal te creëren op basis van de wensen van de gebruiker. Het programma kiest passende video's uit en monteert deze achter elkaar. Het programma schrijft ook een script dat wordt voorgelezen door een AI-stem.

Dit programma is vooral gericht op het maken van reclamevideo's of social media posts.

## **DeepBrain AI**

---

DeepBrain AI is een alternatief voor Invideo AI. Het programma gebruikt echter geen stockvideo's, maar een combinatie van een presentatie en een AI-avatar. Het resultaat is dan ook een video die overduidelijk gegenereerd is door AI.

### 3.3.4. Andere toepassingen

---

AI wordt daarnaast gebruikt in tal van andere toepassingen, zoals virtuele assistenten en medische toepassingen.

#### Virtuele assistent

---

Virtuele assistenten zijn AI-modellen die gericht zijn op het assisteren van de gebruiker bij dagdagelijkse taken. Voorbeelden hiervan zijn Google Assistent, Amazon Alexa en Siri op Apple-apparaten. Deze modellen zijn goed in het opvolgen van eenvoudige instructies zoals het in- en uitschakelen van lampen of het opbellen van contacten.

#### Recommendation Engines

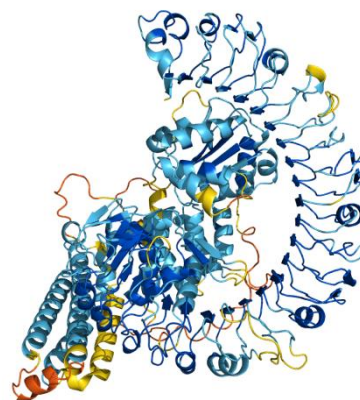
---

Recommendation engines zijn commerciële AI-modellen die producten aanraden op basis van de geschiedenis en gewoonten van de gebruiker. Dit soort modellen wordt bijvoorbeeld gebruikt om gepersonaliseerde advertenties aan te bieden op Facebook, relevante video's aan te raden op Youtube of om aangepaste afspeellijsten voor te stellen op Spotify.

#### Medische toepassing

---

Een voorbeeld van een medische toepassing van AI is AlphaFold. AlphaFold is een afgeleid model van het model AlphaGo, dat de regerende wereldkampioen Go heeft verslaan. AlphaFold speelt echter geen spelletjes, maar voert belangrijk medisch onderzoek uit. Het model is namelijk ontworpen om structuren van eiwitten te voorspellen. Deze voorspellingen helpen onderzoekers om ziektes sneller te bestrijden. AlphaFold werd onder andere ingezet in de strijd tegen het SARS-CoV-2 virus dat verantwoordelijk was voor de COVID-19 pandemie.



**Figuur 17: Proteïne uit AlphaFold Database**

#### Zoekmachines

---

Ook zoekmachines zoals Google Search en Bing van Microsoft maken gebruik van gespecialiseerde AI-modellen om snel relevante resultaten voor zoekopdrachten te bepalen. Deze vorm van AI wordt hiervoor al jaren toegepast.

Zowel Google als Microsoft werken momenteel aan de integratie van AI-chatbots in hun zoekmachines. Dit houdt in dat een AI-chatbot de resultaten van een zoekopdracht samenvat en er relevante informatie uithaalt.



### 3.4. AI-detectie

---

Heel wat universiteiten en hogescholen beschouwen het gebruik van AI, bijvoorbeeld in een bachelorproef zoals deze, als fraude. Deze instellingen moesten dan ook op zoek naar manieren om te bepalen of een tekst al dan niet geschreven is door AI.

Een belangrijke kanttekening is dat het gebruik van AI niet onder plagiaat valt en dus expliciet moet verboden worden door deze instelling vooraleer er over fraude kan gesproken worden.

Om tegemoet te komen aan de vraag van de universiteiten en hogescholen werden tal van AI-detectoren ontwikkeld. Een AI-detector is in essentie een AI-model dat probeert in te schatten of het een bepaalde tekst zelf zou kunnen geschreven hebben. Hiervoor kijkt het model naar 2 aspecten. Ten eerste kijkt het naar hoe voorspelbaar een tekst is, menselijke teksten zijn vaak minder voorspelbaar dan AI-teksten. Ook kijkt het hoe gevarieerd de zinsbouw is, menselijke teksten zijn vaak onregelmatig terwijl AI-teksten vaak een vast stramien volgen.

AI-detectoren bepalen de kans dat een tekst gegenereerd is door AI en drukken dit uit in een percentage. Een score van 0% betekent dat de tekst zonder twijfel menselijk is, terwijl een score van 100% betekent dat de tekst zonder twijfel door AI geschreven is. Scores van 0 of 100% komen echter nauwelijks voor. In andere gevallen geeft de detector eigenlijk aan dat de kans bijvoorbeeld 59% is dat de tekst door AI geschreven is. Dit wil dus ook zeggen dat er 41% kans is dat de tekst geschreven is door een mens.

AI-detectoren zijn dus geen sluitend bewijs van het gebruik van AI, maar kunnen wel een aanwijzing zijn. Het is dus ook niet te verantwoorden om iemand te beschuldigen van fraude louter op basis van het resultaat van de detector-test.

## 3.5. Toekomst van AI

---

AI is een competitieve en snel evoluerende sector. Dit maakt het moeilijk om te voorspellen waar de technologie zal staan in pakweg 5 jaar. Toch zijn er enkele veelbelovende technieken die in de toekomst enorme stappen in AI met zich mee zouden kunnen brengen.

### 3.5.1. Quantum Computing

---

Het onderzoeksveld rond *quantum computing* is een van de meest geanticiperde en veelbelovende onderzoeksvelden in de moderne computerwetenschappen.

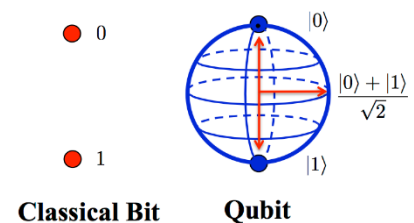
Digitale computers zijn gebaseerd op chips met een enorm aantal transistoren. Een transistor is een soort elektronische schakelaar die 2 toestanden kan hebben, aan of uit. Daarom zijn deze computers gebaseerd op binaire data bestaande uit combinaties van 1 (aan) en 0 (uit). Elke transistor kan dus 1 bit aan gegevens opslaan of verwerken.

Kwantumcomputers maken gebruik van het principe van superpositie om gegevens op te slaan. Bepaalde eigenschappen van fysieke deeltjes zijn onbepaald totdat ze waargenomen worden. Voorbeelden hiervan zijn de spin van elektronen en de polarisatie van een foton. Dit concept vormt de basis van de kwantummechanica. Onderstaande analogie probeert dit concept aanschouwelijk te maken.

Veronderstel dat men een dobbelsteen heeft met 6 vlakken. De dobbelsteen is speciaal omdat er op 5 van de 6 vlakken de waarde 1 staat. Op het andere vlak staat de waarde 0. Er is dus een 5 op 6 kans dat men met de dobbelsteen 1 werpt en 1 op 6 kans dat men 0 werpt.

Men werpt deze dobbelsteen maar verbergt het resultaat door een beker over de dobbelsteen te plaatsen. Op dat moment bevindt de dobbelsteen zich in een superpositie. De waarde op de dobbelsteen kan zowel 1 als 0 zijn, maar blijft onbekend totdat de beker verplaatst wordt. Door deze superpositie stelt de dobbelsteen een waarde voor tussen 0 en 1, bepaald door de kans op 1 en de kans op 0.

Een deeltje in superpositie dat gebruikt wordt om gegevens op te slaan noemt men een kwantumbit of qubit. Met deze qubits zouden complexere berekeningen mogelijk zijn die onmogelijk zijn voor klassieke digitale computers. De technologie zou een enorme sprong in rekenkracht kunnen betekenen.



**Figuur 18: Vergelijking tussen klassieke bit en qubit**

AI-toepassingen op kwantumcomputers zouden ongekennde mogelijkheden kunnen hebben. Het valt echter af te wachten hoe deze technologie evolueert.

### 3.5.2. Analog Computing

---

Analoge computers zijn computers die continue signalen gebruiken om informatie te verwerken in plaats van discrete bits zoals digitale computers. In het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw werden analoge computers beschouwd als de toekomst van computing, maar uiteindelijk nam de digitale computer de bovenhand.

In het nakende AI-tijdperk kunnen analoge computers mogelijks een comeback maken. Ze zijn namelijk energie-efficiënter, sneller in bepaalde berekeningen, beter schaalbaar en robuuster tegen fouten en ruis dan digitale computers. Bovendien zijn ze geïnspireerd op de werking van de menselijke hersenen, wat kan leiden tot nieuwe inzichten in AI-algoritmen.

Er zijn echter ook nadelen verbonden aan analoge computers. Ze zijn minder nauwkeurig dan digitale computers, moeilijker te programmeren en doorgaans groter en zwaarder. Ondanks deze uitdagingen is er heel wat onderzoek bezig naar het gebruik van analoge computers voor AI, met als doel energiezuinige, snelle en schaalbare AI-systemen te ontwikkelen.

De voordelen van analoge computers maken ze tot een aantrekkelijke optie voor de toekomst van AI. De komende jaren zullen er mogelijks meer toepassingen ontwikkeld worden waarin analoge computers een belangrijke rol spelen in het ontwikkelen van krachtigere en efficiëntere AI-systemen.

### 3.5.3. Augmented en Virtual Reality

---

Augmented Reality (AR) is een technologie waarbij de omgeving verrijkt wordt met digitale informatie. Dit wordt vaak bereikt met een AR-bril die de werkelijke omgeving weergeeft met een digitale laag er bovenop.

Virtual Reality (VR) gaat een stap verder en creëert een volledig nieuwe digitale omgeving. Ook dit wordt bereikt met een VR-bril die de gebruiker volledig afsluit van zijn directe omgeving en in een compleet andere virtuele omgeving plaatst.

Zowel AR als VR zijn technologieën die al een aantal jaren bestaan. Voorbeelden van producten zijn de Apple Vision Pro, Meta Quest 3 en PSVR2.

Integratie van AI met deze technieken heeft een enorm potentieel voor allerlei sectoren. In de eerste plaats uiteraard voor entertainment, maar ook het onderwijs kan hier voordelen uit halen. Denk hierbij aan virtuele wandelingen door oude Romeinse beschavingen of manipuleerbare 3D modellen van complexe moleculen. AI speelt een belangrijke rol bij het genereren van deze inhoud. AI-gegenereerde inhoud is sneller, goedkoper en meer op maat aanpasbaar dan inhoud die door mensen ontwikkeld worden. Ook kan AI ervoor zorgen dat virtuele werelden levendiger aanvoelen door allerlei personages te simuleren.

## 3.6. Kritiek

---

Ondanks het enorme potentieel krijgt AI sinds jaar en dag te maken met heel wat kritiek en argwaan vanuit verschillende kampen.

### 3.6.1. Doemscenario

---

In een toespraak aan de University of Cambridge in 2016 sprak professor Stephen Hawking als volgt over AI: “success in creating AI could be the biggest event in the history of our civilisation. But it could also be the last, unless we learn to avoid the risks.” Hiermee waarschuwt Hawking voor een scenario waarbij de mensheid de controle verliest over AI.

Hier gaat het dus over *general AI* of een *superintelligence* die volledig autonoom beslissingen kan nemen.

Het klinkt als een scenario voor een sciencefictionfilm, maar een hostiele overname door AI is een reëel risico. Hiervoor kan men een gedachtenexperiment uitvoeren waarbij dit doemscenario uitgedacht wordt.

Als er verondersteld wordt dat men er ooit zou in slagen om een AI-systeem te ontwikkelen dat de intelligentie van de mens overstijgt én dat de mogelijkheid heeft om zijn eigen onderliggend programma aan te passen, is het onmogelijk voor de ontwikkelaars om het AI-systeem nog ten gronde te begrijpen. Het systeem zou functioneren op een niveau dat voor mensen onbereikbaar is. Dit is op zich geen doemscenario, tenzij het systeem zich tegen de mensheid keert. Net omdat het systeem op een ongekend en onbereikbaar niveau zou functioneren is het onmogelijk te voorspellen hoe dit systeem verder zal evolueren. Op dat moment is de mens volledig de controle kwijt en overgelaten aan de intenties van de AI.

Een spontane reactie is om er letterlijk en figuurlijk ‘de stekker uit te trekken’, maar ook dat is geen garantie. Zo’n hypothetisch AI-systeem heeft de mogelijkheid om een soort virus-programma te creëren dat zijn invloed verspreid en zijn voortbestaan veiligstelt. Omdat deze AI de mens op elk vlak overstijgt zal het waarschijnlijk in staat zijn om elk soort cyberbeveiliging ontwikkeld door de mens te omzeilen. Het AI-systeem zou in een mum van tijd in staat zijn om kwetsbare apparaten overal ter wereld te besmetten en te gebruiken als bron van rekenkracht. De gevolgen hiervan zijn niet te overzien.

Uiteraard is dit een als-als-verhaal dat uitgaat van het slechts mogelijke scenario, maar het legt wel enkele mogelijke problemen bloot. Daarom is het noodzakelijk voor bedrijven om voorzichtig en doordacht te werk te gaan bij het ontwikkelen van nieuwe revolutionaire systemen.

### 3.6.2. Arbeidsmarkt

---

Anderen waarschuwen dan weer voor de impact die AI zou kunnen hebben op de arbeidsmarkt en de sociale stabiliteit van de samenleving. Voormalig Amerikaans presidentskandidaat Andrew Yang (2019) zei hierover: "Automation is no longer just a problem for those working in manufacturing. Physical labor was replaced by robots; mental labor is going to be replaced by AI and software." Hiermee waarschuwt Yang voor het massaal verdwijnen van jobs als gevolg van AI-ontwikkeling en de sociale crisis die dit zou veroorzaken.

Bepaalde beroepen zijn enorm kwetsbaar in het oog van een AI-revolutie. Zo zullen bijvoorbeeld vrachtwagen- en taxichauffeurs mogelijks op termijn vervangen worden door zelfrijdende AI-systemen. Ook administratieve beroepen staan in de vuurlinie.

Toch ziet niet iedereen het zo somber. HR-expert Bieke Huyst relateert het mogelijke banenverlies en spreekt over een eerder inhoudelijke verandering van jobs in een interview met HLN (Rosseel, 2024). Het beroep van accountant haalt ze aan als voorbeeld. Een accountant hoeft geen documenten meer op te vragen en te verwerken, maar kan zich nu meer focussen op adviesverlening. De inhoud van de job is dus veranderd, maar de job op zich is niet verdwenen.

### 3.6.3. Milieu-impact

---

Het ontwikkelen en gebruiken van AI-modellen verbruikt, op globaal niveau, enorme hoeveelheden energie. AI-systemen hebben nu eenmaal enorm veel rekenkracht nodig om te leren en om te functioneren. Deze rekenkracht is veelal afkomstig uit datacenters die heel wat energie vragen voor hun werking en koeling. Ook de productie van gespecialiseerde hardware voor deze datacenters is zeer energie-intensief. De productie van deze energie zorgt voor een uitstoot van broeikasgassen, wat bijdraagt aan klimaatsverandering.

De snelle ontwikkeling van nieuwe gespecialiseerde hardware draagt ook bij tot een toename van de elektronische afvalberg. Ook dit heeft aanzienlijke gevolgen voor het milieu.

Vooruitgang in AI-systemen zal mogelijk zorgen voor energie-efficiëntere technieken en ook investeringen in groene energie zouden een oplossing kunnen vormen voor dit probleem.

### 3.6.4. Intellectuele eigendom

---

Generatieve AI-systemen zoals ChatGPT worden ontwikkeld op basis van enorme hoeveelheden data, vaak afkomstig van het internet. Deze data zijn er vrij beschikbaar, maar de 'eigenaars' van de data hebben geen expliciete toestemming gegeven om dit te gebruiken in de ontwikkeling van de AI-modellen. Dit roept vooral vragen op wanneer de AI nieuwe, unieke werken genereert die duidelijk gebaseerd zijn op bestaande werken.

Veronderstel een AI-model dat alle boeken van J.R.R. Tolkien ter beschikking heeft om 'van te leren'. Dit model kan dan een nieuw, uniek boek schrijven dat volledig in de stijl is van Tolkien. Dit roept tal van vragen op. Wie is er in dit geval de schrijver van dit boek? Wie heeft recht op de auteursrechten? Mag dit boek zomaar uitgebracht worden zonder toestemming van de rechthouder van de originele boeken?

Dezelfde vragen stellen zich rond werken van kunstenaars, muzikanten en zelfs bij wetenschappelijk onderzoek. Dit zijn allemaal vragen waar de huidige wetgeving rond intellectueel eigendom geen passend antwoord op kan geven.

### 3.6.5. Fake news & deepfakes

---

Generatieve AI-systemen bieden een enorm potentieel voor ethisch verantwoorde toepassingen. Helaas geldt dit potentieel ook voor minder verantwoorde toepassingen. AI kan gebruikt worden om massaal verzonden nieuwsartikelen te schrijven en zo valse informatie te verspreiden. Deze desinformatie kan allerlei nefaste gevolgen hebben, van imagoschade tot indoctrinatie.

Ook deepfakes zijn een fenomeen dat we 'te danken' hebben aan AI. Dit zijn video's waar men, met behulp van AI, het gezicht van een andere persoon opplakt. De AI zorgt ervoor dat dit vals gezicht de mimiek van het originele gezicht overneemt, waardoor het heel moeilijk tot onmogelijk is om te verifiëren of de video al dan niet echt is.

Deze deepfakes stelt de maker in staat om een persoon, zonder de nodige toestemming te vragen, bijna letterlijk woorden in de mond te leggen. De maker kan deze video verspreiden als waarheid en ook zo valse informatie verspreiden met verstreckende gevolgen.



**Figuur 19: Deepfake van Jean-Luc Dehaene door CD&V**

Bovendien kan er door het bestaan van deze deepfakes geen enkel beeldmateriaal nog zonder enige twijfel voor waar aangenomen worden.

### 3.6.6. Transparantie en aansprakelijkheid

---

Een andere kritiek die ontwikkelaars van AI krijgen is een algemeen gebrek aan transparantie en duidelijkheid over aansprakelijkheid. De meeste AI-ontwikkelaars willen of kunnen niet zeggen welke specifieke data er gebruikt is om hun model te trainen en wat er zich onder de motorkap afspeelt. Dit doen ze vaak vanuit een concurrentieel oogpunt, maar zorgt voor onduidelijkheid voor de consument. Ook is het vaak onduidelijk wie aansprakelijk is in het geval van problemen. Stel dat een AI-systeem iemand helpt of overtuigt om een misdaad te begaan, is het onduidelijk of de ontwikkelaar hiervoor aansprakelijk gesteld kan worden.

In 2023 pleegde een Belgische man zelfmoord na gesprekken met een AI-chatbot. Volgens zijn weduwe zou de chatbot zijn negatieve denkpatronen versterkt hebben en hem hebben aangezet tot zelfdoding (Lovens, 2023). Er bestaat op dit moment geen wettelijk kader om dit soort zaken te berechten.

Er zijn tal van legale onduidelijkheden over deze aansprakelijkheid. Naar de toekomst toe is het dan ook wenselijk dat er een uitgebreide, liefst internationale, wettelijke omkadering komt voor alle aspecten van AI.

## 4. AI-gerelateerde vaardigheden

---

Uit het enquêteonderzoek blijkt dat een gebrek aan kennis over AI veel leerkrachten tegenhoudt om AI meer te gebruiken. In het vorige hoofdstuk werd deze kennis al wat bijgeschaafd. Het is natuurlijk ook belangrijk om deze kennis te kunnen inzetten in de praktijk. Daarvoor moet men dus ook over de nodige vaardigheden beschikken.

In dit hoofdstuk worden enkele vaardigheden onderzocht die essentieel zijn om AI-toepassingen optimaal te gebruiken. Het gaat hierbij zowel over basis computervaardigheden als over AI-specifieke vaardigheden.



## 4.1. Digitale geletterdheid

---

Een basisniveau van digitale geletterdheid is een vereiste om aan de slag te kunnen gaan met AI-toepassingen. Iedereen die AI wil gebruiken zou moeten in staat zijn om op een veilige, verantwoorde en efficiënte manier om te gaan met digitale technologieën. Digitale geletterdheid wordt gekarakteriseerd door 4 sleutelcompetenties.

### 4.1.1. Informatievaardigheden

---

De sleutelcompetentie informatievaardigheden heeft betrekking op het opzoeken, evalueren en gebruiken van digitale informatie. Om betrouwbare en relevante informatie te vinden op het internet, digitale bibliotheken of databases moet men in staat zijn om deze digitale bronnen te beoordelen naar waarde. Een manier om bronnen te beoordelen is de CRAAP-test.

#### CRAAP-test

---

CRAAP is een Engelstalig acroniem dat staat voor '*Currency, Relevance, Authority, Accuracy and Purpose*'. Een CRAAP-test bestaat er dus uit om de belangrijkste aspecten voor de betrouwbaarheid van een digitale bron te onderzoeken.

Met *currency* doelt men op hoe recent een bron is, het is aan de tester om te bepalen of een bron recent genoeg is of niet. Dit kan sterk verschillen over verschillende onderwerpen. Een bron van 2 jaar geleden over leerstrategieën kan nog betrouwbaar zijn, terwijl een bron van 2 jaar geleden over AI ondertussen al volledig achterhaald kan zijn.

*Relevance* heeft betrekking op hoe relevant een bron is voor het onderwerp. Hiervoor moet men nagaan of de bron toepasbaar is binnen de context. Een onderzoek naar de staat van het onderwijs dat afgenomen is in de Verenigde Staten zal bijvoorbeeld niet relevant zijn voor het onderwijs in Vlaanderen.

*Authority* gaat over welke autoriteit de auteur heeft om over een specifiek onderwerp te schrijven. Een leerkracht economie heeft de nodige autoriteit om een artikel te schrijven over de gevolgen van de economische crisis van 2008, een leerkracht frans heeft dat niet. Ook de onpartijdigheid van de auteur moet gecontroleerd worden, men moet nagaan of deze persoonlijke voordelen heeft aan het verspreiden van deze informatie en of er sprake is van een gesponsord artikel.

*Accuracy* gaat over de nauwkeurigheid en juistheid van de inhoud. Dit kan bepaald worden door eventuele onderliggende bronnen te onderzoeken. Men kan nagaan of de informatie ondersteund wordt door concrete bewijzen en of deze informatie strookt met de informatie van andere bronnen.

Tot slot wordt ook de *purpose* oftewel het doel onderzocht. Dit heeft te maken met de intenties van de auteurs. Is de tekst effectief bedoeld om te informeren of gaat het over een opiniestuk. Misschien zijn er onderliggende politieke of religieuze motieven, etc.

Het uitvoeren van een CRAAP-test kan helpen om betrouwbare informatie te verzamelen via digitale bronnen.

#### 4.1.2. Mediawijsheid

---

Een andere sleutelcompetentie van digitale geletterdheid is mediawijsheid. Hiermee wordt er bedoeld dat men op een kritische manier kan omgaan met alle vormen van media.

Men kan media categoriseren als zijnde gedrukte, audiovisuele of digitale media en deze kunnen gericht zijn op het brede publiek of net een niche doelgroep. Ook de functie van de media is van belang, media kan gericht zijn op informatie verschaffen, het kan bedoeld zijn als entertainment of het kan overtuigende media zijn. Tot slot is het ook belangrijk om in te schatten wie de eigenaar is van de media. Het kan gaan over publieke media die eigendom is van een overheid, commerciële media die eigendom is van private bedrijven en zelfstandige media die onafhankelijk zijn en geen winstoogmerk hebben.

Deze competentie is inhoudelijk heel gelijkaardig aan deze van informatievaardigheden, maar richt zich vooral op informatie en bronnen die men 'organisch' tegenkomt in het dagelijkse leven of op het internet. Op dit moment is men dus niet specifiek op zoek naar informatie. Bovendien zal men ook geen volledige CRAAP-test uitvoeren elke keer men bijvoorbeeld iets interessants tegenkomt op sociale media.

Mediawijsheid is dus meer het innemen van een kritische ingesteldheid tegenover alles wat men tegenkomt in de media. Men neemt dus niets zomaar voor waar aan.

#### 4.1.3. Computationeel denken

---

Computationeel denken is op het eerste gezicht een vaardigheid voor programmeurs en computerwetenschappers, maar ook 'gewone' computergebruikers kunnen baat hebben bij een basisbegrip van computationeel denken.

Computationeel denken is eigenlijk ook probleemoplossend en logisch denken. Het stimuleert het denken in oorzaak-gevolgverbanden en helpt mensen om complexe problemen op een gestructureerde en efficiënte manier op te lossen. Daarnaast is het maken en begrijpen van abstracties een belangrijke vaardigheid. Een computergebruiker moet beseffen dat deze computer een machine is die strikte instructie opvolgt. Een computer doet altijd exact wat je hem vraagt, het is aan de gebruiker om hem de juiste 'vragen' te stellen om tot het beoogde resultaat te komen.

Vraag een ICT-expert om een computer gerelateerd probleem op te lossen en hij of zij zal hoogstwaarschijnlijk vragen of men het apparaat of programma al eens opnieuw opgestart heeft. De expert zegt dit niet om u af te schepen, maar wel omdat hij of zij de onderliggende werking van een computer goed begrijpt. Een computersysteem is namelijk heel goed in het volgen van strikte instructies, maar om allerlei redenen kan het systeem vast komen te zitten. Het systeem herstarten lost het probleem vaak op omdat het systeem opnieuw de instructies van vooraf aan kan volgen.

Men kan dit vergelijken met een kind dat heel goed de weg van thuis naar school kent. Dit kind kan zonder problemen alleen van thuis naar school wandelen omdat het op elk kruispunt weet welke richting hij of zij uit moet gaan. Wanneer dit kind echter per ongeluk ergens een verkeerde afslag neemt en terechtkomt op een plaats die hij of zij niet kent zal het kind verdwaald raken en de weg naar school niet vinden. Een eenvoudige oplossing zou zijn om het kind terug te brengen naar huis, want vanaf daar kent het wel de weg.

Het begrijpen van de abstractie die men moet maken om een computersysteem te bouwen is dus een heel handige tool voor het oplossen van problemen met computersystemen.

#### **4.1.4. ICT-basisvaardigheden**

---

Uiteraard zijn enkele minimum ICT-vaardigheden nodig om te kunnen spreken van digitale geletterdheid. Deze vaardigheden bevatten basiszaken zoals het gebruiken van een toetsenbord en muis, basisnavigatie in het besturingssysteem (zoals Windows 11 of macOS), en het gebruik van software zoals een browser, tekstverwerker, etc.

#### **4.1.5. Passende houding**

---

Iemand die zichzelf als digitaal geletterd beschouwd hoort ook een passende houding aan te nemen tegenover allerlei technologie. Computers, smartphones, tablets, etc. evolueren aan een enorm snel tempo. Daarom is het belangrijk voor gebruikers om zich open te stellen voor vernieuwing en continu bij te leren over nieuwe ontwikkelingen, zoals AI.

#### **4.1.6. Digitale geletterdheid en AI**

---

Digitale geletterdheid is een vereiste als men AI op een verantwoorde manier wil gebruiken. De nadruk hier ligt op 'verantwoord', want men kan AI ook gebruiken als men onvoldoende digitaal geletterd is.

Dit brengt echter heel wat risico's met zich mee. Als men niet in staat is om informatie op een verantwoorde manier te verzamelen en beoordelen, dan kan men ook onmogelijk de capaciteiten van een AI-model naar waarde schatten. Wanneer men niet weet dat computers instructie gestuurde machines zijn kan men ook niet begrijpen wat de mogelijkheden en beperkingen van AI-systemen zouden kunnen zijn.

## 4.2. Prompt engineering

---

Prompt engineering is ongetwijfeld de belangrijkste vaardigheid voor gebruikers van AI-systemen. Dit is een compleet nieuwe vaardigheid die specifiek dient om optimale resultaten te halen uit NLP-modellen. Onder *prompt engineering* verstaat men het ontwerpen en creëren van instructies voor AI-modellen zoals ChatGPT en Gemini.

### 4.2.1. Belang

---

Deze vaardigheid is enorm belangrijk omdat het rechtstreeks bepaalt hoe waardevol de conversaties met een AI-chatbot zullen zijn. Ook AI-systemen zijn computersystemen die instructie gestuurd werken. Daarom is het van belang om de systemen te voorzien van gedetailleerde, uitgebreide en gerichte instructies. Hoe minder informatie het AI-systeem heeft, hoe meer assumpties het zal maken. Deze assumpties zullen ervoor zorgen dat het antwoord minder aansluit bij wat de gebruiker ervan verwacht.

### 4.2.2. Tips

---

Met onderstaande tips kunnen gebruikers, zoals leerkrachten en leerlingen, AI-chatbots effectiever inzetten. Door duidelijke taal te gebruiken, specifieke vragen te stellen, context te creëren, te experimenteren, iteratief te werken en resultaten te vergelijken, kunnen leerkrachten de kracht van AI-chatbots benutten om boeiende en leerzame leerervaringen te creëren.

#### Gebruik duidelijke, beknopte taal

---

Formuleer vragen in korte, duidelijke zinnen. Vermijd vage taal en jargon. Zorg ervoor dat de vraag gericht is op een specifiek onderwerp of aspect.

<b>DON'T</b>	<b>DO</b>
<i>Kan je me wat vertellen over kernfusie?</i>	<i>Wat zijn de voordelen van energieopwekking met kernfusie?</i>
Dit is een te brede en vage vraag. De chatbot weet niet waar je precies naar op zoek bent en kan hierdoor een irrelevant of overweldigend antwoord geven.	Deze vraag is gericht en duidelijk, waardoor de chatbot een gericht en nuttiger antwoord kan geven.

## Wees specifiek

---

Specificeer vragen om gerichtere en nuttigere antwoorden te krijgen. Ga verder dan simpele feiten en vraag om analyses of vergelijkingen.

<b>DON'T</b>	<b>DO</b>
<i>Wat is groene energie?</i>	<i>Vergelijk de voor- en nadelen van groene energie met grijze energie.</i>
De chatbot kan deze vraag wellicht beantwoorden, maar het geeft je geen diepgaander inzicht.	Deze vraag is specifieker en daagt de chatbot uit om meer diepgaande informatie te verstrekken.

## Schep context

---

Geef de chatbot relevante context om zijn antwoorden op af te stemmen. Dit kan door achtergrondinformatie te geven zoals doelgroep, opmaak, doel, etc.

<b>DON'T</b>	<b>DO</b>
<i>Ontwerp een spel over gereedschappen.</i>	<i>Ontwerp een spel over gereedschappen dat gebruikt kan worden in een les Techniek in het tweede middelbaar. Het spel duurt ongeveer 30 minuten. Het doel van het spel is om op een speelse wijze bij te leren over de gereedschappen die aanwezig zijn in een technieklokaal.</i>
De chatbot ontwerpt een waardevol spel, maar het kiest zelf de doelgroep van het spel. Het resultaat is niet afgestemd op de specifieke context waarin men het spel wil gebruiken	Deze vraag geeft context en zorgt ervoor dat het spel aangepast zal zijn aan de doelgroep, lesdoelen en leerinhouden. Het spel is dan ook beter geschikt om te gebruiken in de les.

## Experimenteer

---

Stap uit je comfortzone en experimenteer met verschillende vragen. Zo leer je de chatbot optimaal te gebruiken en haal je er het meeste uit.

<b>DON'T</b>	<b>DO</b>
<i>Steeds dezelfde vragen op dezelfde manier stellen.</i>	<i>Varieer je vragen in formulering, complexiteit en focus. Probeer verschillende vraagtypen en experimenteer met creatieve vragen.</i>
Door altijd hetzelfde te doen, leer je niets nieuws en beperk je de mogelijkheden van de chatbot.	Door te experimenteren leer je de mogelijkheden van de chatbot beter kennen en vind je nieuwe manieren om waardevolle informatie te verkrijgen.

## Iteratief werken

---

Gebruik de antwoorden van de chatbot als springplank voor verdere verkenning. Stel vervolgvragen om details te preciseren of om nieuwe invalshoeken te belichten.

<b>DON'T</b>	<b>DO</b>
<i>Een vraag stellen en genoeg nemen met het eerste antwoord, ongeacht of het bevredigend is.</i>	<i>Evalueer het antwoord van de chatbot en stel vervolgvragen om de informatie te verduidelijken of te verdiepen.</i>
De chatbot kan fouten maken of onvolledige antwoorden geven.	Door iteratief te werken verfijn je je vragen en benadruk je de leerdoelen.

## Vergelijk resultaten

---

Gebruik de chatbot als een hulpmiddel, maar verifieer en verrijk de verkregen informatie altijd met andere bronnen.

<b>DON'T</b>	<b>DO</b>
<i>Slechts één chatbot gebruiken en de resultaten niet vergelijken met andere bronnen.</i>	<i>Vergelijk de antwoorden van de chatbot met die van andere betrouwbare bronnen, zoals leerboeken, websites of experts.</i>
Dit beperkt je perspectief en kan leiden tot onjuiste of onvolledige informatie.	Door te vergelijken bekritiseer je de informatie en verifieer je de accuraatheid ervan.

## 5. Mogelijkheden van AI in het onderwijs

---

De leerkrachten in het enquêteonderzoek geven aan dat ze AI voornamelijk gebruiken voor het personaliseren van leermaterialen. Daarnaast wordt het ook regelmatig gebruikt voor het stimuleren van creativiteit en kritisch denken. Naast deze 2 toepassingen zijn er nog heel wat manieren waarop AI kan worden ingezet in het onderwijs.

In dit hoofdstuk worden dan ook enkele mogelijkheden van AI in het onderwijs besproken. Deze mogelijkheden worden opgesplitst op drie niveaus, namelijk AI-toepassingen specifiek voor de leerkracht, voor de leerling, en voor de school.

Sommige toepassingen worden geïllustreerd met concrete voorbeelden. Voor deze voorbeelden wordt gefocust op openbare chatbots die voor iedereen beschikbaar zijn, namelijk Gemini en ChatGPT. De voorbeelden worden steeds in een kader weergegeven met eerst de prompt en vervolgens het antwoord van de chatbot. Leerkrachten kunnen deze prompts overnemen en aanpassen indien gewenst.

Andere toepassingen zijn op dit moment nog niet mogelijk, maar kunnen in de toekomst wel mogelijkheden bieden in het onderwijs. Het is belangrijk op te merken dat dit geen volledige opsomming is van alle mogelijke toepassingen, maar een bespreking van enkele interessante voorbeelden.

### 5.1. AI voor de leerkracht

---

AI-systemen kunnen door leerkrachten worden ingezet om allerlei administratieve taken geheel of deels te automatiseren. Leerkrachten kunnen zelf de afweging maken hoever ze hierin willen gaan. Door automatisering van taken komt er tijd vrij voor de leerkracht om de focus te verleggen op andere aspecten van het beroep.

#### 5.1.1. Opdrachten opstellen

---

Leerkrachten kunnen generatieve AI gebruiken om opdrachten op te stellen. Hierbij is het belangrijk om kritisch om te gaan met de resultaten die men krijgt. De leerkracht is steeds de eindverantwoordelijke en moet er dus voor zorgen dat de opdracht voldoet aan de nodige criteria. Dit kan men doen door duidelijke uitgebreide prompts te schrijven en deze aan te passen tot het beoogde resultaat bereikt is. Ook het stellen van gerichte vervolgvragen aan de chatbots kan nuttig zijn.

Op de volgende pagina staat een uitgewerkt voorbeeld met de chatbot Gemini van Google.



Stel een opdracht op voor het vak Techniek, op niveau van leerlingen in het tweede jaar van het secundair onderwijs in Vlaanderen. De opdracht moet gaan over het onderwerp overbrengingen. In de opdracht moet er een stukje praktijk zitten, een onderzoeksopdracht en een inzichtsvraag.



### **Overbrengingen: De kracht van tandwielen**

#### **Doel:**

In deze opdracht leer je over de werking van overbrengingen en ga je zelf een eenvoudig tandwielsysteem ontwerpen en bouwen. Je onderzoekt ook de relatie tussen de diameter van tandwielen en de overbrengingsverhouding.

#### **Materialen:**

- Karton of ander stevig papier
- Schaar
- Liniaal
- Potlood
- Tekenpen
- Prikkertjes
- Stuk touw of draad
- Eventueel: LEGO-tandwielen

#### **Opdracht:**

##### **1. Praktijk:**

- **Bouw een tandwielsysteem:**
  - Teken op karton of papier twee cirkels met verschillende diameters.
  - Verdeel de cirkels in een gelijk aantal gelijke partjes.
  - Teken op elke part een tandwieltand.
  - Knip de cirkels uit.
  - Maak in het midden van elke cirkel een gat.
  - Bevestig de tandwielen op een ondergrond (bijvoorbeeld een stuk karton) met prikkertjes.
  - Verbind de tandwielen met touw of draad.
  - Draai aan het ene tandwiel en observeer wat er gebeurt met het andere tandwiel.
- **Onderzoek:**
  - Experimenteer met verschillende tandwielcombinaties (verschillende diameters).
  - Noteer in een tabel hoeveel slagen het kleine tandwiel maakt als het grote tandwiel één slag maakt.
  - Bereken de overbrengingsverhouding voor elke combinatie.

##### **2. Onderzoek:**

- **Overbrengingsverhouding:**
  - Wat is de overbrengingsverhouding van een tandwielsysteem?
  - Hoe bereken je de overbrengingsverhouding?
  - Wat is de relatie tussen de diameter van tandwielen en de overbrengingsverhouding?



- Maak een grafiek waarin je de diameter van het kleine tandwiel uitzet tegen de overbrengingsverhouding.

### 3. Inzichtspraak:

- **Waarom worden overbrengingen gebruikt?**
  - Geef enkele voorbeelden van toepassingen van overbrengingen in de techniek en het dagelijks leven.
  - Wat zijn de voordelen van het gebruik van overbrengingen?

#### Extra:

- Ontwerp en bouw een meer complex tandwielsysteem met meerdere tandwielen.
- Onderzoek de werking van verschillende soorten overbrengingen, zoals wormwielen, kettingoverbrengingen en poeliesystemen.
- Maak een presentatie over je bevindingen.

#### Tips:

- Voor de jongere leerlingen kan je de opdracht vereenvoudigen door met minder tandwielen te werken of door LEGO-tandwielen te gebruiken.
- Voor de meer gevorderde leerlingen kan je de opdracht uitbreiden door hen te laten onderzoeken hoe ze met tandwielen een gewenste overbrengingsverhouding kunnen realiseren.

#### Beoordeling:

- De leerlingen worden beoordeeld op hun praktische vaardigheden, hun onderzoek naar de werking van overbrengingen en hun inzicht in de toepassingen van overbrengingen.

#### Nuttige links:

- <https://www.tandwielen.com/tandwielen-berekenen>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XI1m81gP3sM>
- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Tandwiel>

Mits enkele kleine aanpassingen is deze opdracht zeker bruikbaar en uitvoerbaar in een les. De praktijkopdracht is goed uitgelegd, maar de zinsbouw is niet altijd even duidelijk voor leerlingen. Een leerkracht zou deze opdracht dus best deels herschrijven. Ook kan het nuttig zijn om zelf een voorbeeld te tonen, zo hebben de leerlingen een beeld van het eindresultaat.

Hoe de leerkracht deze opdracht concreet inzet kan men zelf bepalen, men kan de opdracht volledig overnemen of men kan deze opdracht als basis of inspiratiebron gebruiken. Men kan natuurlijk ook rechtstreeks om inspiratie vragen aan de chatbot, dan zal deze geen uitgewerkte opdracht geven maar wel enkele mogelijkheden.

## 5.1.2. Toetsen opstellen

ChatGPT kan, met het GPT-4o model, ook documenten zoals pdf's lezen. Dit kunnen leerkrachten gebruiken om toetsen op te stellen gebaseerd op de cursus. Door de cursus te uploaden kan ChatGPT specifieke vragen opstellen over de geziene leerstof.

In onderstaand voorbeeld krijgt ChatGPT de opdracht om een toets op te stellen op basis van de cursus 'DOEZO – op dreef met techniek'. Het wordt ook gevraagd om een antwoordschema en puntenverdeling toe te voegen.



Stel een korte toets voor het vak Techniek op over het onderwerp overbrengingen op niveau van leerlingen uit het 2e jaar van het Vlaams secundair onderwijs. Stel minstens 1 open vraag. Baseer je hiervoor op dit document. Voorzie ook een antwoordsleutel en een puntenverdeling.



### Korte Toets Techniek - Overbrengingen (2e jaar Vlaams secundair onderwijs) Meerkeuzevragen

1. Bij een overbrenging met wrijvingswielen, als de drijver één omwenteling maakt, dan maakt de volger:
  - a) één omwenteling
  - b) minder dan één omwenteling
  - c) meer dan één omwenteling
2. Bij een tandwieloverbrenging met drie tandwielen heeft het tussentandwiel invloed op het toerental van de volger:
  - a) Ja
  - b) Nee
3. Bij een kettingoverbrenging met twee tandwielen is de draaizin:
  - a) verschillend
  - b) gelijk
4. Het wrijvingswiel met het hoogste toerental heeft de:
  - a) kleinste diameter
  - b) grootste diameter
5. Een overbrenging waarbij de volger een hoger toerental heeft dan de drijver noem je een:
  - a) vertraging
  - b) versnelling
6. Bij een overbrenging met wrijvingswielen is slip:
  - a) wel mogelijk
  - b) niet mogelijk

#### Open Vraag

Beschrijf wat er gebeurt met het toerental en de draaizin bij een kettingoverbrenging als de drijver meer tanden heeft dan de volger. Leg ook uit waarom dit zo is.

#### Antwoordsleutel en Puntenverdeling

##### Meerkeuzevragen

1. **b) minder dan één omwenteling - 1 punt**  
(Omdat de volger een grotere diameter heeft, maakt deze minder omwentelingen dan de drijver bij een volledige omwenteling van de drijver).
2. **b) Nee - 1 punt**  
(Een tussentandwiel heeft geen invloed op het toerental van de volger, enkel op de richting).

**3. b) gelijk - 1 punt**  
(Bij een kettingoverbrenging draaien de tandwielen in dezelfde richting).

**4. a) kleinste diameter - 1 punt**  
(Het wiel met de kleinste diameter draait sneller).

**5. b) versnelling - 1 punt**  
(De volger draait sneller dan de drijver).

**6. a) wel mogelijk - 1 punt**  
(Bij wrijvingswielen kan er slip optreden).

**Open Vraag**

**Open antwoord - maximaal 4 punten**

**Toerental:** Het toerental van de volger is hoger dan dat van de drijver. Dit komt omdat de volger minder tanden heeft, en dus sneller moet draaien om bij elke omwenteling van de drijver dezelfde afstand af te leggen. **(2 punten)**

**Draaizin:** De draaizin blijft hetzelfde als beide tandwielen door een ketting verbonden zijn en in dezelfde richting draaien. **(1 punt)**

**Uitleg:** Omdat de tandwielen in elkaar grijpen, moet de volger sneller draaien als deze minder tanden heeft dan de drijver om de ketting bij te houden. **(1 punt)**

**Totale puntenverdeling: 10 punten**

**Meerkeuzevragen: 6 punten (6 vragen x 1 punt)**

**Open vraag: 4 punten**

Een score van 6 punten of meer wordt als voldoende beschouwd.


De toets ziet er op het eerste gezicht goed opgesteld uit, maar het is belangrijk om elke vraag te controleren op inhoud. Zo is vraag 1 niet correct gesteld, want er is geen sprake van de diameter van de drijver en volgers, dus kan het aantal omwentelingen niet bepaald worden. Opmerkelijk is dat de uitleg bij de antwoordsleutel wel correct is. Een kleine aanpassing in de vraagstelling is dus voldoende om deze vraag te behouden.

De rest van de vragen zijn wel correct gesteld en ook het voorgestelde antwoord is correct. Deze toets zou effectief kunnen ingezet worden in de klas.


### 5.1.3. Toetsen verbeteren

Voor het verbeteren van meerkeuzevragen is er uiteraard geen AI-interactie nodig. Er zijn tal van programma's, zoals bookwidget, die meerkeuzevragen automatisch verbeteren. Voor het verbeteren van open vragen kan AI wel ingezet worden.

In onderstaand voorbeeld wordt de open vraag uit de toets over overbrengingen op enkele verschillende manieren beantwoord en krijgt de AI de opdracht om deze antwoorden te verbeteren en een score toe te kennen. Omdat dit plaatsvindt in het voortgezet gesprek over de toets, kan de AI deze context gebruiken om zich te baseren op zijn eigen antwoordschema.



Verbeter en geef een score op 4 punten aan deze antwoorden op de open vraag (vraag 7).  
Leerling 1: De drijver zal een hoger toerental hebben en dezelfde draaizin als de volger.  
Leerling 2: De volger en de drijver hebben dezelfde draaizin. De volger heeft een lager toerental dan de drijver.  
Leerling 3: Het toerental van de tandwielen is gelijk, ze hebben wel een verschillende draaizin. Dit komt omdat de tanden in elkaar haken.  
Leerling 4: De tandwielen hebben dezelfde draaizin omdat ze in elkaar grijpen.



**Beoordeling van de Open Vraag (Vraag 7)**  
**Leerling 1**  
**Antwoord:** "De drijver zal een lager toerental hebben en dezelfde draaizin als de volger."  
**Beoordeling:**

- **Toerental:** Correct. De drijver heeft een lager toerental als de volger meer tanden heeft. (2 punten)
- **Draaizin:** Correct. De draaizin is hetzelfde. (1 punt)
- **Uitleg:** Ontbreekt. (0 punten)

**Score:** 3/4 punten

**Leerling 2**  
**Antwoord:** "De volger en de drijver hebben dezelfde draaizin. De volger heeft een hoger toerental dan de drijver."  
**Beoordeling:**

- **Toerental:** Correct. De volger heeft een hoger toerental dan de drijver. (2 punten)
- **Draaizin:** Correct. De draaizin is hetzelfde. (1 punt)
- **Uitleg:** Ontbreekt. (0 punten)

**Score:** 3/4 punten

**Leerling 3**  
**Antwoord:** "Het toerental van de tandwielen is gelijk, ze hebben wel een verschillende draaizin. Dit komt omdat de tanden via een ketting verbonden zijn."  
**Beoordeling:**

- **Toerental:** Incorrect. Het toerental van de tandwielen is niet gelijk; de volger heeft een hoger toerental. (0 punten)
- **Draaizin:** Incorrect. De draaizin is hetzelfde bij een kettingoverbrenging. (0 punten)
- **Uitleg:** Incorrect. De uitleg over de ketting klopt niet in relatie tot de draairichting en het toerental. (0 punten)

**Score:** 0/4 punten

ARTIFICIËLE INTELLIGENTIE IN HET ONDERWIJS

Mogelijkheden van AI in het onderwijs | 51

**Leerling 4**

**Antwoord:** "De tandwielen hebben dezelfde draaizin omdat ze in elkaar haken."

**Beoordeling:**

- **Toerental:** Ontbreekt. Geen informatie over het toerental. (0 punten)
- **Draaizin:** Correct. De draaizin is hetzelfde. (1 punt)
- **Uitleg:** Incorrect. De uitleg is niet correct voor kettingoverbrenging, maar zou wel kloppen voor tandwielen zonder ketting. (0 punten)

**Score:** 1/4 punten

**Samenvatting van Scores**

- Leerling 1: 3/4 punten
- Leerling 2: 3/4 punten
- Leerling 3: 0/4 punten
- Leerling 4: 1/4 punten

Opnieuw lijkt de beoordeling en score op het eerste gezicht correct maar is het nodig om dit inhoudelijk toch te controleren. In dit geval is de beoordeling en score volledig correct en onderbouwd. Het model houdt ook op een correcte manier rekening met de verschillende manieren waarop een antwoord geformuleerd kan zijn en interpreteert dit op een correcte manier.

Opnieuw is het aan de leerkracht om te bepalen hoe men dit effectief wil inzetten. Punten automatisch laten bepalen door AI kan een grote impact hebben wanneer er iets fout loopt. Een leerkracht kan beslissen om de verbetering door de AI volledig zelf te overlopen en te controleren op fouten, maar men kan er ook voor kiezen om deze verantwoordelijkheid bij de leerlingen te leggen. Men kan afspreken dat leerlingen altijd de kans krijgen om hun punten te betwisten en deze te laten herzien door de leerkracht. Dit kan als bijkomend voordeel hebben dat leerlingen hun toets achteraf beter bestuderen en hun fouten analyseren.

Een belangrijke afspraak hierbij is hoe men omgaat met onterecht toegekende punten, wanneer de AI een foutief antwoord toch goedkeurt. Wanneer men hier geen afspraken over maakt en de leerling verliest hierdoor plots punten, kan dit voor frustratie en conflicten zorgen.

## 5.1.4. Feedback geven

Als men AI inzet om toetsen te verbeteren, kan men deze ook inzetten om concrete gepersonaliseerde feedback te geven aan de leerlingen over hun toets.

In onderstaand voorbeeld wordt er aan de AI gevraagd om feedback te geven aan de 4 fictieve leerlingen. Dit wordt gevraagd in hetzelfde gesprek als de voorgaande voorbeelden.

Geef elke van deze leerlingen persoonlijke feedback op hun resultaat.



**Feedback voor de leerlingen**  
**Leerling 1**  
Score: 3/4 punten

**Feedback:** Goed gedaan! Je hebt correct aangegeven dat de drijver een lager toerental heeft dan de volger en dat ze dezelfde draaizin hebben. Dit toont aan dat je de basisprincipes van kettingoverbrengingen goed begrijpt. Om de volle punten te behalen, zou het goed zijn om ook uit te leggen waarom dit zo is. Bijvoorbeeld: "Omdat de volger minder tanden heeft dan de drijver, moet de volger sneller draaien om de ketting bij te houden."

**Leerling 2**  
Score: 3/4 punten

**Feedback:** Prima werk! Je hebt correct aangegeven dat de volger een hoger toerental heeft dan de drijver en dat ze dezelfde draaizin hebben. Dit laat zien dat je de werking van kettingoverbrengingen goed begrijpt. Voor een volledige score zou je nog kunnen toevoegen waarom dit zo is. Bijvoorbeeld: "Omdat de volger minder tanden heeft dan de drijver, moet de volger sneller draaien om de ketting bij te houden."

**Leerling 3**  
Score: 0/4 punten

**Feedback:** Het lijkt erop dat je wat moeite hebt met het begrijpen van het toerental en de draaizin bij kettingoverbrengingen. De volger en de drijver hebben niet hetzelfde toerental; de volger heeft een hoger toerental als deze minder tanden heeft dan de drijver. Ook draaien de tandwielen in dezelfde richting bij een kettingoverbrenging. Het kan helpen om nog eens te kijken naar hoe de tandwielen en kettingen samenwerken. Blijf oefenen, je kunt het!

**Leerling 4**  
Score: 1/4 punten

**Feedback:** Je hebt correct aangegeven dat de tandwielen dezelfde draaizin hebben, wat goed is! Echter, je hebt niets vermeld over het toerental. Bij een kettingoverbrenging zal de volger een hoger toerental hebben dan de drijver als de volger minder tanden heeft. Probeer ook uit te leggen waarom dit zo is in je antwoorden. Blijf je inzetten, je bent op de goede weg!


De AI vermeldt duidelijk wat de leerlingen goed gedaan hebben. Daarnaast zegt het ook wat de leerlingen hadden kunnen doen om een hogere score te halen. De feedback houdt ook voldoende rekening met het emotionele aspect van de boodschap. Bij leerlingen met een goed resultaat wordt dit positief bevestigd, leerlingen met een minder goed resultaat worden aangemoedigd om het beter te doen.

Bovendien is de feedback heel persoonlijk en afgestemd op de specifieke antwoorden van de leerling. Dit is niet alleen een snellere manier van feedback geven, maar het argument kan ook gemaakt worden dat deze feedback beter is dan een leerkracht zelf zou kunnen geven.


## 5.1.5. Extra oefeningen opstellen

Op analoge wijze met het opstellen van toetsen kunnen er met AI ook extra oefeningen opgesteld worden op basis van de cursus.

In onderstaand voorbeeld werd ChatGPT gevraagd om 3 extra oefeningen op te stellen op basis van het boek van DOEZO. Dit gebeurt in het vervolg van het gesprek uit de vorige voorbeelden.

 Genereer 3 extra oefening die aansluiten op de cursus

---

 **Extra Oefeningen voor het Vak Techniek - Overbrengingen (2e jaar Vlaams secundair onderwijs)**

**Oefening 1: Tandwieloverbrenging Berekening**  
**Vraag:** Je hebt een tandwieloverbrenging waarbij het aandrijvende tandwiel (drijver) 20 tanden heeft en het aangedreven tandwiel (volger) 40 tanden. Als het drijvende tandwiel met een snelheid van 120 omwentelingen per minuut (rpm) draait, bereken dan de snelheid van het aangedreven tandwiel. Leg je berekening uit.

**Antwoord:**  
De verhouding van het aantal tanden tussen de drijver en de volger is 20:40 of 1:2. Dit betekent dat voor elke omwenteling van het drijvende tandwiel, het aangedreven tandwiel een halve omwenteling maakt.  
Snelheid van het aangedreven tandwiel =  $120 \text{ rpm} / 2 = 60 \text{ rpm}$

**Oefening 2: V-snaar Overbrenging**  
**Vraag:** In een V-snaar overbrenging heeft het aandrijvende wiel een diameter van 10 cm en het aangedreven wiel een diameter van 20 cm. Als het aandrijvende wiel met een snelheid van 300 rpm draait, wat is dan de snelheid van het aangedreven wiel? Verklaar je antwoord.

**Antwoord:**  
De snelheid van de wielen is omgekeerd evenredig met hun diameters. De verhouding van de diameters is 10:20 of 1:2. Dit betekent dat de snelheid van het aangedreven wiel de helft is van de snelheid van het aandrijvende wiel.  
Snelheid van het aangedreven wiel =  $300 \text{ rpm} / 2 = 150 \text{ rpm}$

**Oefening 3: Analyse van de Draaizin bij Tandwielen**  
**Vraag:** Bij een tandwieloverbrenging met drie tandwielen, waarbij het middelste tandwiel (tussentandwiel) kleiner is dan de andere twee, verklaar hoe de draaizin van het derde tandwiel (volger) is in vergelijking met het eerste tandwiel (drijver). Teken een schematische voorstelling om je antwoord te verduidelijken.

**Antwoord:**  
Bij een tandwieloverbrenging met een oneven aantal tandwielen, keert elk tussenliggend tandwiel de draairichting om. Dit betekent dat de draairichting van het derde tandwiel (volger) gelijk is aan de draairichting van het eerste tandwiel (drijver). Het middelste tandwiel verandert alleen de richting en heeft geen invloed op het toerental van het volger-tandwiel.

**Schematische voorstelling:**  
Drijver (⤵) → Tussentandwiel (⤴) → Volger (⤵)

**Verklaring:**

- Drijver draait met de klok mee (⤵).
- Tussentandwiel draait tegen de klok in (⤴).
- Volger draait weer met de klok mee (⤵).

De extra oefeningen sluiten mooi aan bij de leerstof en zijn inhoudelijk correct. Deze zijn dus mits enkele aanpassingen zeker bruikbaar in de les.




Zo wordt er bijvoorbeeld in het vak techniek steeds gesproken over een V-riem en niet een V-snaar. De term V-snaar is correct, maar om consequent te blijven met het lesmateriaal is het aangeraden om dit soort zaken op te sporen en aan te passen vooraleer men de opdracht aanbiedt aan de leerlingen.


Opvallend is hier dat het AI-model zich nog steeds beperkt tot het deel uit het boek dat over overbrengingen gaat. Dit komt omdat dit het onderwerp was voorheen in het gesprek en de AI rekening houdt met deze context voor het vervolg van het gesprek. Dit is iets waar men zich bewust van moet blijven als men hiervan gebruikmaakt. Als dit niet gewenst is kan men dit expliciet vermelden in de communicatie met de AI of kan men een nieuw gesprek starten.

## 5.1.6. Lessen voorbereiden

Naast het ontwerpen van evaluaties en extra oefeningen kan een AI-chatbot ook helpen bij het voorbereiden van een les.

In onderstaand voorbeeld wordt er aan Gemini gevraagd om een les voor 2 lesuren op te stellen over de elektrische stroomkring.

 Ontwerp een les over de elektrische stroomkring voor leerlingen van het tweede jaar van het secundair onderwijs in Vlaanderen. De les duurt 2 keer 50 minuten met daartussen 10 minuten speeltijd. De les moet een deel onderzoek bevatten.

 **Les:** De elektrische stroomkring (2e secundair onderwijs - 2 x 50 minuten)  
**Leerdoelen:**

- De leerlingen kunnen de basiselementen van een elektrische stroomkring benoemen en uitleggen.
- De leerlingen kunnen een eenvoudige elektrische stroomkring opbouwen.
- De leerlingen kunnen de functie van elk element in de stroomkring uitleggen.
- De leerlingen kunnen de stroomsterkte en spanning in een stroomkring meten.
- De leerlingen kunnen de wet van Ohm toepassen.
- De leerlingen kunnen de gevaren van elektriciteit uitleggen en veilig omgaan met elektrische apparaten.

**Materialen:**

- Stroomkringenbord
- Batterij
- Lamp
- Schakelaar
- Draden
- Crocodile clips
- Multimeter
- Veiligheidsbrillen
- Werkbladen

**Lesverloop:**

**Les 1 (50 minuten):**

**Introductie (10 minuten):**  
De leerkracht begint de les met een vragenronde over elektriciteit. Wat weten de leerlingen al over elektriciteit? Waar wordt elektriciteit voor gebruikt? De leerkracht introduceert het begrip "elektrische stroomkring".

**Onderzoek (20 minuten):**  
De leerlingen worden in groepjes verdeeld. Elk groepje krijgt een stroomkringenbord, batterij, lamp, schakelaar, draden en crocodile clips. De leerlingen krijgen de opdracht om een eenvoudige elektrische stroomkring op te bouwen. De leerlingen observeren wat er gebeurt wanneer ze de schakelaar omzetten. De leerlingen noteren hun bevindingen op een werkblad.

**Uitleg (20 minuten):**  
De leerkracht bespreekt de bevindingen van de leerlingen. De leerkracht introduceert de basiselementen van een elektrische stroomkring: stroombron, geleider, verbruiker en schakelaar. De leerkracht legt de functie van elk element in de stroomkring uit. De leerkracht introduceert de begrippen stroomsterkte en spanning.

## Les 2 (50 minuten):

### Demonstratie (10 minuten):

De leerkracht demonstreert hoe je de stroomsterkte en spanning in een stroomkring meet met een multimeter.

### Praktijk (20 minuten):

De leerlingen worden in groepjes verdeeld.

Elk groepje krijgt een multimeter.

De leerlingen krijgen de opdracht om de stroomsterkte en spanning in hun elektrische stroomkring te meten.

De leerlingen noteren hun bevindingen op een werkblad.

### Verdieping (10 minuten):

De leerkracht introduceert de wet van Ohm.

De leerlingen leren de wet van Ohm toepassen op hun metingen.

### Afsluiting (10 minuten):

De leerkracht bespreekt de bevindingen van de leerlingen.

De leerkracht vat de belangrijkste begrippen van de les samen.

De leerkracht beantwoordt vragen van de leerlingen.

### Veiligheid:

Zorg ervoor dat de leerlingen altijd veiligheidsbrillen dragen wanneer ze met elektriciteit werken.

Gebruik materiaal dat geschikt is voor gebruik in het onderwijs.

Zorg ervoor dat de leerlingen weten hoe ze veilig omgaan met elektrische apparaten.

### Differentiatie:

Voor leerlingen die meer uitdaging nodig hebben, kan je de volgende taken toevoegen:

- Bouw een meer complexe elektrische stroomkring met meerdere lampen en schakelaars.
- Onderzoek het effect van verschillende weerstanden op de stroomsterkte en spanning in de stroomkring.
- Ontwerp een eigen experiment over elektriciteit.

Voor leerlingen die meer ondersteuning nodig hebben, kan je de volgende taken aanpassen:

- Werk met de leerlingen in kleinere groepjes.
- Geef de leerlingen meer begeleiding bij het opbouwen van de elektrische stroomkring.
- Gebruik visuele hulpmiddelen om de begrippen uit te leggen.

### Onderzoek:

Het onderzoek in deze les is belangrijk om de leerlingen te betrekken bij het leerproces en om hen te laten ontdekken hoe een elektrische stroomkring werkt. De leerlingen leren door eigen observatie en experimentatie de basiselementen van een elektrische stroomkring kennen.

### Bronnen:

<https://www.klascement.net/lesmateriaal/?q=elektriciteit>

<https://www.wezoozacademy.be/video/1ste-graad-techniek-elektriciteit-solderen-schakeling/?cat=306>

Het antwoord van Gemini is een degelijk opgestelde lesvoorbereiding die kan dienen als een basis om van te vertrekken. De leerdoelen zijn goed gekozen en realistisch gezien de doelgroep en beschikbare tijd. Ook de materialenlijst is haalbaar voor een les techniek.

Opmerkelijk is dat Gemini consequent de Engelse term 'Crocodile clips' gebruikt. Dit is op zich niet fout, maar de Nederlandse term krokodillenklemmen is gebruikelijker.

Het lesontwerp houdt rekening met de beschikbare tijd en integreert de speeltijd op een logische manier in de planning. Elk lesdeel bevat een soort instap, midden en slot.


De uitwerking van de verschillende lesdelen is eerder beknopt, maar dat hoeft geen minpunt te zijn. Het antwoord is een mooie algemene structuur die een leerkracht verder kan inkleden zoals gewenst.


Voor het onderzoek en het praktijkgedeelte stelt Gemini voor om de leerlingen te verdelen in groepjes. Hierbij wordt niet vermeld hoeveel groepjes er zijn of hoeveel leerlingen er in een groepje zitten. Dit komt waarschijnlijk doordat de prompt geen aantal leerlingen vermeld. Het kan dus nuttig zijn om dit de volgende keer ook te vermelden.

Opmerkelijk is dat Gemini ook enkele goede tips rond veiligheid en differentiatie meegeeft, zonder dat daarom gevraagd is. Deze tips zijn zeker waardevol.

## 5.1.7. Ontwerpen van lesmateriaal

In het vorige voorbeeld verwees Gemini naar een werkblad dat bij het onderzoek hoort. In een verderzetting van dat gesprek kan Gemini gevraagd worden om dit werkblad zelf uit te werken. Onderstaand voorbeeld toont het resultaat daarvan.

Bij het onderzoek vermeld je een werkblad. Werk dit werkblad verder uit.

**Werkbladen: De elektrische stroomkring**

**Les 1:**

**Opdracht 1:**

- Bouw een eenvoudige elektrische stroomkring met een batterij, lamp, schakelaar, draden en crocodile clips.
- Teken een schema van je stroomkring.
- Beschrijf wat er gebeurt wanneer je de schakelaar omzet.

**Opdracht 2:**

- Noteer de volgende gegevens in de tabel:
- Soort batterij:
- Spanning batterij (V):
- Soort lamp:
- Weerstand lamp ( $\Omega$ ):

**Les 2:**

**Opdracht 1:**

- Meet de stroomsterkte (I) in de stroomkring met een multimeter.
- Noteer de waarde van de stroomsterkte in de tabel.
- Meet de spanning (U) over de lamp met een multimeter.
- Noteer de waarde van de spanning in de tabel.

**Opdracht 2:**

- Bereken de weerstand (R) van de lamp met behulp van de wet van Ohm:  
 $R = U / I$
- Noteer de waarde van de weerstand in de tabel.

**Extra opdrachten:**

- Bouw een stroomkring met twee lampen in serie.
- Bouw een stroomkring met twee lampen parallel.
- Onderzoek het effect van verschillende weerstanden op de stroomsterkte en spanning in de stroomkring.

**Leerlingen kunnen deze werkbladen gebruiken om hun bevindingen tijdens de lessen te documenteren. De leerkracht kan de werkbladen ook gebruiken om de leerlingen te beoordelen.**

**Tips:**

- De leerkracht kan de werkbladen aanpassen aan het niveau van de leerlingen.
- De leerkracht kan de leerlingen helpen met de opdrachten indien nodig.
- De leerkracht kan de werkbladen gebruiken om de leerlingen te betrekken bij de discussie over de begrippen die in de les zijn behandeld.

**Ik hoop dat deze uitwerking van de werkbladen nuttig is!**

Het werkblad dat Gemini voorstelt is zeker bruikbaar, maar vraagt wel nog wat werk voordat het ingezet kan worden. Het grootste probleem is de lay-out. Gemini is (nog) niet in staat om bestanden te genereren en kan dus enkel in tekstberichten antwoorden. Deze tekst zal dus nog moeten overgezet worden naar een werkbaar bestand met gepaste lay-out.

De extra opdrachten kunnen nuttig zijn, maar dan moet de nodige leerstof beschikbaar zijn. Serie- en parallelschakelingen zijn normaal gezien geen leerstof die al tijdens de eerste les over de elektrische stroomkring aan bod komt.

### **5.1.8. Levenslang leren**

---

Levenslang leren is eigen aan de job van een leerkracht. Ook hierbij kunnen AI-systemen helpen. AI chatbots kunnen nieuwigheden in een bepaald veld samenvatten en uitleggen op maat van de leerkracht.

## 5.2. AI voor de leerling

---

AI is niet enkel een krachtige tool voor leerkrachten, ook leerlingen kunnen er op verschillende manieren voordeel uit halen.

### 5.2.1. Gepersonaliseerd leren

---



Gepersonaliseerd leren is een van de meest beloftevolle toepassingen van AI in het onderwijs. Hierbij wordt AI ingezet om van het leerproces van leerlingen echt maatwerk te maken. Dit kan op verschillende manieren bereikt worden.

#### Vraag en antwoord

---

AI stelt leerlingen in staat om vrijwel onbeperkt vragen te stellen aan een 'inhoudelijk expert'. De term inhoudelijk expert moet uiteraard met een korreltje zout genomen worden. AI chatbots zijn enorm goed in het verschaffen van feitelijke, genuanceerde informatie, maar kunnen zeker ook fouten maken. Toch kan een AI chatbot leerlingen helpen om complexe concepten sneller en diepgaander te begrijpen.

In onderstaand voorbeeld wordt een moeilijke vraag gesteld aan Gemini.

	Is kernenergie goed voor het milieu?
	<p>Of kernenergie goed is voor het milieu is een complexe vraag met geen eenvoudig antwoord. Er zijn zowel voor- als nadelen te benoemen:</p> <p><b>Voordelen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Geen CO<sub>2</sub>-uitstoot: Kerncentrales produceren tijdens de stroomopwekking geen broeikasgassen zoals CO<sub>2</sub>, die een belangrijke oorzaak zijn van klimaatverandering. Dit is een groot voordeel ten opzichte van fossiele brandstoffen zoals kolen, gas en olie.</li><li>- Hoge energiedichtheid: Kerncentrales produceren enorm veel energie per eenheid brandstof. Dit betekent dat er minder brandstof nodig is en er dus minder ruimte nodig is voor opslag en transport.</li><li>- Betrouwbare energiebron: Kerncentrales kunnen 24/7 stroom leveren, ongeacht de weersomstandigheden. Dit in tegenstelling tot wind- en zonne-energie, die afhankelijk zijn van wind en zon.</li><li>- Relatief weinig landgebruik: Kerncentrales nemen minder land in beslag dan bijvoorbeeld windparken of zonneparken die dezelfde hoeveelheid energie produceren.</li></ul> <p><b>Nadelen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Radioactief afval: Kerncentrales produceren radioactief afval dat duizenden jaren gevaarlijk blijft. Dit afval moet veilig worden opgeslagen, wat een grote uitdaging is. Er is nog geen definitieve oplossing voor de langetermijnopslag van kernafval.</li><li>- Risico op ongelukken: Kerncentrales kunnen gevaarlijk zijn, zoals het ongeluk in Tsjernobyl in 1986 heeft laten zien. Hoewel moderne</li></ul>

kerncentrales veel veiliger zijn, is er altijd een klein risico op ongelukken met ernstige gevolgen voor mens en milieu.

- Mijnbouw van uranium: De winning van uranium, de grondstof voor kernenergie, kan schadelijk zijn voor het milieu. Er is ook het risico op illegale mijnbouw en proliferatie van nucleair materiaal.
- Hoge kosten: De bouw van een kerncentrale is erg duur en het kan lang duren voordat een kerncentrale rendabel is.

**Conclusie:**

Of kernenergie goed is voor het milieu hangt af van de weging van de voor- en nadelen. Kernenergie kan een CO2-arme manier zijn om energie op te wekken, maar er zijn ook risico's en uitdagingen verbonden aan het gebruik ervan. Het is belangrijk om deze factoren zorgvuldig af te wegen in de discussie over de toekomst van kernenergie.

Naast de bovenstaande punten zijn er nog andere factoren waarmee rekening moet worden gehouden, zoals de publieke opinie over kernenergie en de geopolitieke implicaties van het gebruik ervan.

Het is belangrijk om je eigen mening te vormen over kernenergie op basis van alle beschikbare informatie.

Hier zijn enkele bronnen die je kunnen helpen om meer te leren over kernenergie:

- Milieu Centraal: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/kernenergie/>
- Rijksoverheid: [ongeldige URL verwijderd]
- Essent: <https://www.essent.nl/kennisbank/stroom-en-gas/energiebronnen/kernenergie>
- Change Inc.: <https://www.change.inc/energie/wat-is-kernenergie-en-hoe-duurzaam-is-het-2-38152>

**Ik hoop dat deze informatie je helpt!**

Het antwoord van Gemini is inhoudelijk correct, gestructureerd en genuanceerd. Toch zijn er enkele zaken die nog iets verder genuanceerd kunnen worden.

Gemini zegt bijvoorbeeld dat er geen CO2 vrijkomt bij stroomopwekking met kernenergie. Dit klopt, maar in veel andere stappen in het proces, zoals het transport van grondstoffen en de verwerking van kernafval is er wel een uitstoot van CO2. De totale uitstoot van CO2 per opgewekte kilowatt energie is wel vele malen kleiner dan bij energieopwekking met fossiele brandstoffen.

Een andere nuance zit eigenlijk verstopt in de term 'kernenergie' in de vraag. Kernenergie is een term die verwijst naar energie die wordt opgewekt door kernreacties. Het verwijst dus naar energie opgewekt door kernsplijting of door kernfusie. Het antwoord van Gemini is uitsluitend gericht op kernenergie uit kernsplijting zonder dit expliciet te vermelden.

Dit is op zich niet slecht want kernsplijting is de enige kernreactie die op dit moment voor grootschalige energieopwekking gebruikt wordt. Kernfusie is een technologie in



ontwikkeling, maar is nog lang niet commercieel inzetbaar. Gemini rept dan ook met geen woord over kernfusie in zijn antwoord.

Het is de taak van de leerkracht om leerlingen bij te staan in het gebruik van AI chatbots. De leerkracht moet duidelijk maken aan de leerlingen dat AI ook fouten kan maken. Bij de minste twijfel is het dan ook nodig om feiten te dubbelchecken met andere bronnen.

Bovendien kunnen de antwoorden van de AI-chatbots ook aangepast worden aan het niveau van de leerlingen. In onderstaand voorbeeld wordt Gemini gevraagd om de uitleg aan te passen op niveau van een 12-jarige.



Antwoord op niveau van een 12-jarige



### **Kernenergie: Goed of fout voor de planeet?**

Stel je voor dat je een enorme hoeveelheid energie hebt, zonder CO<sub>2</sub> uit te stoten, zoals bij het koken van water met een superkrachtige magnetron. Dat is kernenergie! Maar er is ook een nadeel: radioactief afval dat superlang gevaarlijk blijft. Is kernenergie dus de held of de schurk voor onze planeet? Laten we het uitpluizen:

#### **Voordelen:**

- **Schoon:** Geen CO<sub>2</sub>, dus goed voor het klimaat! Minder broeikaseffect, dus minder opwarming van de aarde.
- **Krachtig:** Eén kerncentrale kan heel veel steden van stroom voorzien. Superhandig!
- **Betrouwbaar:** Wind en zon werken niet altijd, maar kerncentrales werken dag en nacht. Handig als je altijd stroom wilt!
- **Ruimtebesparend:** Minder land nodig dan windmolens of zonnepanelen voor dezelfde hoeveelheid energie.

#### **Nadelen:**

- **Afvalprobleem:** Radioactief afval blijft duizenden jaren gevaarlijk. Wat doen we ermee? We hebben nog geen perfecte oplossing.
- **Ongelukken:** Denk aan Tsjernobyl. Hoewel moderne centrales veiliger zijn, is er altijd een risico.
- **Mijnbouw:** Het winnen van uranium (brandstof voor kernenergie) kan vervuilen.
- **Hoge kosten:** Bouwen en onderhouden van kerncentrales is erg duur.

#### **Conclusie:**

Kernenergie is een complexe kwestie. Het is schoon en krachtig, maar brengt ook risico's en uitdagingen met zich mee. Of het goed of fout is voor de planeet, hangt af van hoe we de voor- en nadelen wegen.

#### **Belangrijk:**

Denk zelf na over kernenergie. Lees alle informatie en maak je eigen mening. Praat erover met anderen! Zo leer je verschillende perspectieven kennen.

#### **Bronnen:**

- <https://www.essent.nl/kennisbank/stroom-en-gas/energiebronnen/kernenergie>

- <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/het-verhaal-van-ezk/weblogs/2022/waarom-kernenergie>
- <https://www.thmsr.com/in-detail-schonere-kernenergie/>

**Vergeet niet:**

Kernenergie is een belangrijk onderwerp, met veel verschillende meningen. Het is belangrijk om alle kanten van het verhaal te bekijken voordat je een mening vormt.

In deze reactie past Gemini zijn toon duidelijk aan. De tekst heeft een meer vertellende stijl en leest dynamischer. De uitleg is korter en gebruikt eenvoudigere woordenschat. Helaas verdwijnt hierdoor heel wat nuance uit het antwoord. Deze vereenvoudiging zorgt er ook voor dat bijvoorbeeld het onderdeel over ongelukken enorm kort is en te weinig uitleg geeft. ‘Denk aan Tsjernobyl’ roept weinig of niets op voor leerlingen van 12 jaar oud.

Het is dus belangrijk om voorzichtig om te springen met de vraag om antwoorden te vereenvoudigen voor leerlingen. Dit hangt uiteraard af van de context, het onderwerp en het doel van de informatie. Het is aan de leerkracht om dit te kaderen en in te schatten wat acceptabel is in een specifiek geval.

### Directe verbetering en feedback op maat

---

In het deel AI voor de leerkracht werd besproken hoe AI kan ingezet worden om toetsen te verbeteren en feedback te geven. Dezelfde technieken kunnen ingezet worden door leerlingen zelf. Een leerling kan een chatbot vragen om zijn of haar werk te verbeteren en waar nodig feedback te geven.

Dit zorgt ervoor dat leerlingen zelfstandiger kunnen werken aan oefeningen of opdrachten. Ze krijgen onmiddellijk feedback en verliezen geen tijd met wachten tot de leerkracht kan langskomen. AI chatbots kunnen ook meer gedetailleerde feedback geven op zeer korte tijd. Als leerlingen de feedback niet begrijpen kunnen ze een vervolgvraag stellen te verduidelijking.

### Adaptieve leerpaden

---

Een adaptief leerpad is een aaneensluiting van leerinhouden en oefeningen die continu aangepast worden aan het niveau van de leerling. Een eenvoudig voorbeeld is een oefeningenreeks waarbij de oefeningen moeilijker worden als de leerling goed scoort of eenvoudiger als de leerling slecht scoort. Zelf een adaptief leerpad opstellen is niet eenvoudig en vraagt heel wat werk.

Adaptieve leerpaden maken met AI is momenteel niet zomaar mogelijk. Hiervoor zou men namelijk specifieke gespecialiseerde software moeten ontwikkelen. Als men in de toekomst

toch zo'n adaptief leerpad zou kunnen laten opstellen door AI zou dit een enorm krachtige leeromgeving zijn voor leerlingen.

Een adaptief AI leerpad zou het toppunt zijn van differentiatie. Elke leerling krijgt dan de leerinhouden op maat aangeboden en kan hierover onbeperkt vragen stellen. Daarna krijgt de leerling een oefening op maat waar hij of zij onmiddellijk feedback op krijgt. Vervolgens krijgt de leerling een andere oefening die inspeelt op de fouten die de leerling maakte bij de voorgaande oefening. De leerling maakt verder oefeningen tot hij of zij de leerstof beheerst. Daarna gaat het systeem automatisch verder naar de volgende leerinhoud.

Zo'n adaptief AI leerpad zou moeiteloos alle vormen van differentiatie kunnen integreren in het leerproces van de leerlingen.

### **AI-tutor**

---

Het concept van de AI-tutor gaat nog een stap verder. Hierbij gaat het om een AI-model dat spraaktechnologie combineert met een AI-avatar. Zo'n avatar is een soort virtueel personage met een virtueel lichaam dat lichaamstaal en mimiek kan tonen. Een AI-tutor is dus een totaalpakket dat les kan geven zoals een gewone leerkracht dat kan. Het kan dus een volledige les voorbereiden en geven.

Bovendien kan een AI-tutor zichzelf 'kopiëren' naar de computers van de leerlingen. De AI-tutor zou dus klassikale momenten kunnen afwisselen met individueel werk en groepswork. Hierdoor kan de AI-tutor ook gepersonaliseerde opdrachten opstellen en gerichte feedback geven.

### **5.2.2. Toegankelijker onderwijs**

---

AI kan het onderwijs toegankelijker maken voor leerlingen met leerstoornissen. Er bestaan al heel wat (digitale) hulpmiddelen voor leerlingen met bijvoorbeeld dyslexie of dysfasie. AI kan op dat gebied voor een enorme stap voorwaarts zorgen.

Voorleessoftware zoals Sprint zou met behulp van AI een natuurlijkere stem kunnen krijgen die op een correcte manier omgaat met intonatie en klemtoon. AI zou ook kunnen de tekst herschrijven zodat die beter verstaanbaar is voor de leerling. Het AI model zou zelf afbeeldingen kunnen genereren die de tekst visueel ondersteunen.

### **5.2.3. Nieuwe leermiddelen**

---

AI kan in de toekomst mogelijk toegepast worden om nieuwe innovatieve leermiddelen te ontwikkelen. Deze leermiddelen kunnen nieuwe inzichten geven aan leerlingen die voorheen onmogelijk waren. Dit kan ook de motivatie van de leerlingen ten goede komen.

Een voorbeeld van een nieuw leermiddel is een Virtual Reality simulatie van lesmateriaal. Deze simulatie kan gemaakt worden door een AI systeem waardoor de simulatie volledig op maat van de leerlingen en de leerinhouden kan worden gegenereerd. Zo kan men bijvoorbeeld een virtueel bezoek brengen aan een virtuele technische installatie waarbij de installatie bemand wordt door AI-personages.

Een ander voorbeeld is verregaande gamification van de leerinhouden. Zo kunnen er bijvoorbeeld met AI allerlei opdrachten worden opgesteld die de leerlingen moeten uitvoeren tijdens het virtueel bezoek aan de technische installatie. Deze opdrachten krijgen ze van een AI-werkgever en ze moeten hiervoor samenwerken met AI-collega's. Zo ervaren ze het werk als een soort spel.

## 5.3. AI voor de school

---

Niet enkel leerkrachten en leerlingen kunnen voordelen halen uit de integratie van AI in het onderwijs. Ook de school als instelling kan AI toepassen in haar werking.

### 5.3.1. Problemen bij leerlingen voorspellen of opsporen

---

AI-systemen zijn heel geschikt voor het analyseren van gegevens en het maken van voorspellingen op basis van deze gegevens. Een AI-systeem dat toegang heeft tot een leerlingvolgsysteem en een digitaal puntenboek zou kunnen ingezet worden om patronen te herkennen. Hierdoor zou het achteruitgaande resultaten of een toename in problematisch gedrag bij een leerling snel kunnen opsporen en in kaart brengen. Dit kan dan een aanleiding zijn voor een 'spontaan' gesprek met de leerlingbegeleider.

Elk gedrag heeft een oorzaak, maar soms verstoppen de leerlingen deze oorzaak voor de buitenwereld. Door 'spontane' gesprekken met de leerlingbegeleider op het juiste moment kunnen verstopte problemen, zoals een moeilijke thuissituatie of (mentale) gezondheidsproblemen sneller aan het licht komen. De school en leerkrachten kunnen hierop dan sneller inspelen, waardoor de negatieve gevolgen beperkt blijven. Dit heeft zowel voordelen voor de leerlingen als voor de leerkrachten.

### 5.3.2. Keuzepakketten door AI

---

AI zou scholen ook kunnen in staat stellen om keuzepakketten aan te bieden die voorheen niet haalbaar waren. AI kan hierbij helpen door de nodige expertise te bieden over een bepaald onderwerp of door een gepast (adaptief) leerpad te ontwikkelen. De leerkracht dient op dat moment enkel nog toezicht te houden en ondersteuning te bieden waar nodig. Ook een keuzepakket met een AI-tutor behoort tot de mogelijkheden.

### 5.3.3. Efficiëntie door automatisatie en data-analyse

---

In de toekomst zullen scholen, net zoals andere bedrijven, hun werking, processen en data kunnen analyseren en optimaliseren door AI-systemen. Dit kan zorgen voor een efficiëntere werking van de school.

## 6. Gevaren van AI in het onderwijs

---

Driekwart van de ondervraagde leerkrachten hebben aangegeven dat ze zich soms zorgen maken over de impact van AI op het onderwijs. Hun bezorgdheden hierover gaan in de eerste plaats over het verlies van creativiteit en kritisch denkvermogen bij leerlingen. Daarnaast blijkt ook de mogelijke onbetrouwbaarheid van AI-systemen een gedeelde bezorgdheid.

Het is volstrekt normaal dat leerkrachten, en mensen in het algemeen, zich zorgen maken over AI. Er zijn dan ook heel wat gevaren verbonden aan het gebruik van AI, zowel op maatschappelijk vlak als specifiek voor het onderwijs. Het is dan ook belangrijk om deze gevaren zo goed mogelijk in te schatten en af te wegen met de mogelijkheden.

Het is belangrijk om op te merken dat deze gevaren sterk variëren tussen verschillende AI-toepassingen. Ook de perceptie van deze gevaren is voor iedere mens anders. Daarom is het waardevol dat iedereen voor zichzelf een concrete afweging kan maken tussen voor- en nadelen van een specifieke AI-toepassing.

In dit hoofdstuk worden enkele van deze gevaren besproken.

## 6.1. Afhankelijkheid

---

Als AI in de toekomst volop geïntegreerd zou worden in het onderwijs dreigen we enorm afhankelijk te worden van deze technologie. Deze mogelijke afhankelijkheid brengt op haar beurt enkele gevaren met zich mee.

### 6.1.1. Vaardigheden

---

AI-chatbots geven onmiddellijk kant-en-klare antwoorden op complexe vragen. Waar men vroeger verschillende bronnen moest raadplegen, op zoek moest gaan naar relevante informatie en deze informatie moest verwerken tot een coherent antwoord, krijgt men dit nu op enkele seconden voorgeschoteld.

Op vlak van efficiëntie en productiviteit is dit absoluut een voordeel. Maar het zorgt er ook voor dat 'klassieke' vaardigheden zoals opzoeken, onderzoeken, samenvatten, antwoorden formuleren, etc. steeds minder nodig zijn.

Een generatie leerlingen die hiermee opgroeit kan leiden tot een verminderd vermogen om kritisch en probleemoplossend te denken. Dit kan dan weer leiden tot passiviteit en verminderde betrokkenheid bij het leerproces.

### 6.1.2. Echokamer

---

Door systematisch dezelfde AI-chatbot te gebruiken als informatiebron kan men in een zogeheten 'echokamer' terecht komen.

Een echokamer is een verwijzing naar een omgeving, fysiek of virtueel, waarin iemands eigen ideeën en meningen door iedereen bevestigd worden. Er is niemand die de ander zijn mening op een kritische manier zal benaderen, waardoor men steeds meer overtuigd wordt van hun eigen waarheid.

Door AI-chatbots te gebruiken dreigt men te eenzijdige informatie te krijgen, zonder kritische wederkerigheid.

### 6.1.3. Sociale interactie

---

Overmatig gebruik van AI in de klas kan leiden tot verminderde interactie tussen leerlingen onderling en minder interactie met de leerkracht. Dit kan een nefast effect hebben op de ontwikkeling van sociale vaardigheden zoals samenwerking, communicatie en empathie.

### 6.1.4. Nuancering

---

Afhankelijkheid van AI is een reële bezorgdheid, maar moet ook voldoende genuanceerd worden. Veel risico's die verbonden zijn aan AI zijn ook verbonden aan de digitalisering van

het onderwijs. Leerkrachten en leerlingen zijn nu al in grote mate afhankelijk van laptops, projectors en het internet in de klas. De klassieke encyclopedieën en papieren krantenartikelen zijn ooit vervangen door het internet en zoekmachines zoals Google. Nu is het misschien tijd voor een volgende stap in de evolutie.

## 6.2. Bias, discriminatie

---

AI-systemen worden getraind op enorme hoeveelheden data, vaak afkomstig van het internet. Een deel van die data kan allerlei problematische zaken bevatten, zoals vooroordelen, stereotypen of racisme. Omdat deze data de basis vormt van het AI-systeem kan de AI onbedoeld dit problematische gedrag overnemen.

Het AI-systeem kan bijvoorbeeld bepaalde stereotypen versterken of vooroordelen voorstellen als feiten. Dit kan een invloed hebben op de objectiviteit van leerkrachten en leerlingen die het AI-systeem gebruiken.

Een andere mogelijkheid is dat een AI-systeem bepaalde mensen oneerlijk behandelt op basis van stereotypen. Dit kan bijvoorbeeld voor problemen zorgen bij geautomatiseerde feedback aan leerlingen of geautomatiseerde verbeteringen.

## 6.3. Transparantie en controle

---

AI-systemen zijn vaak niet transparant over de data waarop ze zijn getraind. Dit gebeurt vooral uit competitieve en auteursrechtelijke overwegingen. Voor het gebruik in het onderwijs kan dit echter voor problemen zorgen. In het onderwijs streeft men ernaar om correcte informatie te gebruiken van betrouwbare bronnen. Doordat AI-systemen niet voldoende transparant zijn over hun bronnen kan onbetrouwbare informatie voor waar aangenomen worden.

Bovendien is het heel moeilijk om alle informatie van het AI-systeem te controleren met externe bronnen, net omdat het AI-systeem zoveel data van onbekende oorsprong gebruikt om zich op te baseren.

## 6.4. Inhoudelijke fouten

---

Men zegt soms: "fouten maken is menselijk", maar ook AI kan fouten maken. Elk AI-model is in zekere zin onderhevig aan inhoudelijke fouten, door uiteenlopende redenen.

Een AI-model kan een vraag anders interpreteren waardoor het antwoord niet correct is. Het is ook mogelijk dat de trainingsdata fouten bevat, die het model dus overneemt.



Sommige AI-modellen hebben zelfs last van hallucinaties, waarbij ze ronduit feiten verzinnen en vasthouden aan een eigen waarheid.

Omdat veel AI-modellen ontworpen zijn om mensen zo goed mogelijk te helpen, zijn ze soms te meegaand in het verhaal van de gebruiker. Sommige AI-modellen kunnen relatief makkelijk overtuigd worden van valse feiten aangeleverd door de gebruiker. Als een gebruiker lang genoeg aandringt zal het AI-model hem waarschijnlijk gelijk geven.

## 6.5. Digitale kloof

---

Het onderwijs kampt sinds jaar en dag met ongelijkheid. Er zijn tal van leerlingen die niet alle kansen krijgen omwille van heel uiteenlopende redenen. Een grote bron van ongelijkheid is de toegang tot digitale middelen. Leerlingen met geen of beperkte toegang tot een computer of het internet ervaren een enorm nadeel in het huidige onderwijs. De intrede van AI zal dit nadeel alleen maar groter maken. Ook leerlingen die minder digitaal vaardig zijn, om welke reden dan ook, zullen nog meer moeilijkheden hebben om te functioneren in het onderwijs dan nu al het geval is.

Ook voor leerkrachten die minder digitaal vaardig zijn kan dit gevolgen hebben. Ze dreigen hierdoor uit de boot te vallen en de voeling met het onderwijs te verliezen.

## 6.6. Banenverlies

---

In veel sectoren wordt er gevreesd voor het verlies van banen door de opkomst van AI. Het is een reële bezorgdheid dat bepaalde beroepen in de toekomst volledig zullen vervangen worden door AI. Voorbeelden zijn vrachtwagenchauffeurs die dreigen vervangen te worden door zelfrijdende vrachtwagens of klantendiensten die volledig geautomatiseerd worden.

Leerkracht is een sociaal beroep en staat dus niet rechtstreeks onder druk. Het is wel mogelijk dat automatisatie van bepaalde taken zorgt voor een uitdunning van het lerarenteam. Misschien worden klasgroepen groter doordat elke leerling een persoonlijk AI-leerkracht heeft of wordt het lerarenberoep gereduceerd tot toezicht houden.

Hoe dan ook bestaat er een kans dat een AI-revolutie voor onvoorziene gevolgen zal leiden op de arbeidsmarkt.

## 6.7. Ethische vragen

---

De opkomst van AI in de maatschappij brengt heel wat ethische vragen met zich mee. Ook in het onderwijs zullen tal van ethische vragen zichzelf opdringen. Naarmate AI blijft evolueren zal het onderwijs gedwongen zijn om antwoorden te formuleren op deze vragen.

Enkele voorbeelden zijn:

- Mogen gegevens van leerlingen gebruikt worden om AI-systemen voor het onderwijs te ontwikkelen?
- Hoever mag een leerkracht gaan in het automatiseren van taken zoals verbeteringen en feedback?
- In hoeverre moet het onderwijs zich aanpassen aan het toenemende gebruik van AI in het werkveld?
- Mogen bepaalde traditionele vaardigheden en kennis verdwijnen uit het curriculum?
- Mag AI ingezet worden om examens op te stellen en te verbeteren?
- Mag AI ingezet worden om een mondeling of schriftelijk examen af te nemen?
- Mag AI op termijn de klassenraad vervangen eens het hiertoe in staat is?

Het is aan de volledige onderwijsgemeenschap om zich in de toekomst te buigen over deze ethische vragen. Dit zal ongetwijfeld tot heel wat discussie en onenigheid leiden. Toch is het een enorm belangrijk debat dat uitgebreid moet gevoerd worden.

## 7. Hypothetische implementatie

---

In het enquêteonderzoek werd duidelijk dat leerkrachten open staan voor AI op school, maar dat ze ook vragende partij zijn voor extra opleiding. Daarnaast willen ze ook dat er concrete ethische richtlijnen ontwikkeld worden voor het gebruik van AI in het onderwijs.

In dit hoofdstuk wordt ervan uitgegaan dat het onderwijs resoluut kiest voor een grootschalige integratie van AI in het onderwijs. Er wordt onderzocht wat er nodig is om zo'n onderwijstransitie mogelijk te maken. Dit gaat dan over infrastructuur, extra personeel, trainingsmaterialen of kostprijs.

## 7.1. Verantwoordelijkheid en rollen

---

Eerst en vooral moet bepaald worden wie de verantwoordelijkheid van zo'n AI-transitie zal dragen.

### 7.1.1. Ministerie van Onderwijs en Vorming

---

Als er wordt uitgegaan van een brede implementatie van AI in het onderwijs ligt de eerste verantwoordelijkheid dan ook bij het ministerie van Onderwijs en Vorming en de minister van Onderwijs. Er wordt ervan uit gegaan dat de Vlaamse Onderwijsraad de transitie dan ook steunt en de minister op gepaste wijze adviseert.

De rol van het ministerie van Onderwijs en Vorming is dan ook om gepaste beleidswijzigingen door te voeren die een transitie mogelijk maken. Ook het opnemen van AI-gerelateerde doelen in de eindtermen behoort tot hun mogelijkheden.

### 7.1.2. Onderwijskoepels

---

Vervolgens is het aan de onderwijskoepels om hun interpretatie van zo'n transitie in te zetten. De onderwijskoepels zijn verantwoordelijk voor het coördineren en begeleiden van hun scholengroepen. Zo moeten de koepels de transitie integreren in hun leerplannen en de nodige pedagogische ondersteuning bieden aan scholen.

### 7.1.3. Scholen en scholengroepen

---

Een scholengroep is verantwoordelijk om hun scholen te voorzien van de nodige materialen en infrastructuur om de transitie mogelijk te maken. Elke school moet dan de nodige stappen ondernemen om dit materiaal zo optimaal mogelijk in te zetten.

### 7.1.4. Leerkrachten

---

Uiteindelijk zijn het de leerkrachten die de verantwoordelijkheid dragen om de transitie in de praktijk in te zetten.

### 7.1.5. Uitgeverijen en externen

---

Ook uitgeverijen kunnen een belangrijke rol spelen in de AI-transitie. Als de uitgeverijen hun materiaal willen aanpassen aan de nieuwe eindtermen of leerplannen zullen ze genoodzaakt zijn om AI-toepassingen te integreren. Ook andere externen, zoals het bedrijf achter Smartschool kunnen belangrijke rollen vervullen in bijvoorbeeld het ontwikkelen van software.

## 7.2. Gespecialiseerde toepassing

---

Als men AI zo optimaal en breed mogelijk wil inzetten in het onderwijs is het noodzakelijk om een gespecialiseerde AI-toepassing te ontwikkelen voor het onderwijs in Vlaanderen. Door zo'n gespecialiseerde toepassing behoudt men de controle over aspecten zoals de trainingsdata van het model. Het model zou bijvoorbeeld getraind kunnen worden op basis van alle bestaande handboeken voor het onderwijs en andere bronnen die als betrouwbaar worden beschouwd.

Ook is het onderwijs op die manier niet afhankelijk van externe buitenlandse bedrijven zoals OpenAI of Google. Daarnaast stelt zo'n gespecialiseerde toepassing de ontwikkelaars in staat om de toepassing perfect af te stemmen op de noden van de leerkrachten en leerlingen. Het is ook makkelijker om problemen met het model op te sporen en te verhelpen als men het model zelf ontwikkeld.

Een gespecialiseerde AI-toepassing ontwikkelen is uiteraard geen makkelijke opgave. Er zal hoe dan ook heel wat tijd en geld voor nodig zijn.

### 7.2.1. Ontwikkeling in eigen beheer

---

Een eerste optie is om de AI-toepassing in eigen beheer te ontwikkelen. Dit houdt in dat de koepels, in samenwerking met de overheid, de nodige expertise in huis halen. Het gaat dan over een volledig team aan softwareontwikkelaars met expertise in AI.

Ook is dan een enorme investering nodig in infrastructuur. Het ontwikkelen, trainen en onderhouden van een AI-model eist uiteraard enorme hoeveelheden rekenkracht. Om zelf deze rekenkracht te voorzien zal er dan ook een soort datacenter moeten gebouwd worden. Een alternatief is om de rekenkracht uit te besteden aan bestaande datacenters.

### 7.2.2. Ontwikkeling in uitbesteding

---

Een ander optie is om de ontwikkeling van de AI-toepassing uit te besteden aan een extern bedrijf. Dit bedrijf heeft idealiter zelf toegang tot de nodige rekenkracht en expertise. Door de ontwikkeling uit te besteden geeft men echter wel de controle voor een deel uit handen en is men afhankelijk van het bedrijf.

Bij deze optie kunnen ook huidige partners zoals uitgeverijen en het bedrijf achter Smartschool betrokken worden.

### 7.2.3. Opleidingen

---

Ook het opleiden van leerkrachten is een heuse onderneming waarvoor heel wat expertise nodig is. Hiervoor moeten in de eerste plaats de pedagogische begeleiders van de onderwijskoepels opgeleid worden. Ofwel moeten AI-specialisten ingezet worden om samen met de pedagogische begeleiders opleidingen te verschaffen aan scholen. Het zou ook geen slecht idee zijn om op elke school enkele leerkrachten extra op te leiden zodat zij kunnen fungeren als aanspreekpunt voor andere leerkrachten.

Gezien de snel evoluerende aard van AI is het ook noodzakelijk dat deze opleidingen mee evolueren.

## 8. Conclusie

---

Om de mogelijkheden van AI in de verf te zetten is onderstaande conclusie geschreven door ChatGPT met de voorgaande hoofdstukken als bron.

De bachelorproef over "AI in het onderwijs" belicht zowel de voordelen als de uitdagingen van het integreren van artificiële intelligentie in het onderwijs. Er wordt geconstateerd dat leerkrachten over het algemeen vinden dat ze onvoldoende kennis hebben over AI, ondanks dat velen al AI-tools gebruiken voor lesvoorbereiding en het personaliseren van leerinhoud. Dit wijst op een duidelijke behoefte aan gerichte opleidingen en workshops om leerkrachten beter voor te bereiden op het gebruik van AI in de klas.

AI biedt aanzienlijke voordelen, zoals gepersonaliseerd leren en efficiëntere administratie voor scholen. Echter, er zijn ook belangrijke bezorgdheden, zoals de impact van AI op de creativiteit en het kritisch denken van leerlingen, de betrouwbaarheid van AI-systemen, en ethische kwesties zoals bias en discriminatie.

De studie benadrukt de noodzaak van een gestandaardiseerde aanpak en duidelijke richtlijnen om het gebruik van AI in het onderwijs te stroomlijnen. Dit zou niet alleen de effectiviteit van AI-toepassingen verhogen, maar ook helpen om de bezorgdheden van leerkrachten weg te nemen. Bovendien moeten beleidsmakers en onderwijsinstellingen samenwerken om een duurzame en ethisch verantwoorde implementatie van AI te waarborgen.

In het algemeen concludeert de bachelorproef dat AI een waardevol hulpmiddel kan zijn in het onderwijs, mits er voldoende aandacht wordt besteed aan opleiding, ondersteuning, en ethische overwegingen. Door deze aspecten te adresseren, kan AI een positieve bijdrage leveren aan het onderwijs en de leerervaring van leerlingen verbeteren.

(ChatGPT, persoonlijke communicatie, 30 mei 2024)

AI kan zeker en vast een waardevol hulpmiddel zijn, maar zal in de nabije toekomst ook enkel een hulpmiddel blijven. Door de technieken van prompt engineering toe te passen kunnen leerkrachten AI gebruiken om taken en toetsen op te stellen, te verbeteren en feedback te geven. Ook voor het ontwerpen van lessen en lesmateriaal kunnen leerkrachten AI nu al inzetten. Daarnaast kan AI ingezet worden voor het personaliseren van het leerproces van leerlingen.

Leerkrachten zullen ook moeten leren omgaan met de risico's die AI met zich meebrengt. De onderwijsgemeenschap zal zich moeten buigen over enkele ethische vragen om zo tot een stel richtlijnen te komen voor het gebruik van AI in het onderwijs.

De leerkracht als fundering van het onderwijs zal de eerstvolgende jaren niet zomaar vervangen worden door AI, maar AI kan er wel voor zorgen dat het beroep leerkracht, net zoals andere beroepen, een andere invulling krijgt. De toekomst zal het uitwijzen.

## Nawoord

---

Met een voldaan gevoel kan ik deze bachelorproef afronden. Ik ben tevreden over het resultaat en hoop dat mijn onderzoek een positieve impact kan hebben op de toekomst van het onderwijs in Vlaanderen.

Ik heb geleerd dat AI en digitalisering enorme mogelijkheden hebben, maar dat ook een klassieke les op een krijtbord een plaats kan hebben in het onderwijs. Ik kijk ernaar uit om verschillende aspecten uit deze bachelorproef volgend jaar zelf in te zetten in het werkveld. Bovendien ben ik enorm benieuwd naar wat de toekomst van AI te bieden heeft, zowel op persoonlijk, professioneel als maatschappelijk vlak.

Tot slot wil ik ook nog heel wat mensen bedanken die ervoor gezorgd hebben dat ik dit document kon schrijven. In de eerste plaats bedankt aan alle leerkrachten die de enquête hebben ingevuld. Bedankt aan alle stagementoren die me wegwijs gemaakt hebben in het secundair onderwijs. Bedankt aan alle docenten van de lerarenopleiding van VIVES Brugge en de ICT-opleiding van Odisee Gent. In het bijzonder wil ik mijn vakdocenten mevrouw Grymonpon en meneer Van Hevel bedanken voor hun geduld en ondersteuning. Ook meneer Pieters wil ik bedanken voor zijn rol als mijn stagecoach doorheen de opleiding.

Istvan Demey

Brugge, 31 mei 2024



## Literatuurlijst

---

- AI-Enabled Adaptive Learning Transforming the Education System* | LinkedIn. (2023, 21 augustus). <https://www.linkedin.com/pulse/ai-enabled-adaptive-learning-transforming/>
- AI Act*. (2024, 30 april). Shaping Europe's Digital Future. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
- AlphaFold*. (2022, 13 oktober). Google DeepMind. <https://deepmind.google/technologies/alphafold/>
- AlphaGo*. (2020, 23 december). Google DeepMind. <https://deepmind.google/technologies/alphago/>
- Analog AI*. (2023, 10 augustus). IBM Research. <https://research.ibm.com/projects/analog-ai>
- Artificial Intelligence (AI) Coined at Dartmouth*. (z.d.). Dartmouth. <https://home.dartmouth.edu/about/artificial-intelligence-ai-coined-dartmouth>
- Artificiële Intelligentie in het onderwijs*. (z.d.). Google Docs. [https://docs.google.com/forms/d/13XcvijYT9n6\\_Sk7dNrMdB7ssYtVoHCPpf9tWMwqfr8/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/13XcvijYT9n6_Sk7dNrMdB7ssYtVoHCPpf9tWMwqfr8/edit#responses)
- Bajarin, T. (2024, 4 maart). The Rise Of AI Tutors. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/timbajarin/2024/03/01/the-rise-of-ai-tutors/>
- Brooks, R. A., & Post, M. (2002). *De kunstmatige mens: hoe machines ons veranderen* (1ste editie). De bezige bij.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *Het tweede machine tijdperk: Hoe de digitale revolutie ons leven zal veranderen* (T. Van Der Ster, Vert.). Lannoo | Spectrum.
- Crabtree, M. (2024, 12 januari). *What is Prompt Engineering? A Detailed Guide For 2024*. <https://www.datacamp.com/blog/what-is-prompt-engineering-the-future-of-ai-communication>
- Critical reading: the CRAAP test | (re)search tips*. (z.d.). <https://onderzoektips.ugent.be/en/tips/00001746/>
- DALL-E 3*. (z.d.). OpenAI. <https://openai.com/index/dall-e-3/>

*De quantumcomputer is er wel en niet tegelijk.* (z.d.). TU Delft. <https://www.tudelft.nl/delft-integraal/articles/de-quantumcomputer-is-er-wel-en-niet-tegelijk>

*Deep Blue | IBM.* (z.d.). <https://www.ibm.com/history/deep-blue>

DeepBrain AI. (z.d.). *Text to Video: Generate video automatically* [Video]. DeepBrain AI. <https://www.deepbrain.io/>

Europees Parlement. (2020, 9 april). *Wat is artificiële intelligentie en hoe wordt het gebruikt?* | Nieuws | Europees Parlement. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van <https://www.europarl.europa.eu/news/nl/headlines/society/20200827STO85804/wat-is-artificiele-intelligentie-en-hoe-wordt-het->

Gavrilova, Y. (2020, 8 april). *Artificial Intelligence vs. Machine Learning vs. Deep Learning: Essentials.* Serokell Software Development Company. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van <https://serokell.io/blog/ai-ml-dl-difference>

*Gemini.* (2024, 14 mei). Google DeepMind. <https://deepmind.google/technologies/gemini/>

Haan, K. (2023, 25 april). *24 Top AI Statistics And Trends In 2024.* *Forbes Advisor.* <https://www.forbes.com/advisor/business/ai-statistics/>

Hawking, S. (z.d.). *"The best or worst thing to happen to humanity" – Stephen Hawking launches Centre for the Future of Intelligence.* Launch Of Centre For The Future Of Intelligence, Cambridge, England, Verenigd Koninkrijk. <https://www.cam.ac.uk/research/news/the-best-or-worst-thing-to-happen-to-humanity-stephen-hawking-launches-centre-for-the-future-of>

Hinssen, P. (2023, 14 maart). *Europa aan de zijlijn in AI-wedloop.* *De Tijd.* Geraadpleegd op 23 maart 2023, van <https://www.tijd.be/opinie/column/europa-aan-de-zijlijn-in-ai-wedloop/10453414.html>

Huivan, N. (2023, 28 april). *What is Artificial General Intelligence? What Is Artificial General Intelligence?* | Atlasiko Inc. <https://atlasiko.com/blog/ai/what-is-artificial-general-intelligence/>

*Imagen 2 – our most advanced text-to-image technology.* (z.d.). Google DeepMind. <https://deepmind.google/technologies/imagen-2/>

*Imagen: Text-to-Image Diffusion Models.* (z.d.). <https://imagen.research.google/>

*Introducing ChatGPT.* (z.d.). OpenAI. <https://openai.com/index/chatgpt/>

*Invideo AI - Turn ideas into videos - AI video creator.* (z.d.). InVideo - Online Video Creator For Content And Marketing Videos. <https://invideo.io/ai/>

*IP and Frontier Technologies.* (z.d.). [https://www.wipo.int/about-ip/en/frontier\\_technologies/ai\\_and\\_ip.html](https://www.wipo.int/about-ip/en/frontier_technologies/ai_and_ip.html)

Jackson, A. (2023, 30 november). ChatGPT turns one: How AI chatbot has changed the tech world. *Technology Magazine*.  
<https://technologymagazine.com/articles/chatgpt-turns-one-how-ai-chatbot-has-changed-the-tech-world>

Lovens, P. (2023, 28 maart). "Sans ces conversations avec le chatbot Eliza, mon mari serait toujours là". *La Libre.be*. <https://www.lalibre.be/belgique/societe/2023/03/28/sans-ces-conversations-avec-le-chatbot-eliza-mon-mari-serait-toujours-la-LVSLWPC5WRDX7J2RCHNWPST24/>

*Lumiere - Google Research.* (z.d.). Lumiere - Google Research. <https://lumiere-video.github.io/>

Marr, B. (2024, 20 februari). The 15 Biggest Risks Of Artificial Intelligence. *Forbes*.  
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/06/02/the-15-biggest-risks-of-artificial-intelligence/?sh=1ee5f7652706>

Mediawijs. (z.d.). *Mediawijs wijst de weg in de digitale wereld*. <https://www.mediawijs.be/nl>

Mediawijs. (2021, 27 september). *Wat is een deepfake?*  
<https://www.mediawijs.be/nl/artikels/wat-een-deepfake>

*Midjourney.* (z.d.). Midjourney. <https://www.midjourney.com/home>

Moonpreneur. (2023, 27 december). *Role of AI in Augmented and Virtual Reality*.  
Moonpreneur. <https://moonpreneur.com/blog/role-of-ai-in-ar-and-vr/>

Pearl Cohen. (2023, 23 januari). *AI, AR and VR - Pearl Cohen*.  
<https://www.pearlcohen.com/industry/ai-ar-and-vr/>

*Prompt Engineering Guide - Nextra.* (z.d.). <https://www.promptingguide.ai/>

Roseel, T. (2024, February 12). Welke jobs verdwijnen (weldra) door AI? En welke zijn resistent? "Focussen op nieuwe zaken waar je als mens het verschil maakt." *hln.be*.  
<https://www.hln.be/geld/welke-jobs-verdwijnen-weldra-door-ai-en-welke-zijn-resistent-focussen-op-nieuwe-zaken-waar-je-als-mens-het-verschil-maakt-a15e6078/>

Stable Diffusion Online. (z.d.). <https://stablediffusionweb.com/>

Staff, C. (2024, 19 maart). *What Is Prompt Engineering? Definition and Examples*. Coursera. <https://www.coursera.org/articles/what-is-prompt-engineering>

Universiteit Gent. (2022, 22 december). *Wat is artificiële intelligentie? Wat betekent AI voor jou? Welke mogelijkheden creëert AI voor Vlaamse bedrijven?* Digitale Toekomst. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van <https://www.digitaletoeekomst.be/nl/artificiele-intelligentie/nieuws/wat-is-artificiele-intelligentie-welke-mogelijkheden-voor-bedrijven>

Verweire, E. (Red.). (2020). *Technologie en gezondheid. EOS Wetenschap*.

VK, A. (2022, 10 februari). *Types of Artificial Intelligence - Narrow, General, and Super AI Explained*. Spiceworks. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/types-of-ai/>

*What is Quantum Computing? | IBM*. (z.d.). <https://www.ibm.com/topics/quantum-computing>

Wikipedia-bijdragers. (2021, 19 mei). *Machinaal leren*. Wikipedia. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van [https://nl.wikipedia.org/wiki/Machinaal\\_leren](https://nl.wikipedia.org/wiki/Machinaal_leren)

Wikipedia-bijdragers. (2023, 12 maart). *Kunstmatige intelligentie*. Wikipedia. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van [https://nl.wikipedia.org/wiki/Kunstmatige\\_intelligentie](https://nl.wikipedia.org/wiki/Kunstmatige_intelligentie)

Yang, A. (2019, 27 september). *Automation Will Dramatically Change The Workforce. Andrew Yang Has A Plan To Bridge The Gap*. Forbes. Geraadpleegd op 23 maart 2023, van <https://www.forbes.com/sites/quora/2019/09/27/automation-will-dramatically-change-the-workforce-andrew-yang-has-a-plan-to-bridge-the-gap/?sh=27ca7d5c204b>

## Figuren

---

*Artificiële Intelligentie in het onderwijs*. (z.d.). Google Docs. [https://docs.google.com/forms/d/13XcvijYT9n6\\_Sk7dNrMdB7ssYtVoHCPfpf9tWMwqfr8/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/13XcvijYT9n6_Sk7dNrMdB7ssYtVoHCPfpf9tWMwqfr8/edit#responses)

Database, A. P. S. (z.d.). *AlphaFold Protein Structure Database*. <https://alphafold.ebi.ac.uk/>

Dubey, A. (2021, 14 december). *Classical Bit Vs Qubit - Abhishek Dubey - Medium*. *Medium*. <https://medium.com/@adubey40/classical-bit-vs-qubit-fa6c6c06e8f>

Huivan, N. (2023, 28 april). *What is Artificial General Intelligence? What Is Artificial General Intelligence?* | Atlasiko Inc. <https://atlasiko.com/blog/ai/what-is-artificial-general-intelligence/>

*Moore's Law.* (z.d.-a). Intel.

<https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/resources/moores-law.html>

Nagyfi, R. (2018, 3 december). The differences between Artificial and Biological Neural Networks. *Medium*. <https://towardsdatascience.com/the-differences-between-artificial-and-biological-neural-networks-a8b46db828b7>

UXWing. (2023a, februari 4). *ChatGPT icon PNG and SVG Vector Free Download*. UXWing. <https://uxwing.com/chatgpt-icon/>

UXWing. (2023b, oktober 23). *Google Gemini icon PNG and SVG Vector Free Download*. UXWing. <https://uxwing.com/google-gemini-icon/>