

Auteur
De Smet Milan, Liekens Annelore
Promotor
Tania Mouton
Academiejaar
2024-2025
Educatieve Bachelor in het Secundair Onderwijs

AI in het wiskundeonderwijs.

Hoe kan leermateriaal binnen het wiskundeonderwijs met AI ontwikkeld worden?

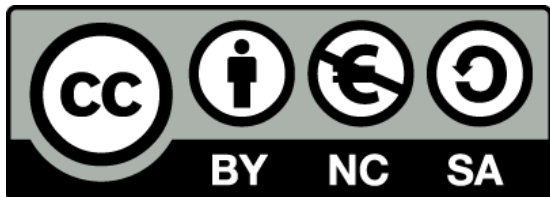
Hogeschool Gent
Departement Lerarenopleiding
Campus Ledeganck
K.L. Ledeganckstraat 8 | 9000 Gent
Website: <https://www.hogent.be>

**HO
GENT**

Deze bachelorproef is gemaakt door De Smet Milan en Liekens Annelore, studenten aan de Hogeschool Gent, ter voltooiing van de opleiding Educatieve bachelor in het secundair onderwijs. De standpunten die in deze bachelorproef zijn verwoord, zijn louter het persoonlijke standpunt van de individuele auteurs en reflecteren niet noodzakelijkerwijs de mening, het officiële standpunt of het beleid van de Hogeschool Gent.

Deze onderzoekspaper mag gebruikt worden indien voldaan wordt aan onderstaande Creative Commons licentie van het niveau:

'Naamsvermelding – Niet-commercieel – Gelijk Delen'.



Ook het logo van HOGENT moet behouden blijven.

De volledige licentieovereenkomst kan geraadpleegd worden op:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/be/legalcode.nl>

Voorwoord

Voor u ligt de paper voor het opleidingsonderdeel *bachelorproef*. Dit vak is een van de opleidingsonderdelen binnen het derde jaar van de educatieve bachelor secundair onderwijs aangeboden door HOGENT.

Dit onderzoek werd uitgevoerd door De Smet Milan en Liekens Annelore. Onze onderwijsvakken zijn wiskunde en fysica.

Voor dit opleidingsonderdeel kregen we de opdracht om een praktijkonderzoek uit te voeren. Wij kozen ervoor om te onderzoeken hoe artificiële intelligentie leerkrachten kan ondersteunen bij het ontwikkelen van lesmateriaal binnen het wiskundeonderwijs. Het ontwikkelen van lesmateriaal is een probleem waar je als leerkracht dikwijls op botst. AI is een nieuwe mogelijkheid om wiskundelessen te verrijken en beter af te stemmen op de onderwijsnoden van leerlingen.

We werkten doorheen het derde jaar aan deze paper. Tijdens contactmomenten namen we de tijd om enkele stappen te zetten in ons onderzoek en zo zorgden we dat de paper meer en meer vorm kreeg.

Doordat we samen de opleiding doorlopen en dezelfde onderwijsvakken delen, was er een goede wisselwerking en konden we goed op elkaar inspelen. Vanaf de start hadden we hetzelfde idee over de bachelorproef. De samenwerking verliep vlot en we zijn trots op het eindresultaat.

Onze dank gaat uit naar de leerlingen en leerkrachten die meegewerkt hebben aan ons onderzoek. Zonder hen hadden we nooit de nodige informatie verkregen om ons onderzoek tot een goed einde te brengen.

Verder gaat onze dank uit naar mevrouw Tania Mouton voor haar waardevolle begeleiding alsook haar inspirerende interesse en expertise op het gebied van artificiële intelligentie. Ook danken wij onze ouders, die de paper zorgvuldig hebben nagelezen en van waardevolle feedback hebben voorzien.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

De Smet Milan en Liekens Annelore
Gent, 2 juni 2025

Inhoudstafel

1	Inleiding: probleemstelling en onderzoeksvraag	6
2	Literatuurstudie.....	7
2.1	<i>Artificiële intelligentie</i>	7
2.1.1	AI in ons leven.	7
2.1.2	Hoe AI werkt?	8
2.2	<i>Welke verschillende AI-modellen zijn er?</i>	9
2.2.1	Copilot.....	9
2.2.2	ChatGPT	10
2.2.3	DeepSeek.....	10
2.3	<i>Prompting.....</i>	11
2.3.1	PREPARE-model	11
2.3.2	Voorkomende fouten	12
2.3.3	Aandachtspunten	13
2.4	<i>Beleid.....</i>	14
3	Onderzoeksopzet.....	15
3.1	<i>Deelvraag 1: Welke wiskunde apps, waarin AI geïntegreerd is, bieden een meerwaarde voor het leerproces van de leerling in het wiskundeonderwijs?.....</i>	15
3.2	<i>Deelvraag 2: Welke meerwaarde kan AI bieden binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?.....</i>	15
3.3	<i>Deelvraag 3: Wat zijn de gevaren van AI binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?.....</i>	16
3.4	<i>Deelvraag 4: Kan AI ingezet worden om feedback aan leerlingen te geven?.....</i>	16
3.5	<i>Deelvraag 5: Hoe verschillen diverse AI-modellen in hun vermogen om correct, didactisch verantwoord en bruikbaar leermateriaal te genereren voor het wiskundeonderwijs?</i>	16
4	Resultaten.....	18
4.1	<i>Deelvraag 1: Welke wiskunde apps, waarin AI geïntegreerd is, bieden een meerwaarde voor het leerproces van de leerling in het wiskundeonderwijs?.....</i>	18
4.2	<i>Deelvraag 2: Welke meerwaarde kan AI bieden binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?.....</i>	22
4.3	<i>Deelvraag 3: Wat zijn de gevaren van AI binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?.....</i>	26

4.4	<i>Deelvraag 4: Kan AI ingezet worden om feedback aan leerlingen te geven?</i>	28
4.5	<i>Deelvraag 5: Hoe verschillen diverse AI-modellen in hun vermogen om correct, didactisch verantwoord en bruikbaar leermateriaal te genereren voor het wiskundeonderwijs?</i>	30
4.5.1	Vergelijkende studie van AI-modellen (<i>bijlage 5, 6, 7, 8 en 9</i>).....	30
4.5.2	Verbetersleutel met AI (<i>bijlage 10</i>)	32
4.5.3	Digitale oefeningen met AI (<i>bijlage 11 en 12</i>)	33
4.5.4	Creativiteit met AI	34
4.5.5	AI tijdens de les wiskunde (<i>bijlage 13</i>)	34
5	Eindbesluit	37
6	Reflectie	38

1 Inleiding: probleemstelling en onderzoeksvraag

Artificiële intelligentie speelt een steeds prominentere rol in de samenleving waaronder ook in het onderwijs. Daarom is het van belang dat leerkrachten en leerlingen zo goed mogelijk AI begrijpen en kunnen toepassen in het dagelijkse leven.

Leerlingen maken al actief gebruik van AI, maar nog niet alle leerkrachten gebruiken AI al even fanatiek. (Michiels, 2024) Het kan een handig middel zijn voor zowel leerlingen als leerkrachten om op deze manier tijd te besparen. (Last & Sprakel, 2023) Wij vroegen ons af of AI een meerwaarde kan bieden aan leerkrachten. Onder andere bij het ontwikkelen van leermateriaal of tijdens de lessen zelf. (Wulgaert & Devlies, 2023) De centrale vraag van dit onderzoek luidt als volgt: *Hoe kan leermateriaal binnen het wiskundeonderwijs met AI ontwikkeld worden?*

Als toekomstige leerkrachten zijn we benieuwd naar de mogelijkheden van AI binnen het onderwijs. We willen een beeld krijgen van wat AI concreet inhoudt en de werking ervan. We willen dieper ingaan op de voordelen die AI kan bieden aan leerkrachten om de werklast te verminderen en de leerwinst bij leerlingen te vergroten. Eveneens willen wij hierbij rekening houden met alle gevaren en risico's van het gebruik van AI. (Scheire, 2023)

Dit onderzoek is opgebouwd rond vijf deelvragen:

- Welke wiskunde apps, waarin AI geïntegreerd is, bieden een meerwaarde voor het leerproces van de leerling in het wiskundeonderwijs?
- Welke meerwaarde kan AI bieden binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?
- Wat zijn de gevaren van AI binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?
- Kan AI ingezet worden om feedback aan leerlingen te geven?
- Hoe verschillen diverse AI-modellen in hun vermogen om correct, didactisch verantwoord en bruikbaar leermateriaal te genereren voor het wiskundeonderwijs?

In de volgende hoofdstukken worden de literatuurstudie en de onderzoeksopzet besproken. De literatuurstudie gaat dieper in op wat artificiële intelligentie precies inhoudt, hoe het toegepast kan worden binnen het onderwijs en welke verschillende modellen beschikbaar zijn. In de onderzoeksopzet worden de deelvragen gekoppeld aan de concrete aanpak per vraag. Na de analyse van de resultaten wordt in het eindbesluit een antwoord geformuleerd op de centrale onderzoeksvraag. Deze bachelorproef wordt afgerond met een reflectie, een bibliografie en bijlagen. Deze systematische aanpak maakt het mogelijk om tot een gestructureerd en onderbouwd antwoord op de onderzoeksvraag te komen.

2 Literatuurstudie

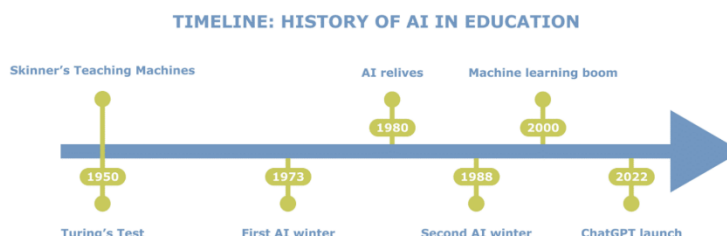
2.1 Artificiële intelligentie

Het veld van artificiële intelligentie kwam al op als een aparte discipline in 1950 en werd voor het eerst geconceptualiseerd tijdens een workshop in Dartmouth College in 1955.

Tussen 1930 en 1960 ontstonden de eerste ideeën over gepersonaliseerd leren en artificiële intelligentie. Skinner ontwikkelde een onderwijsmachine waarmee leerlingen in hun eigen tempo konden leren. De machine gaf na elke vraag directe feedback en gebruikte beloning om het leerproces te stimuleren, een vroege vorm van gepersonaliseerd, stapsgewijs leren op basis van gedragspsychologie. Turing introduceerde de Turingtest om te bepalen of machines menselijk denken kunnen imiteren. Daarbij moet een mens via een gesprek proberen te achterhalen wie de machine is; als dat niet lukt, slaagt de machine voor de test.

Tussen 1960 en 1980 groeide de interesse in AI sterk door overheidsinvesteringen, maar het uitblijven van echte doorbraken leidde tot teleurstelling en de eerste AI winter, een periode van sterk verminderde interesse en financiering. Toch brachten deze jaren innovaties zoals het PLATO-systeem, een vroege interactieve leeromgeving en voorloper van online leren, en Andersons ACT-R-theorie, die beschrijft hoe mensen denken en leren en de basis vormt voor adaptieve onderwijssystemen.

Tussen 1990 en 2000 maakte snellere computerkracht het mogelijk om grote hoeveelheden data te verwerken, wat leidde tot de opkomst van deep learning: AI die zelf leert door patronen te herkennen in data. Dit zorgde voor een verschuiving van de oudere, regelgebaseerde aanpak, ook wel GOFAI (Good Old-Fashioned Artificial Intelligence) genoemd, naar machine learning. GOFAI werkt met vooraf geprogrammeerde regels en logica, waarbij computers vaste instructies volgen om problemen op te lossen, zonder zelf te leren. Machine learning daarentegen stelt systemen in staat om te leren van data en zich aan te passen, wat beter werkt bij complexe en veranderende situaties. (KU Leuven, 2024)



Figuur 1: Tijdlijn geschiedenis van AI

2.1.1 AI in ons leven.

AI komt in ons leven terug op meer manieren dan dat we onszelf kunnen voorstellen. Vaak zijn het applicaties waarbij je niet eens weet dat er AI in verwerkt is zoals bijvoorbeeld in een elektrische tandenborstel. (Ilumax, 2024) De meest gebruikte apps zijn Google home, Apple Watch, Gmail, Spotify, Teams, Netflix en TikTok. Bij elke applicatie hebben we een andere beleving, ondanks dat er overal AI aanwezig is. De aanwezigheid van AI zorgt ervoor dat alles volledig is afgestemd op wat wij leuk vinden en waar wij graag naar kijken of luisteren.

Doordat alles zo op ons is afgestemd, gebruiken we steeds minder een zoekbalk. Uit onderzoek blijkt dat 73% van de YouTube-gebruikers de zoekbalk niet meer gebruikt, en bij TikTok loopt dit zelfs op tot 93%. Maar we zijn ons er vaak niet volledig van bewust dat we

geen zoekbalk meer gebruiken, omdat onze feed (het overzicht waar je steeds nieuwe dingen ziet) wordt gegenereerd door AI.

De applicaties waar leerlingen op schoolgebied al snel mee in contact komen, zijn DeepL, Google Translate en ChatGPT. In april 2023 werd er onderzoek gedaan door de scholierenkoepel, waaruit bleek dat 45% van de leerlingen weleens gebruikmaakt van AI en 12% zelfs dagelijks. Dit onderzoek richtte zich op leerlingen tussen de 12 en 18 jaar. Leerlingen groeien op in een digitale wereld en kunnen ermee overweg, maar niemand heeft het hen expliciet uitgelegd. (Wulgaert, 2024)

Een AI-systeem wordt beschreven in de EU Artificial Intelligence Act (Artikel 3: Definitions) als *'een op een machine gebaseerd systeem dat is ontworpen om met verschillende niveaus van autonomie te werken en dat na het inzetten ervan aanpassingsvermogen kan vertonen, en dat, voor expliciete of impliciete doelstellingen, uit de ontvangen input afleidt hoe output te genereren zoals voorspellingen, inhoud, aanbevelingen of beslissingen die van invloed kunnen zijn op fysieke of virtuele omgevingen.* (EU Artificial Intelligence Act, 2025)

Om misbruik, veiligheidsproblemen en onbedoeld gebruik te voorkomen, zal menselijke intelligentie altijd nodig blijven. Overmatig gebruik van AI-technologie kan onze dagelijkse realiteit verstoren. Daarom zal de toekomst een kruispunt moeten worden van zowel menselijke als technologische intelligentie. (KU Leuven, 2024)

2.1.2 Hoe AI werkt?

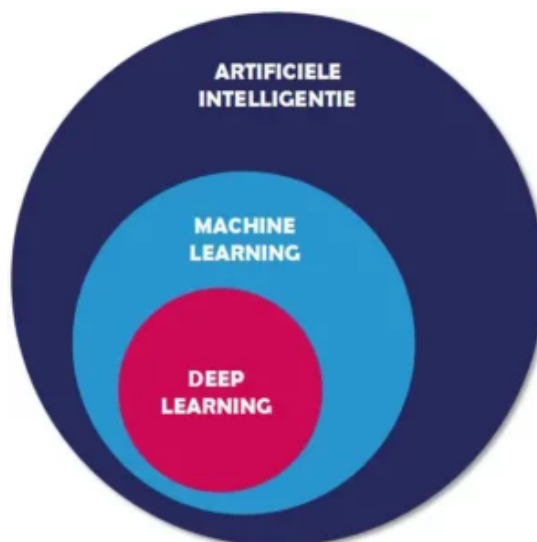
Artificiële intelligentie is een nieuwe vorm van software die goed is in patroonherkenning met spectaculaire gevolgen. Het werkt door computers en software taken te laten uitvoeren die menselijke intelligentie vereisen. (Scheire, 2023)

Het maakt het voor technische systemen mogelijk om hun omgeving waar te nemen, om te gaan met deze waarnemingen en problemen op te lossen om een specifiek doel te bereiken. De computer ontvangt deze data, verwerkt deze en reageert erop. (Europees Parlement, 2024)

Een onderdeel van AI is machine learning, wat betekent dat het systeem geen expliciet geprogrammeerde regels volgt zoals een traditionele computer, maar zelf leert uit gegevens, vandaar de naam generatieve AI. Het systeem wordt gevoed met grote hoeveelheden gegevens en zoekt zelf patronen, zonder dat een mens elke stap vooraf definieert. Deze gegevens kunnen teksten, afbeeldingen, geluiden, video's of andere vormen van informatie zijn. Het systeem is ook in staat om zijn eigen software aan te passen.

Een belangrijke methode dat wordt toegepast binnen AI is het gebruik van neurale netwerken, die werken zoals een menselijk brein. Neurale netwerken zijn rekenmodellen met verschillende lagen 'neuronen' die samenwerken om informatie te verwerken en verbanden te leggen. Door dit netwerk te trainen, kan het ook leren om bepaalde taken uit te voeren.

Een geavanceerde vorm van machine learning die gebruikt maakt van neurale netwerken met meerdere lagen om complexe patronen te herkennen, is deep learning. Deep learning is eigenlijk een evolutie van machine learning. Het maakt machine learning efficiënter doordat het computers in staat stelt om zelfstandig beslissingen te nemen, zonder dat ze expliciet geprogrammeerd worden. In plaats van de computer exact te vertellen wat hij moet zoeken, reiken we zelf voorbeelden aan waaruit hij kan leren.



Figuur 2: De verhouding tussen AI, ML en DL (Trendskout, z.d.)

Een veelbesproken probleem binnen AI en voornamelijk binnen de diepe neurale netwerken, is het black box-effect. Dit betekent dat het vaak moeilijk is om precies te achterhalen hoe AI tot een bepaalde conclusie komt. Hoewel het model goede resultaten kan produceren, is het vaak onduidelijk hoe het model tot deze resultaten komt. Het gebrek aan transparantie kan problemen geven bij bijvoorbeeld medische diagnoses of het bepalen of iemand kredietwaardig is of niet.

2.2 Welke verschillende AI-modellen zijn er?

Binnen AI-modellen wordt onderscheid gemaakt tussen Small AI en generatieve AI (Gen AI). Smalle AI-modellen zijn ontworpen om één specifieke taak uit te voeren, zoals Photomath, dat wiskunde problemen oplost. Deze modellen zijn vaak efficiënter en sneller binnen hun afgebakende domein. Generatieve AI-modellen, zoals ChatGPT, kunnen daarentegen op basis van input zelfstandig nieuwe en contextuele tekst genereren. ChatGPT is een voorbeeld van Gen AI omdat het flexibel kan inspelen op uiteenlopende vragen en meerdere taken aankan, in tegenstelling tot smalle AI, die slechts één taak beheerst. Bij Gen AI-modellen is er echter wel een verschil tussen het gratis gebruik en een betalende licentie.

Onderstaand worden de meest voorkomende Gen AI-modellen besproken die in het onderwijs toegepast worden. Hoewel deze drie modellen vaak ingezet worden, is het belangrijk te beseffen dat er nog veel meer interessante AI-modellen bestaan, zowel Gen als Small AI-modellen. Er volgt tevens een vergelijkende studie waarin niet alleen de eerder besproken AI-modellen tegenover elkaar worden geplaatst, maar ook enkele minder bekende AI-modellen die zeker de moeite waard zijn om te verkennen.

2.2.1 Copilot

Copilot, de AI-assistent van Microsoft, is een chatbot die je kunt gebruiken binnen Microsoft 365. Copilot is geïntegreerd in verschillende Microsoft 365-apps, zoals Word, Excel, PowerPoint, Outlook en Teams. Copilot is eveneens geïntegreerd in de Microsoft Edge browsers en deze zoekmachine draait op OpenAI's GPT-4. (Microsoft, 2025) Copilot helpt bij het efficiënter uitvoeren van taken en het verbeteren van productiviteit en vaardigheden. Deze chatbox maakt gebruik van kunstmatige intelligentie, waaronder verschillende grote taalmodellen, Large Language Model (LLM's). Deze modellen begrijpen, vatten samen en genereren inhoud voor algemene doeleinden.

Binnen de community waarin je werkt, gelden bepaalde privacy grenzen, waardoor gegevens niet zomaar kunnen worden doorgegeven. Binnen dezelfde digitale omgeving, zoals bij een organisatie, kunnen gegevens echter wel worden gedeeld. Er kan informatie gehaald worden binnen dezelfde community uit e-mails, chats en documenten waarvoor er toegang verleend is. Hierdoor kan Copilot relevante suggesties doen en de gebruiker sneller helpen bij het beantwoorden van vragen, het opstellen van teksten of het maken van samenvattingen. (Microsoft, 2025)

Recentelijk is Copilot door Microsoft vernieuwd. In de nieuwe versie worden er bronnen vermeld bij de gegeven informatie zodat de gebruiker de accuraatheid ervan kan verifiëren. (Microsoft, 2025) Binnen Copilot wordt er gebruik gemaakt van GPT-4o, deze wordt specifiek vernoemd wanneer het gaat over wiskundige toepassingen. Deze versie is geïntegreerd met WolframAlpha, wat het bijzonder geschikt maakt voor wiskundige en wetenschappelijke taken. (Microsoft Onderwijs Vlaanderen, persoonlijke communicatie, 2025)

2.2.2 ChatGPT

ChatGPT is een door OpenAI ontwikkelde chatbot. OpenAI is een Amerikaanse onderneming die onderzoek doet naar en producten ontwikkelt op gebied van kunstmatige intelligentie. Het is ontworpen om taal te begrijpen en te genereren om zo dialogen te kunnen voeren met de gebruikers, zoals Copilot dit ook doet. Het werd gelanceerd in november 2022 en is gratis te gebruiken, maar er zijn ook professionele, betalende versies met meer mogelijkheden.

ChatGPT is getraind op enorme hoeveelheden tekstdata uit diverse bronnen. Het leert patronen, grammatica, feiten en contextuele relaties in taal. Het model kan tekst genereren op basis van de input die het krijgt. Het voorspelt dan het meest waarschijnlijke volgende woord of zin, rekening houdend met de context. Er is ook interactie mogelijk. Het kan gebruikt worden voor chatbots, vertalingen, samenvattingen en veel meer.

ChatGPT heeft ook beperkingen. Het kan soms onjuiste of onzinnige antwoorden schrijven, wat we hallucineren noemen. ChatGPT heeft een beperkte kennis tot informatie die beschikbaar was tot oktober 2021 of heeft soms last van algoritmische vooringenomenheid. Het hallucineren gebeurt bij vele chatboxes, zoals ook bij Copilot. Bij langere gesprekken kan het de context vergeten. Hoewel het creatief is, mist het toch de menselijke intuïtie en diepgang. Het is dus handig, maar dient altijd gebruikt te worden met een kritisch oog. In december 2024 werd het model o1-ChatGPT geïntroduceerd. (Swinkels, 2025)

De huidige versie van ChatGPT is GPT-4o, geïntroduceerd in mei 2024, die sneller, goedkoper en beter is in meerdere talen dan zijn voorganger. Het model verwerkt tekst, spraak en beeld tegelijk en reageert natuurlijker dankzij verbeterde emotionele intelligentie. De data waarover deze versie intussen beschikt, is uitgebreid tot juli 2024. Betalende gebruikers kunnen ook genieten van een nog sterker model, GPT-4.5, ook wel 'Orion' genoemd. Dit model werd in februari 2025 uitgebracht en biedt verbeterde patroonherkenning, emotionele intelligentie en creativiteit, zonder redenering. (OpenAI, 2025)

2.2.3 DeepSeek

DeepSeek is de nieuwste AI-chatbot van de Chinese start-up DeepSeek die in korte tijd een geavanceerd taalmodel heeft ontwikkeld. Het is vergelijkbaar met ChatGPT en is gratis. Het model werkt minstens even goed maar de toekomst zal nog moeten uitwijzen hoe performant het model echt is.

DeepSeek werd opgericht in mei 2023 door de onbekende Liang Wenfeng. Begin januari 2025 werd het nieuwe AI-model op de wereld losgelaten. Het R1-model van DeepSeek is net zoals ChatGPT een geavanceerd taalmodel dat draait op AI. Het kan toegepast worden

bij het oplossen van wiskundige vraagstukken, coderen en analyseren van data. Het haalt gelijkaardige prestaties aan het o1-ChatGPT-model van OpenAI.

Het grote verschil is de prijs. DeepSeek lijkt een stuk goedkoper, ook om te bouwen, dan de concurrentie. Het R1-model is gratis en draait op goedkopere Nvidia-chips. Het zou ook energiezuiniger zijn volgens de Chinezen dan de bestaande modellen. (Schillewaert, 2025)

DeepSeek groeit snel en stimuleert concurrentie met westerse AI-bedrijven. Toch roept DeepSeek vragen op over transparantie, mogelijke censuur en internationale erkenning. Het is een relatief nieuw en onbekend bedrijf, dus er is weinig informatie over de werking, ethiek en betrouwbaarheid. Aangezien het een Chinees bedrijf is, is het onderhevig aan de Chinese regelgeving en censuur, wat de objectiviteit en bruikbaarheid kan beïnvloeden. Het bedrijf verzamelt ook een breed scala van gegevens zoals alles wat je invoert, IP-adres, apparaatgegevens en zelf toetsaanslagpatronen en -ritmes, wat bijzonder zorgwekkend is. Alle gegevens worden standaard doorgestuurd naar servers van het Chinese bedrijf achter DeepSeek.

Gebruikers zijn best waakzaam bij het gebruik van DeepSeek (niet zo geschikt voor onderwijssector, verdere uitleg in de vergelijkende studie) dat op moment van schrijven zeer populair was.

2.3 Prompting

Een prompt is een vorm van tekst waarmee we communiceren met AI. Er is een verschil tussen zoeken en prompting. Zoeken gebruik je wanneer je effectief iets wilt opzoeken, zoals bij een zoekopdracht. Wanneer we spreken over prompting, gaat het eerder om een creatief proces, zoals het samenvatten of genereren van tekst. Een prompt is de opdracht of instructie die gegeven wordt aan een AI-model om een reactie of output te genereren.

Wanneer er wordt gesproken over prompt engineering, gaat het over het proces waarbij de instructie aan de AI-tool, zoals Copilot, wordt verfijnd. Wanneer een goede prompt wordt ingevoerd, zal dit resulteren in een goede output. Er zijn enkele stappen die kunnen worden doorlopen om een effectieve prompt te formuleren en in te voeren in de AI-tool.

Allereerst is het belangrijk om te beginnen met een duidelijk doel; je moet weten wat je concreet wil bereiken met je prompt. Vervolgens schrijf je een eerste versie van de prompt en voer je deze in. Daarna test je de prompt en observeer je de gegenereerde output. Door goed te analyseren wat de AI produceert, kun je de prompt verder aanpassen en verfijnen. Op die manier kom je tot een optimale prompt, wat zal resulteren in een betere en meer bruikbare output. (Microsoft Onderwijs Vlaanderen, persoonlijke communicatie, 2025)

2.3.1 PREPARE-model

Het PREPARE-model (Fitzpatrick et al., 2023) helpt bij het formuleren van effectieve prompts voor AI-tools, zodat de output nauwkeurig en bruikbaar is. Dit model bestaat uit verschillende elementen die samen zorgen voor een goed gestructureerde en doelgerichte interactie met AI.

De eerste stap is *Prompt*, waarbij de taak of instructie duidelijk moet worden beschreven. Hoe specifieker de prompt, hoe beter de AI het verzoek kan begrijpen en uitvoeren. Vervolgens is er *Role*, wat inhoudt dat je een persona voor het systeem stimuleert. Door een rol te definiëren, zoals een leraar, coach of marketingspecialist, AI de toon en stijl van het antwoord beter afstemmen op de gewenste context.

Daarnaast is het belangrijk om *Expliciet* te zijn in de vraagstelling. Dit betekent dat je duidelijk het doel en de doelgroep aangeeft en eventuele stappen uitlegt die de AI-tool moet volgen om de taak te voltooien. Hierdoor wordt de kans op misverstanden verkleind. Een andere essentiële factor is *Parameters*, waarbij je instrueert hoe de output gepresenteerd moet worden. Dit kan gaan over de context, het aantal tekens, het vermijden van herhaling en de schrijfstijl. Er zijn verschillende schrijfstijlen mogelijk, zoals

educatief, motiverend en inspirerend, overtuigend en verkopend, persoonlijk en emotioneel, humoristisch en vermakelijk, serieus en diepgaand, ondersteunend en empathisch, kritisch en analytisch, geruststellend of boeiend.

Een effectieve prompt bevat ook *Ask*, waarbij je AI vraagt om verhelderingsvragen te stellen voordat hij verder gaat. Dit zorgt ervoor dat AI beter begrijpt wat je nodig hebt. Vervolgens komt *Rate*, waarbij je de AI vraagt om zijn eigen output te beoordelen, bijvoorbeeld met een score op 10 en een korte evaluatie over wat beter kan.

Tot slot speelt *Emotionele stimulans* een rol in het proces. Door aan te geven dat het belangrijk voor je is dat de AI zijn best doet, voeg je een menselijke en motiverende factor toe aan de interactie. Dit kan bijdragen aan een meer betrokken en kwalitatieve respons.

Door het PREPARE-model te volgen, wordt de communicatie met AI-tools effectiever, waardoor de gegenereerde antwoorden beter aansluiten bij de verwachtingen en behoeften.

2.3.2 Voorkomende fouten

Eén van de meest voorkomende fouten bij het werken met AI-systemen is het geven van onduidelijke of conflicterende instructies. Wanneer opdrachten niet helder geformuleerd zijn of tegenstrijdige aanwijzingen bevatten, kan de AI het moeilijk hebben om de juiste interpretatie te vinden. Dit kan leiden tot minder nauwkeurige resultaten. Daarnaast speelt taalgebruik een belangrijke rol. Veel AI-modellen zijn getraind in het Engels, waardoor instructies in andere talen soms minder goed worden begrepen, anders worden geïnterpreteerd dan bedoeld of dat er zaken vanuit het Engels terugkomen.

Een andere veelvoorkomende valkuil is het ontbreken van duidelijke doelstellingen. Zonder een goed gedefinieerde intentie en een helder beeld van het beoogde publiek, is het moeilijk om relevante en bruikbare output te krijgen. AI-systemen werken het beste wanneer ze worden aangestuurd met specifieke, goed doordachte instructies die in lijn zijn met het gewenste eindresultaat. (Microsoft Onderwijs Vlaanderen, persoonlijke communicatie, 2025)

2.3.3 Aandachtspunten

Vraag AI zelf om advies. (reverse prompting)

Weet je niet precies hoe je iets moet vragen? Vraag dan eerst aan AI wat een goede prompt zou zijn voor jouw specifieke doel. Geef het gewenste resultaat in en laat AI bedenken welke prompt nodig is voor het gewenste resultaat.

Werk in secties.

Bij grote hoeveelheden tekst of data is het handig om deze af te bakenen en in kleinere secties te verwerken.

Itereren en verbeteren.

Laat AI niet meteen een hele tekst herschrijven, maar werk per alinea of sectie.

Bijvoorbeeld: *"Herschrijf alinea 2 in formele toon."* Zo houd je controle over het eindresultaat.

Gebruik opsommingen.

Wanneer je AI vraagt om een tekst samen te vatten, vraag dan om opsommingstekens voor extra overzichtelijkheid.

Wees kritisch.

AI kan hallucineren, oftewel onjuiste of verzonnen informatie genereren. Controleer altijd de output.

Vertrouw dus niet blind op de gegenereerde tekst, maar controleer belangrijke feiten altijd.

Kwaliteit van de prompt bepaalt de output.

Een vage of ongerichte prompt levert slechte output op, terwijl een duidelijke en gerichte prompt betere resultaten geeft.

Start een nieuwe chat bij een ander onderwerp.

Wanneer de focus van je vraag verandert, begin dan een nieuwe chat om te voorkomen dat AI blijft hangen in de vorige context

Houd rekening met de taal van AI.

Veel AI-modellen zijn primair getraind in het Engels, wat kan leiden tot Engelstalige antwoorden, zelfs als de vraag in een andere taal wordt gesteld.

Vermijd copy-paste bij sjablonen en documenten.

In plaats van tekst te kopiëren, kun je beter een bestaand bestand met de gewenste structuur uploaden.

Vraag om meerdere voorbeelden

AI is creatief en biedt zo meerdere antwoordmogelijkheden. Vraag om meerdere suggesties of ideeën in plaats van slechts één voorbeeld. (Microsoft Onderwijs Vlaanderen, persoonlijke communicatie, 2025)

2.4 Beleid

Vanaf 1 augustus 2024 treedt de EU AI Act in werking. Deze wet is bedoeld om de risico's van AI te beperken en de privacy te waarborgen. Zo beschermt de wet tegen misbruik en is deze geldig voor iedereen die AI ontwikkelt, levert of gebruikt. Onder misbruik valt dat AI-systemen geen mensen mogen manipuleren in hun gedrag en keuzes. Verder is het verboden te voorspellen of iemand een misdrijf gaat plegen op basis van hun profiel. AI mag ook niet gebruikt worden om groepen in te delen volgens hun persoonlijke kenmerken zoals huidskleur, geloof en seksuele voorkeur, zeker niet met behulp van gezichtsherkenning of andere gegevens. Binnen het onderwijs, dat als een hoogrisico-sector wordt beschouwd, hebben enkele van deze regels grote gevolgen. Belangrijk is dat er binnen de school wordt gekeken naar welk beleid rond AI dat er is opgesteld of dat er een beleid rond AI wordt opgesteld. Eén van de belangrijkste zaken binnen het onderwijs is het omgaan met vertrouwelijke informatie van leerlingengegevens.

Jongeren onder de 18 jaar mogen AI alleen gebruiken mits toestemming van hun ouders. Daarom is het belangrijk dat scholen AI-gebruik duidelijk reguleren en opnemen in het schoolreglement, waarbij ouders meteen om toestemming wordt gevraagd. Daarnaast is het cruciaal dat leerkrachten zelf goed begrijpen hoe AI werkt voordat ze het inzetten in de klas. Vanaf februari krijgen alle leerkrachten de mogelijkheid tot bijscholing of lessen over AI, zodat ze goed voorbereid zijn. Het negeren van AI is geen optie; scholen moeten het bespreekbaar maken en duidelijke richtlijnen geven over wanneer en hoe AI gebruikt mag worden. Extra aandacht is nodig voor de bescherming van leerlingengegevens, aangezien onzorgvuldig gebruik grote risico's met zich meebrengt.

Microsoft werkt ondertussen aan Responsible AI-regels om hun taalmodellen beter te reguleren, grounding. Voor jongeren tussen 13 en 18 jaar wordt onderzocht of Copilot onder bepaalde voorwaarden kan worden toegestaan, mits uitvoerige testen aantonen dat er geen misbruik van gemaakt kan worden. Microsoft laat AI-gebruik echter niet toe via schoolaccounts wegens privacy- en beveiligingsredenen. Het is dan ook absoluut niet toegestaan om leerlingen een persoonlijke e-mail te laten aanmaken om AI toch te gebruiken. (Microsoft Onderwijs Vlaanderen, persoonlijke communicatie, 2025)

Sinds februari 2025 wordt de "AI-geletterdheid" beschreven in de EU Artificial Intelligence Act (Artikel 4 AI literacy). 'Elke aanbieder en gebruiker van AI-systemen maatregelen dienen te nemen om, voor zover mogelijk, een voldoende niveau van AI-geletterdheid te waarborgen bij hun personeel en andere personen die namens hen betrokken zijn bij de bediening en het gebruik van AI-systemen, rekening houdend met hun technische kennis, ervaring, opleiding en training, evenals de context waarin de AI-systemen worden ingezet, en met aandacht voor de personen of groepen waarop de AI-systemen worden toegepast.' (EU Artificial Intelligence Act, 2025)

3 Onderzoeksopzet

3.1 Deelvraag 1: Welke wiskunde apps, waarin AI geïntegreerd is, bieden een meerwaarde voor het leerproces van de leerling in het wiskundeonderwijs?

Er is een enquête opgesteld om leerlingen en leerkrachten te bevragen over het gebruik van wiskundige apps binnen het wiskundeonderwijs. De vraag is gericht op het leerproces van de leerlingen, maar de leerkrachten worden betrokken omdat zij zicht hebben op de meerwaarde van dat leerproces. De inspiratie voor zowel de vragen als de meerkeuzeantwoorden komen uit verschillende bronnen. De resultaten worden geanalyseerd en grafisch voorgesteld.

Ook wordt er een literatuurstudie gedaan om de resultaten te vergelijken met wat er in de literatuur geschreven staat, er wordt gedaan aan methodische triangulatie.

Voor dit onderzoek is gekozen voor een mixed methods-aanpak. Dit wil zeggen dat het onderzoek zowel kwalitatief als kwantitatief is. Het is kwalitatief met als opzet om gedetailleerde informatie te verkrijgen, maar ook kwantitatief omdat de resultaten zullen worden omgezet naar getallen. Elke deelnemer van het onderzoek krijgt dezelfde vragen en de antwoordmogelijkheden zijn vooraf bepaald, vandaar is het een gestandaardiseerd onderzoek met een gesloten karakter. De resultaten uit de vragenlijst zijn dus voorgestructureerd, bij de literatuurstudie is de data minder gestructureerd. Bij zowel de vragenlijst als de literatuurstudie werd er gebruik gemaakt van verschillende bronnen (brontriangulatie). (Van Der Donk & Van Lanen, 2022)

3.2 Deelvraag 2: Welke meerwaarde kan AI bieden binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?

Er is een enquête samengesteld om leerlingen en leerkrachten te bevragen over welke meerwaarde AI kan bieden binnen het wiskundeonderwijs, zowel via wiskundige apps als via chatbots en andere AI-tools.

Dit gaat gepaard met een literatuurstudie om verder te onderzoeken welke meerwaarde AI kan bieden binnen het wiskundeonderwijs, voor zowel leerkracht als leerling. Op die manier wordt er een beeld gevormd over welke meerwaarden al bekend zijn binnen het onderwijs, en welke nog niet worden toegepast.

Ook is er een interview afgenomen met een AI-expert, er wordt gedaan aan methodische triangulatie.

Voor dit onderzoek is er gekozen voor een mixed methods-aanpak. Dit wil zeggen dat het onderzoek zowel kwalitatief als kwantitatief is. Het is kwalitatief met als opzet om gedetailleerde informatie te verkrijgen, maar ook kwantitatief omdat de resultaten zullen worden omgezet naar getallen. De deelnemers van het onderzoek (leerkrachten/leerlingen) krijgen verschillende vragen (niet-gestandaardiseerd), sommige waarbij de antwoordmogelijkheden vooraf bepaald zijn (gesloten karakter), andere zijn niet vooraf bepaald en vereisen eigen inbreng (open karakter). De resultaten uit de vragenlijst zijn dus voorgestructureerd, bij de literatuurstudie is de data minder gestructureerd. (Van Der Donk & Van Lanen, 2022)

3.3 Deelvraag 3: Wat zijn de gevaren van AI binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?

Er is een enquête samengesteld om leerlingen en leerkrachten te bevragen over de gevaren van AI binnen het wiskundeonderwijs.

Dit gaat gepaard met een literatuurstudie om verder te onderzoeken welke gevaren AI met zich kan meebrengen en welke gevaren zowel leerkrachten als leerlingen al kennen en welke nog niet (methodische triangulatie).

Voor dit onderzoek is er gekozen voor een mixed methods-aanpak. Dit wil zeggen dat het onderzoek zowel kwalitatief als kwantitatief is. Het is kwalitatief met als opzet om gedetailleerde informatie te verkrijgen, maar ook kwantitatief omdat de resultaten zullen worden omgezet naar getallen. De deelnemers van het onderzoek (leerkrachten/leerlingen) krijgen verschillende vragen (niet-gestandaardiseerd), sommige waarbij de antwoordmogelijkheden vooraf bepaald zijn (gesloten karakter), andere zijn niet vooraf bepaald en vereisen eigen inbreng (open karakter). De resultaten uit de vragenlijst zijn dus voorgestructureerd, bij de literatuurstudie is de data minder gestructureerd. (Van Der Donk & Van Lanen, 2022)

3.4 Deelvraag 4: Kan AI ingezet worden om feedback aan leerlingen te geven?

Er wordt een literatuurstudie gedaan om te onderzoeken of en hoe AI kan worden ingezet om feedback te geven aan leerlingen. Zowel digitale als niet-digitale bronnen (brontriangulatie) worden met elkaar vergeleken. Na het bestuderen van de tekstbronnen, worden ze samengevat.

In de enquête voor de leerkrachten wordt ook kort bevraagd of ze AI al gebruiken om feedback, -up of -forward en op welke manier (methodische triangulatie). Het onderzoek is open en gestandaardiseerd, elke deelnemer van het onderzoek (leerkracht) krijgt dezelfde vragen, die ze op een open manier kunnen beantwoorden.

Er wordt een inhoudsanalyse uitgevoerd door betekenisvolle tekstfragmenten te gaan labelen (open coderen). Na het bespreken van de belangrijkste terugkerende aspecten worden er conclusies getrokken. De bronnen worden geanalyseerd aan de hand van een minder gestructureerd kijkkader.

Het onderzoek is kwalitatief gevoerd met als opzet om gedetailleerde informatie te verkrijgen. (Van Der Donk & Van Lanen, 2022)

3.5 Deelvraag 5: Hoe verschillen diverse AI-modellen in hun vermogen om correct, didactisch verantwoord en bruikbaar leermateriaal te genereren voor het wiskundeonderwijs?

Er worden verschillende onderzoeken gedaan om hetgeen wat in de literatuur en uit de vragenlijsten verkregen wordt, toe te passen in de praktijk. Na de onderzoeken worden deze resultaten vergeleken met de literatuur, zowel digitale als niet-digitale bronnen (brontriangulatie). Bij deze deelvraag wordt kennis omgezet in praktijk.

Bij het eerste onderzoek worden de verschillende AI-modellen vergeleken met elkaar, met oog op onderwijs. Bij het tweede onderzoek worden AI-chatboxen geëvalueerd of ze in staat zijn om een vraagstuk op te stellen terwijl elke chatbox dezelfde vooropgestelde prompts krijgen aangereikt. Bij het derde onderzoek wordt gekeken of het mogelijk is om een verbeterleutel op te stellen met de wiskundige app 'Photomath'. Het vierde onderzoek zal gaan over welke en in welke mate AI-tools digitale oefeningen kunnen voorzien voor leerlingen. Nadien volgt een kleine literatuurstudie over hoe AI-tools kunnen worden ingezet in het wiskundeonderwijs, voor creatieve lessen die voorheen nog niet mogelijk waren.

Tot slot wordt onderzocht of leerlingen in staat zijn om een vraagstuk op te lossen, met beperkte voorkennis, met een AI-chatbox die fungeert als (bij)lesgever. Gevolgd door een tweede vraagstuk, waar de leerlingen wel voorkennis bij hadden, met behulp van een AI-chatbox die fungeert als feedbacktool.

De onderzoeken hebben een kwalitatief karakter met als opzet het verkrijgen van gedetailleerde informatie. De verkregen resultaten zijn telkens ongestructureerd.

4 Resultaten

4.1 Deelvraag 1: Welke wiskunde apps, waarin AI geïntegreerd is, bieden een meerwaarde voor het leerproces van de leerling in het wiskundeonderwijs?

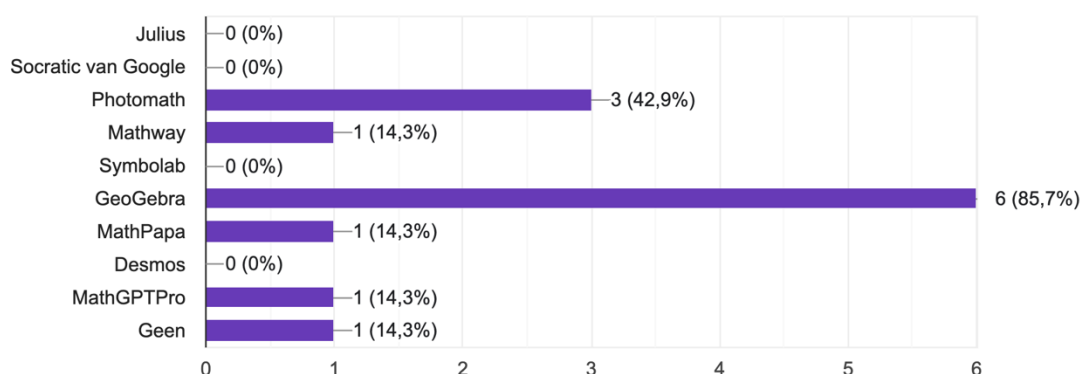
Hieronder worden de meest gekende en meest gebruikte wiskundige apps bekeken vanuit het perspectief van zowel de leerlingen als de leerkrachten. Bij cirkeldiagrammen konden de respondenten telkens één antwoord aankruisen terwijl bij vragen met een staafdiagram meerdere antwoorden mogelijk waren. De vragenlijst voor de leerkrachten telt 7 respondenten en voor de leerlingen 313 respondenten.

Vooreerst werd aan beide groepen de vraag gesteld welke wiskunde apps, waarin AI geïntegreerd is, gekend zijn. Hiervoor konden ze kiezen uit verschillende vooropgestelde antwoorden. Ze konden ook meerdere antwoorden aanduiden indien gewenst.

Eén leerkracht gaf aan geen enkele app te kennen. De overige leerkrachten kennen allemaal Geogebra. Daarnaast is Photomath gekend bij 42,9%. Tot slot bleek Mathway slechts bij één leerkracht gekend te zijn, net zoals Mathpapa en MathGTPPro.

Welke wiskundige apps met AI ken je?

7 antwoorden

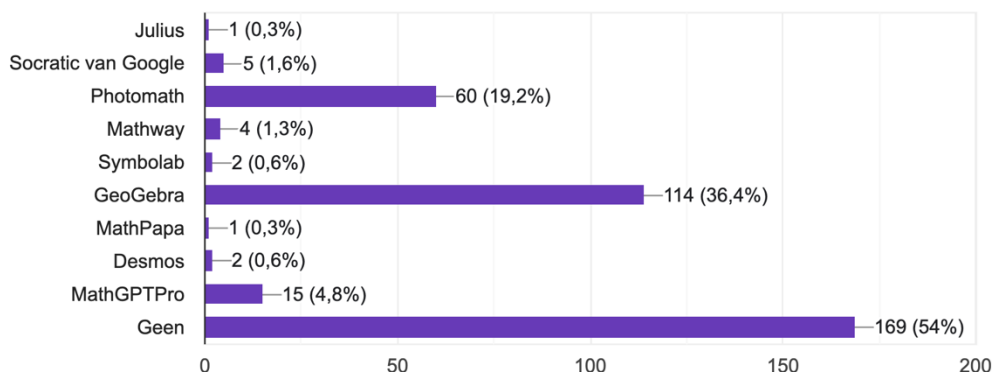


Figuur 3: Welke wiskundige apps met AI ken je? (LK)

Bij de leerlingen zien we gelijkaardige antwoorden. De meest gekende wiskundige apps zijn eveneens Geogebra (36,4%) en Photomath (19,2%). Opvallend is dat ruim 54% geen enkele wiskundige app kent.

Welke wiskundige apps met AI ken je?

313 antwoorden



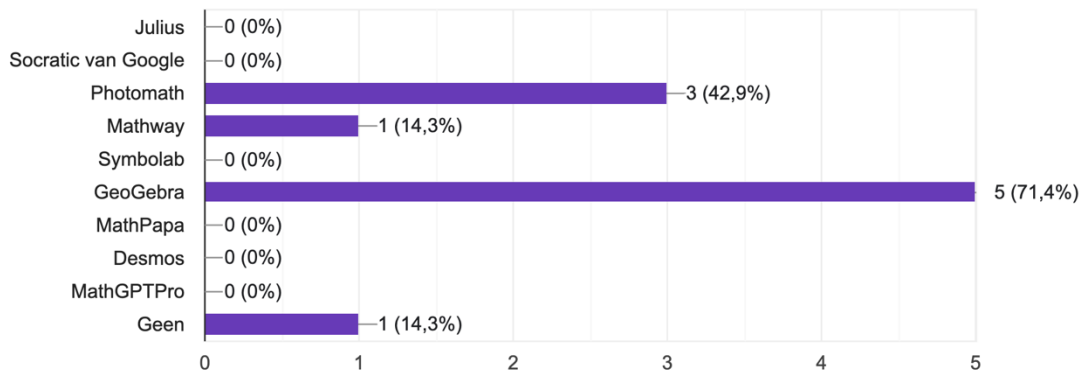
Figuur 4: Welke wiskundige apps met AI ken je? (LL)

Nadien werden de leerlingen en leerkrachten bevraagd over welke van deze wiskundige apps ze gebruiken. Ze kregen dezelfde antwoordmogelijkheden als bij de eerste vraag.

Bij de leerkrachten zagen we een klein verschil ten opzichte van de vorige vraag. Het merendeel gebruikt Geogebra (71,4%) en/of Photomath (42,9%), slechts 14,3% gebruikt Mathway. 14,3% van de leerkrachten gebruikt geen wiskundige app.

Welke wiskundige apps met AI gebruik je?

7 antwoorden

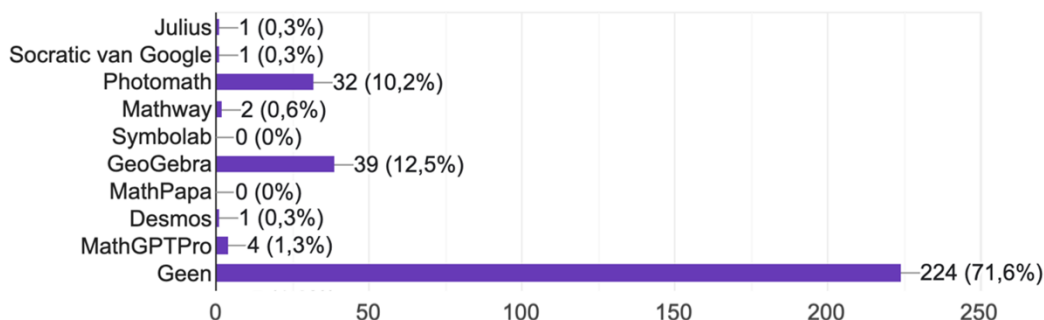


Figuur 5: Welke wiskundige apps met AI gebruik je? (LK)

Bij de leerlingen zien we gelijkaardige antwoorden als bij de vorige vraag. De meestgekennde apps zijn ook de meestgebruikte: Geogebra (12,5%) en Photomath (10,2%). Verrassend is wel dat 71,4% van de leerlingen aangeeft geen wiskundige apps te gebruiken. Wegens een technische fout konden leerlingen zelf antwoorden invullen bij het luik 'andere', dit was niet de bedoeling. Vandaar zijn er enkele leerlingen die zelf nog antwoorden hadden ingestuurd, die geen wiskundige apps waren. Dit gaat om 21 inzendingen van de 313. Het meest voorkomende antwoord wat leerlingen gaven was ChatGPT (6,1%), wat natuurlijk geen wiskundige app is. Deze foutieve antwoorden worden niet weergegeven in de grafiek. Uiteindelijk heeft dit geen invloed op het eindresultaat, aangezien er meerdere antwoorden konden worden aangekruist.

Welke wiskundige apps met AI gebruik je?

313 antwoorden

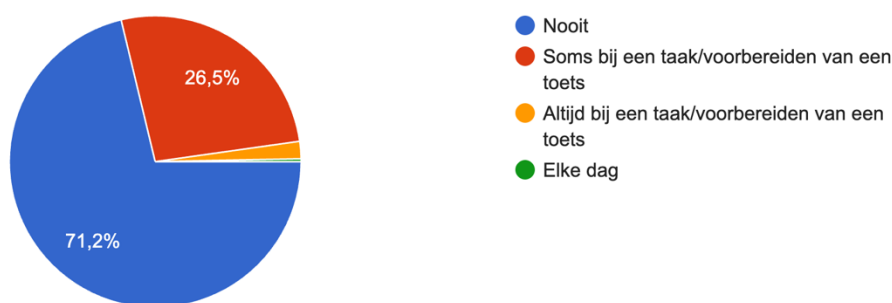


Figuur 6: Welke wiskundige apps met AI gebruik je? (LL)

De leerlingen kregen ook een extra vraag ten opzichte van de leerkrachten, waarbij gepeild wordt naar hun gebruiksfrequentie. Uit de grafiek blijkt dat de meesten nooit wiskundige apps gebruiken (71,2%). 26,5% van de leerlingen geeft aan deze soms te gebruiken ter voorbereiding van een taak of van een toets. 1,9% van de leerlingen gebruikt altijd een wiskundige app om een taak of toets voor te bereiden. Slechts 0,3% van de leerlingen gebruikt dagelijks een wiskundige app.

Hoe vaak gebruik je een wiskundige app?

313 antwoorden



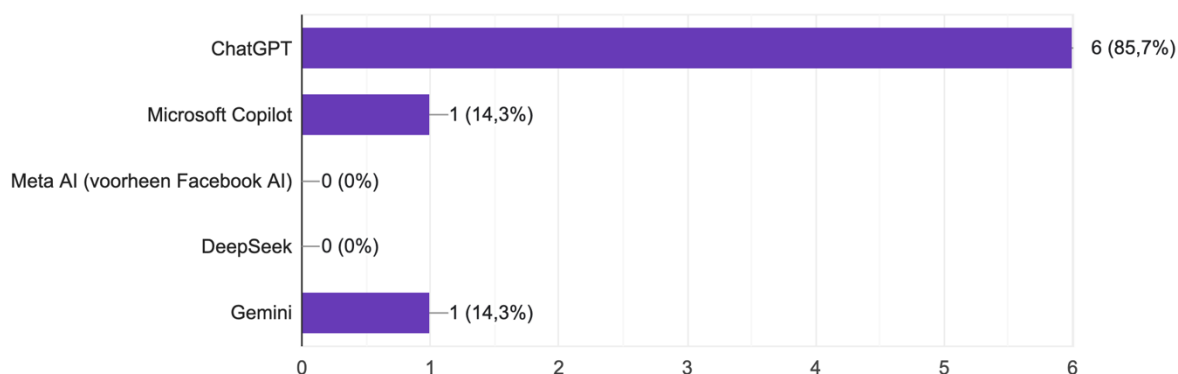
Figuur 7: Hoe vaak gebruik je een wiskunde app? (LL)

Tot slot werd gevraagd aan zowel de leerkrachten als leerlingen welke AI-chatbox(es) ze gebruiken. Met AI-chatboxes wordt de interface bedoeld waarin getypt kan worden en antwoorden ontvangt.

Uit de bevraging van de leerkrachten blijkt dat ChatGPT de populairste AI-chatbox is met 85,7%. Microsoft Copilot en van Google NotebookLM met Gemini vertegenwoordigen elk 14,3%.

Welke AI-chatbox(es) gebruik je?

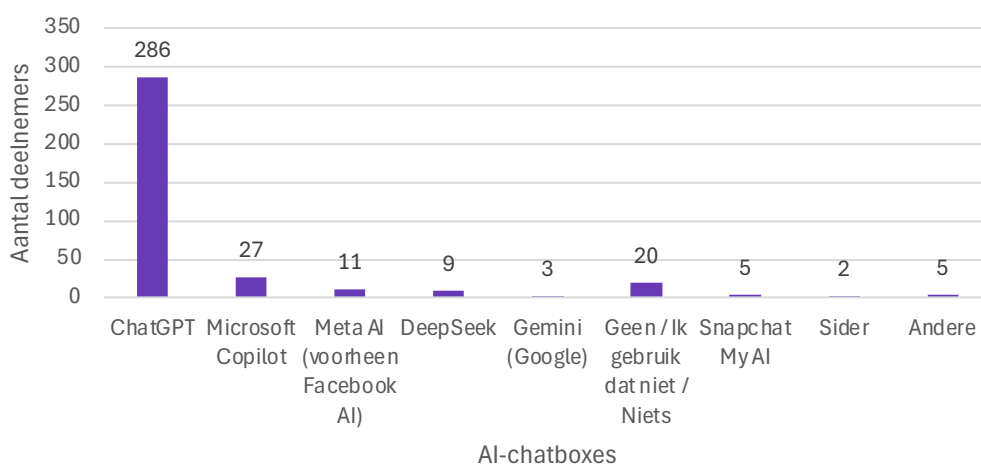
7 antwoorden



Figuur 8: Welke AI-chatbox(es) gebruik je? (LK)

Bij de leerlingen is er een gelijkaardige tendens zichtbaar. Met ruim 93,2% is ChatGPT de koploper, gevolgd door Microsoft Copilot (8,8%). 6,3% van de leerlingen beweert geen AI-chatbox te gebruiken. Er werden ook enkele chatboxes aangehaald die niet direct terug te vinden waren in de literatuur die onderzocht werd. Voorbeelden daarvan waren: Snapchat My AI (1,5%), Google Gemini (0,9%) Sider (0,6%), Google Assistant (0,3%), Blackbox AI (0,3%), Aria, Ecosia Chat (0,3%) en Grok (0,3%).

Welke AI-chatbox(es) gebruik je?



Figuur 9: Welke AI-chatbox(es) gebruik je? (LL)

In tegenstelling tot wat in de literatuur staat zijn, vele tools nog niet zo gekend bij de leerlingen als leerkrachten. Bij vele leerlingen en leerkrachten zijn de '8 beste AI-tools voor wiskundige' niet echt bekend. (McFarland, 2024). Het gebruik ervan blijft beperkt tot de grote namen in deze lijst: Geogebra en Photomath. De meeste leerkrachten gebruiken wel wiskundige apps. Leerkrachten en leerlingen die wel wiskundige apps gebruiken, beperken zich meestal tot 1 à 2 apps. Deze AI-tools zijn duidelijk minder populair vergeleken met AI-chatboxes. ChatGPT is hier de duidelijke uitblinker, zowel bij leerlingen als leerkrachten. Een interessante chatbox waar vooreerst niet aan gedacht werd, was Google Gemini. Maar deze werd ook niet zo heel veel gebruikt.

4.2 Deelvraag 2: Welke meerwaarde kan AI bieden binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?

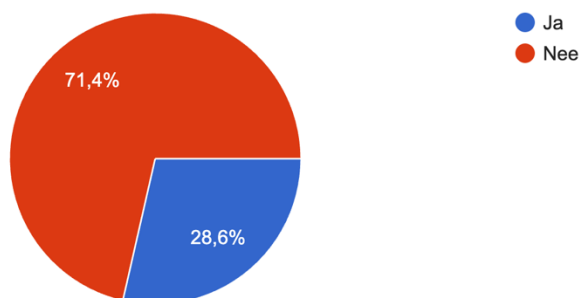
Hieronder wordt gepeild naar het gebruik van AI-tools in het wiskundeonderwijs, zowel tijdens de lessen als daarbuiten. Daarbij wordt er ook bevraagd welke voordelen leerkrachten en leerlingen ondervinden bij het gebruik van AI. De respondenten konden bij sommige vragen kiezen uit een reeks vooropgestelde antwoorden met ruimte voor eigen inbreng. Andere vragen hadden dan weer een open karakter. De vragenlijst voor beide groepen verschilt van elkaar.

Ten eerste werden de leerkrachten bevraagd over welke AI-tools zij gebruiken tijdens de lessen. Hier kwamen opnieuw dezelfde populaire tools naar boven: ChatGPT (28,6%), Geogebra (57,1%) en Photomath (14,3%). Ook werd er door een leerkracht een nieuwe tool aangehaald 'Wolframalpha'. Drie leerkrachten gaven ook aan geen AI-tools te gebruiken tijdens hun lessen.

Nadien werd er gevraagd aan de leerkrachten of de leerlingen AI mogen gebruiken tijdens de lessen. Er valt op dat vele leerkrachten (71,4%) AI nog niet toelaten tijdens hun les. Uit de volgende vraag bleek dat vooral Geogebra, ChatGPT en Google Spreadsheets toegelaten zijn. Ze mogen deze tools gebruiken om extra informatie op te zoeken, zichzelf te evalueren, (extra) oefeningen te maken en ter voorbereiding op toetsen. Een leerkracht gaf aan AI nog niet toe te laten in de les omdat de eigen kennis en ervaring nog heel beperkt is.

Mogen de leerlingen AI gebruiken tijdens de les?

7 antwoorden

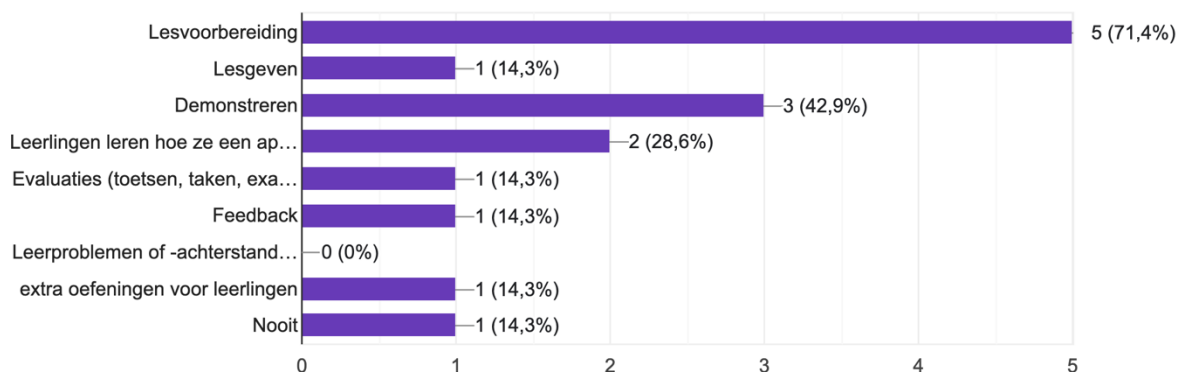


Figuur 10: Mogen de leerlingen AI gebruiken tijdens de les? (LK)

Anderzijds werd aan de leerkrachten ook gevraagd waarvoor zij zelf AI-tools gebruiken binnen hun beroep. Hieruit blijkt dat vele leerkrachten het voornamelijk gebruiken voor lesvoorbereidingen (71,4%) of demonstraties (42,9%). Uit de grafiek is af te lezen dat sommige leerkrachten (28,6%) leerlingen wegwijs maken in het gebruik van deze apps/tools. Bij de daaropvolgende vraag dienden ze weer te geven hoe ze deze AI-tools gebruiken. Een leerkracht verklaarde Geogebra te gebruiken om bepaalde theorieën aan te brengen (demonstreren). Een andere leerkracht gebruikt Photomath dan eerder als een feedbacktool om fouten bij tussenstappen sneller op te sporen. Een andere respondent laat rubrics opmaken door AI-tools. ChatGPT en Copilot worden voornamelijk gebruikt ter voorbereiding van de lessen of als inspiratiebron.

Waarvoor gebruikt u AI-tools binnen uw beroep als leerkracht?

7 antwoorden

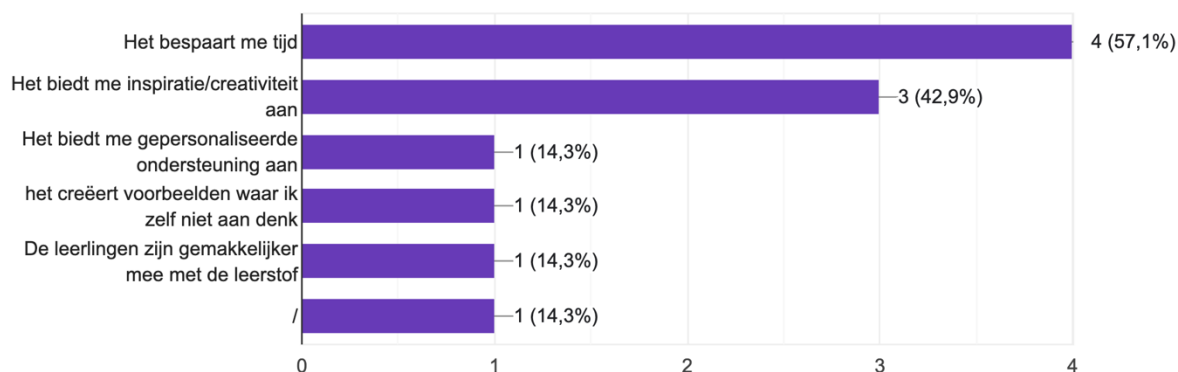


Figuur 11: Waarvoor gebruikt u AI-tools binnen uw beroep als leerkracht? (LK)

Tot slot werden de leerkrachten bevraagd welke voordelen zij ondervinden door AI te gebruiken in hun beroepsleven. Uit de antwoorden blijkt dat AI, leerkrachten voornamelijk tijd bespaard (57,1%) en inspiratie of creativiteit biedt (42,9%). Eén leerkracht merkt op dat leerlingen makkelijker mee zijn met de leerstof wanneer AI wordt gebruikt.

Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken?

7 antwoorden



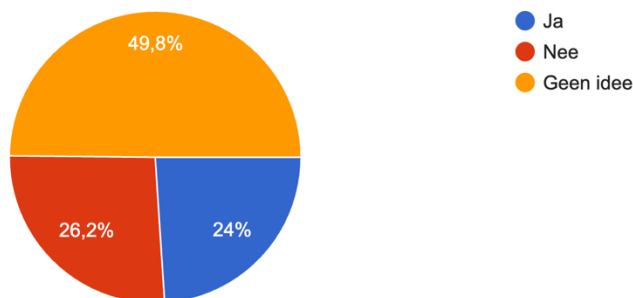
Figuur 12: Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken? (LK)

Hierop volgen de resultaten van de enquête vanuit het perspectief van de leerlingen.

Er werd aan de leerlingen gevraagd of ze AI mogen gebruiken tijdens de les. Bijna de helft van de leerlingen heeft geen idee of ze AI al dan niet mogen gebruiken tijdens de les. Een vierde weet dat ze dit niet mogen gebruiken en het overige kwart van de respondenten mag AI wel gebruiken tijdens de les. Bij de vraag welke tools ze mogen gebruiken tijdens de lessen komen voornamelijk chatboxes als ChatGPT naar voren.

Mag je AI gebruiken tijdens de les?

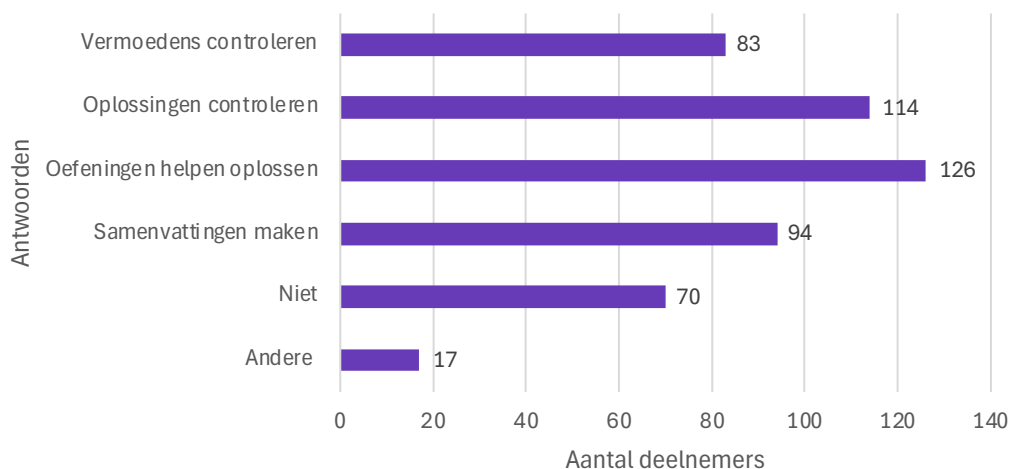
313 antwoorden



Figuur 13: Mag je AI gebruiken tijdens de les? (LL)

Uit de analyse van de vraag bij leerlingen waarvoor ze AI gebruiken tijdens de les, komt naar voren dat ze dit vooral doen om oefeningen te helpen oplossen (40,3%) of oplossingen te controleren (36,4%). 30% van de leerlingen gebruikt het ook om samenvattingen te maken. AI wordt ook nog veel gehanteerd tijdens de les om vermoedens te controleren (26,5%). Een kleine groep van de leerlingen zal AI invoeren om meer informatie op te zoeken, afbeeldingen te maken en vragen op te stellen.

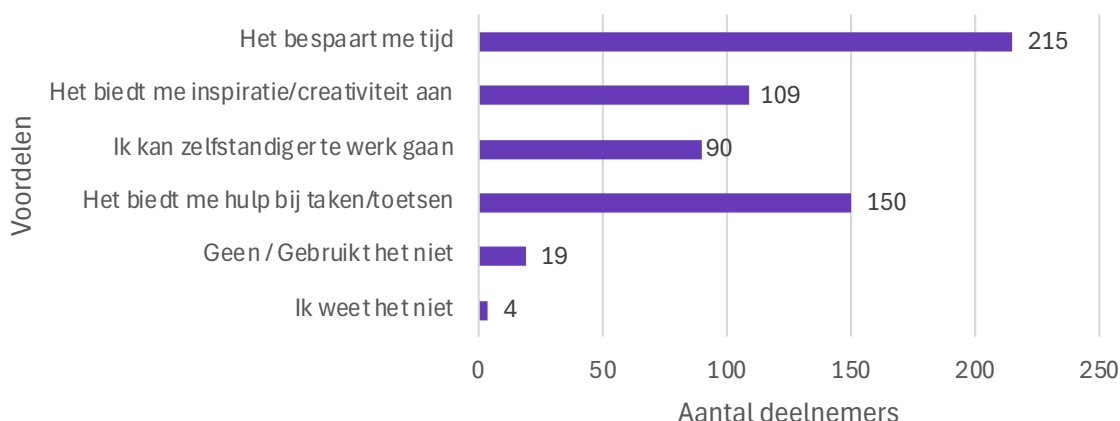
Waarvoor gebruik je AI tijdens de les?



Figuur 14: Waarvoor gebruik je AI tijdens de les? (LL)

Tot slot werden ook de leerlingen bevraagd welke voordelen zij ondervinden door AI te gebruiken. Tijdsbesparing is ook voor de leerlingen het meest gekozen antwoord (68,7%), gevolgd door hulp bieden bij taken/toetsen (47,9%). AI biedt 34,8% leerlingen ook inspiratie/creativiteit aan en 28,8% kan door AI zelfstandiger te werk gaan. 6,1% van de leerlingen geeft aan geen voordelen te ondervinden van AI of het niet te gebruiken. 1,3% weet het niet.

Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken?



Figuur 15: Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken? (LL)

Er is ook contact opgenomen met AI-experten Ann Dooms en Barend Last. Jammer genoeg kon er geen interview doorgaan, maar Ann Dooms haar deelde wel haar kijk op AI mee:

“De huidige vorm van AI-modellen zoals ChatGPT zijn helaas niet geschikt om te gebruiken als leermateriaal voor leerlingen. Leerkrachten die hun vak machtig zijn, kunnen er allicht iets efficiënter mee aan de slag.”

Vele leerlingen mogen tot op heden geen AI gebruiken tijdens de les, dit kan verschillende redenen hebben. Dit blijkt zowel uit de vragenlijst voor de leerkrachten als voor de leerlingen. Bij de leerlingen speelt er nog veel onduidelijkheid of ze AI al dan niet mogen gebruiken in de les. Een leerkracht haalt zelf aan nog niet genoeg kennis te hebben over AI om het te integreren in de eigen lespraktijk. Andere leerkrachten proberen leerlingen wegwijs te maken met de verschillende apps/tools. Als leerlingen AI gebruiken, gebruiken ze dit voornamelijk om oefeningen op te lossen. Tijdsbesparing wordt bij beide groepen aangegeven als het grootste voordeel. Algemeen kan het wel een verrijking zijn voor het onderwijs, maar het wordt tot op heden nog vaak ‘misbruikt’ door leerlingen, door AI te gebruiken om oefeningen op te lossen, waardoor ze zelf niet actief nadenken en dus niet veel leerwinst behalen.

4.3 Deelvraag 3: Wat zijn de gevaren van AI binnen het wiskundeonderwijs voor leerkrachten en leerlingen?

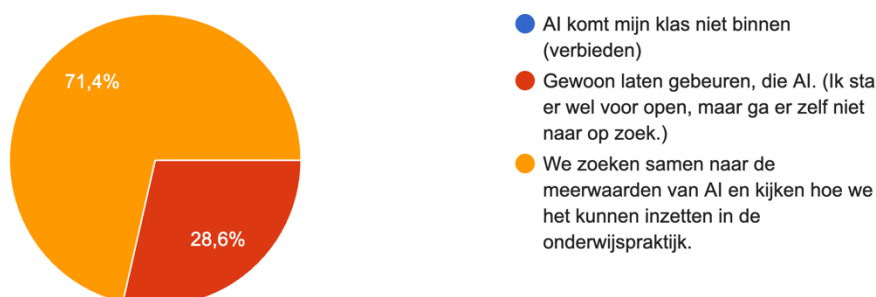
Bij deze deelvraag werd onderzocht of zowel de leerkrachten als leerlingen zicht hebben op de gevaren van AI. Bij de leerlingenvragenlijst wordt specifiek gevraagd wat ze concreet doen met het antwoord dat door AI gegenereerd wordt. De leerkrachten kregen in plaats van deze vraag een paar stellingen waarbij ze konden aanduiden wat het beste bij hen past.

Bij de vraag met de stellingen gaf geen van de leerkrachten aan dat ze AI zouden verbieden. 71,4% gaat samen op zoek naar de meerwaarde en wil het bekijken om AI te kunnen inzetten in de onderwijspraktijk. 28,6% van de leerkrachten laat de integratie van AI in het onderwijs gewoon gebeuren, ze staan er wel voor open maar gaan er niet zelf naar op zoek.

Leerkrachten zijn zich ook bewust van de gevaren van AI. 71,4% somt een aantal mogelijke gevaren op. Leerkrachten zijn bezorgd over het feit dat leerlingen al snel de informatie als waarheid aanzien, maar in AI zit een foutenmarge die niet duidelijk merkbaar is. Fictie en waarheid is hierbij soms moeilijk te onderscheiden. Een leerkracht geeft ook aan dat AI slecht is voor het milieu. De overige leerkrachten hebben geen zicht op mogelijke gevaren.

Welke uitspraak in verband met AI, past het beste bij u?

7 antwoorden

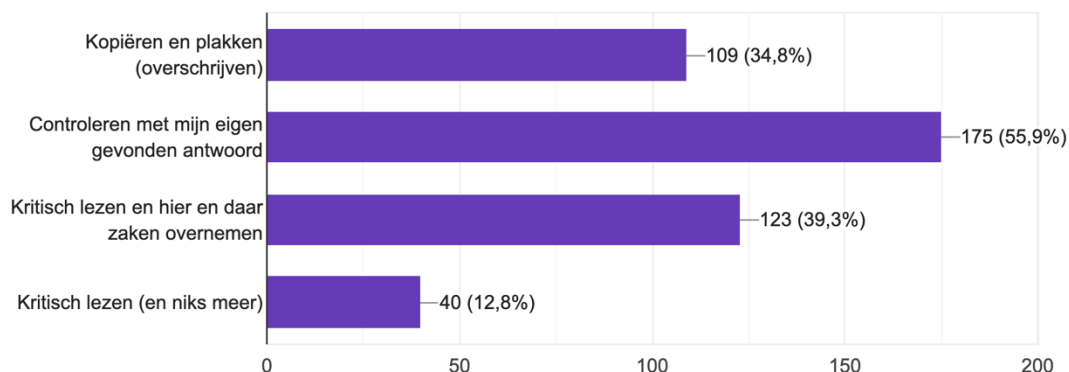


Figuur 16: Welke uitspraak in verband met AI, past het beste bij u? (LK)

Leerlingen kregen de vraag wat ze doen met het gegenereerde antwoord dat AI hen geeft. Iets meer dan de helft (55,9%) gaat zijn eigen gevonden antwoord controleren, maar meer dan een derde (34,8%) van de leerlingen gaat het antwoord gewoon kopiëren en plakken of overschrijven. Terwijl 39,3% het antwoord kritisch gaat lezen en hier en daar zaken zal overnemen. Slechts 12,8% van de leerlingen gaat het antwoord kritisch lezen maar doet er verder niets mee.

Wat doe je met het gegenereerd antwoord dat AI je geeft?

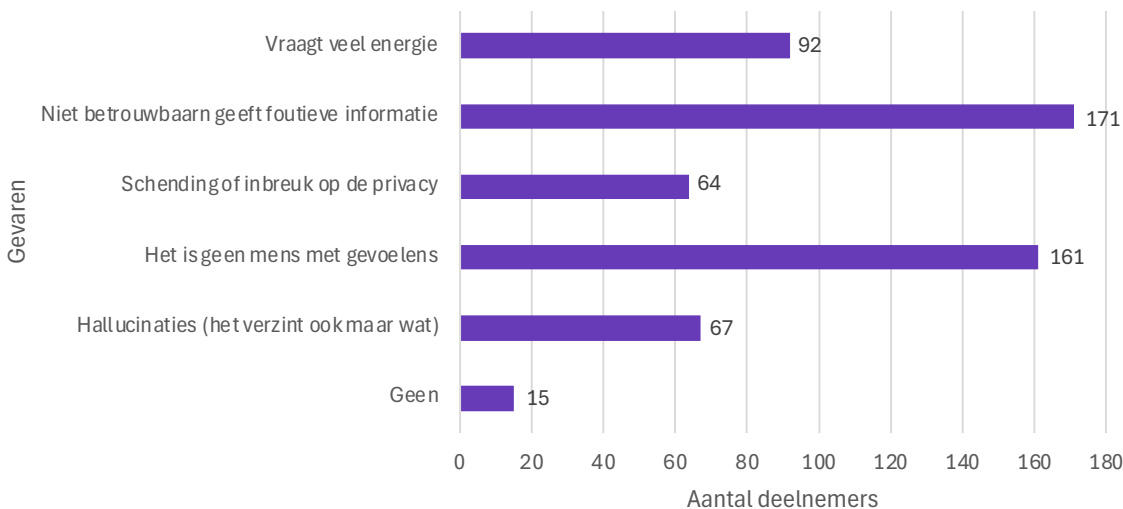
313 antwoorden



Figuur 17: Wat doe je met het gegenereerd antwoord dat AI je geeft? (LL)

Bij de vraag of leerlingen de gevaren van AI kennen, beantwoordt 54,6% dat het niet betrouwbaar is en soms foute antwoorden geeft. 51,4% beseft dat het geen mens met gevoelens is. 29,4% gaf als antwoord dat het energie vraagt. 21,4% weet dat hallucinaties mogelijk zijn en 20,4% geeft aan dat er schending of inbreuk op de privacy mogelijk is met AI. 4,8% van de leerlingen geeft aan geen gevaren van AI te kennen.

Welke gevaren van AI ken je?



Figuur 18: Welke gevaren van AI ken je? (LL)

Leerkrachten staan over het algemeen met een open houding tegenover AI, het merendeel van de leerkrachten wil samen op zoekgaan naar de meerwaarde van AI en hoe ze dit kunnen inzetten in het (wiskunde)onderwijs. Ze zijn zich ook bewust van de gevaren, maar voornamelijk op het niveau van de leerlingen. Leerlingen zijn zich over het algemeen ook bewust van de mogelijke gevaren van AI. Het is toch verontrustend dat 1/3^{de} van de leerlingen het antwoord dat ze van AI krijgen gewoon kopiëren en plakken, ondanks het feit dat 54,6% van de leerlingen zich bewust is dat het niet betrouwbaar is en dat het foute informatie kan geven. Dit kan duiden op een gemakzuchtige houding, waar eerder een kritische houding wenselijk is.

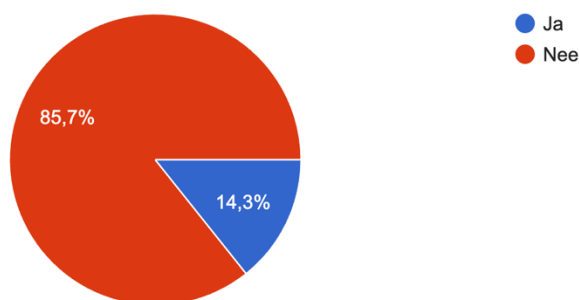
4.4 Deelvraag 4: Kan AI ingezet worden om feedback aan leerlingen te geven?

Hieronder werd nagegaan of de leerkrachten AI gebruiken als enige vorm van feedback, -up of -forward te geven aan hun leerlingen en als dat zo is, op welke manier dit dan wordt gebruikt.

Slechts één leerkracht gebruikt AI om enige vorm van feedback, -up en -forward aan de leerlingen te geven en dit bij het evalueren.

Gebruikt u AI om enige vorm van feedback, -up, -forward te geven aan uw leerlingen?

7 antwoorden



Figuur 19: Gebruikt u AI om enige vorm van feedback, -up, -forward te geven aan uw leerlingen? (LK)

Feedback is voor een leerkracht enorm tijdrovend. Zowel bij taken, toetsen als voor digitale oefeningen. Het zou toch handig zijn moest er hulp kunnen ingeschakeld worden om dit proces te verlichten. Er zijn heel wat tools die hierbij kunnen helpen. Feedform is een tool dat kan ingeschakeld worden om automatisch feedback te genereren. Het model is vooral goed in 'taakgericht taalgebruik', zoals bijvoorbeeld het schrijven van een tekst, een tekst vertalen of vragen beantwoorden. Het kan ingezet worden in de onderwijspraktijk door statistieken te laten analyseren en deze om te zetten naar zinnen die kunnen dienen als rapportcommentaren. Deze zinnen dienen dan vooral als vertrekpunt voor de feedback, er moet nog aangevuld worden zoals namen toevoegen en een persoonlijke touch geven. Belangrijk is dat het zeker niet de commentaar van een leerkracht vervangt, het zijn eerder notities van een persoonlijke assistent. Er is in de applicatie van FeedForm een plugin beschikbaar voor iedereen, maar binnenkort is het enkel beschikbaar voor gebruikers binnen een schoolformule. Hoe vaak de AI-feedback gebruikt kan worden, hangt af van een gesprek met de organisatie en de schoolverantwoordelijke. (FeedForm, 2025) Verder zijn er nog enkele andere AI-feedbacktools (Feedbackfruits, Grammarly, Bon Patron, Schrijfassistent, Schrijfassistent voor anderstalige en meertaligen en Reading Coach van Microsoft), maar deze zijn niet van toepassing binnen het wiskundeonderwijs. Deze tools zijn eerder gericht naar taalvakken.

Of feedback gegenereerd door AI even effectief is als feedback door een leerkracht werd onderzocht aan de hand van een rubric met vijf kwaliteitscriteria (een ondersteunende toon, suggesties voor verbetering, inhoudelijke correctheid, essentiële aspecten van het schrijven en criteria rubric). Het onderzoek werd uitgevoerd op een geschiedenispaper van 200 leerlingen in een secundaire school. Op vier van de vijf criteria scoorde de leerkracht beter dan ChatGPT. Belangrijk gegeven is dat dit onderzoek werd toegepast op ChatGPT-3.5 en ChatGPT is momenteel al verder ontwikkeld. Het belangrijkste besluit dat eruit geconcludeerd kon worden is dat feedback schrijven door/met ChatGPT veel tijdbesparender is. Het kost een leerkracht gemiddeld 25 minuten per paper, terwijl ChatGPT er minder dan een minuut over deed. AI zal op vlak van feedback de leerkracht

niet vervangen, maar er zijn zeker mogelijkheden om tijdbesparender te werken.
(Schroeven, 2024)

AI als instrument voor feedback, -up, -forward wordt nog niet echt toegepast binnen het wiskundeonderwijs. Binnen een betalende schoolformule kan er wel gebruik van gemaakt worden. In een verder onderzoek wordt er dieper ingegaan in welke mate een AI-chatbox kan ingezet worden als feedbacktool. Mits bepaalde aanpassingen en een persoonlijke insteek, is het schrijven van rapportcommentaren mogelijk met ChatGPT. *(bijlage 3 en 4)*

4.5 Deelvraag 5: Hoe verschillen diverse AI-modellen in hun vermogen om correct, didactisch verantwoord en bruikbaar leermateriaal te genereren voor het wiskundeonderwijs?

4.5.1 Vergelijkende studie van AI-modellen (*bijlage 5, 6, 7, 8 en 9*)

Op basis van de vergelijkende studie van zeven AI-modellen, namelijk ChatGPT, Claude, Gemini, Mistral, Perplexity, Diffit for Teachers en Copilot, kan er een duidelijke conclusie opgemaakt worden over de geschiktheid van het model binnen het onderwijs, en meer specifiek binnen het wiskundeonderwijs. Deepseek en Meta zijn niet opgenomen binnen de studie aangezien beide AI-modellen niet van toepassing zijn binnen het onderwijs. Deepseek is vooral krachtig voor onderzoekers, maar niet binnen de klas. Het is zeer goed in het verwerken van grote hoeveelheden informatie en het trekken van logische conclusies, maar het is eerder technisch van aard en niet zo gebruiksvriendelijk. Voor Meta wordt er ook enige technische handigheid vereist, waardoor het ook niet inzetbaar is in het klasgebeuren tenzij er ondersteuning is vanuit de IT-dienst. Meta wordt vooral ook ingebouwd in andere systemen waardoor het krachtig is, maar niet zo gebruiksvriendelijk.

Uit de studie blijkt dat ChatGPT een veelzijdig model is. Het is sterk in het genereren van tekst, het uitleggen van concepten en het ondersteunen van zowel leerlingen als leerkrachten. Dankzij de hoge gebruiksvriendelijkheid en het vermogen om logisch te redeneren, is het model breed inzetbaar in de klas. Wel blijkt dat er enkele aandachtspunten zijn omtrent de betrouwbaarheid van de output, aangezien het model onnauwkeurige informatie kan geven.

Claude onderscheidt zich als model door de focus op veiligheid en ethiek. Het model is ontworpen om betrouwbaar en verantwoorde antwoorden te geven. Dit zorgt ervoor dat het model geschikt is in onderwijsomgeving waar veiligheid en pedagogische verantwoordelijkheid centraal staan. Het model is niet breed inzetbaar, maar biedt wel een stabiele en veilige leeromgeving.

Het model van Google, Gemini, biedt een veelbelovende mogelijkheid om visueel en interactief te leren. Het kan zowel aan de slag met tekst als met beeld en audio. Daarom is het dan in het bijzonder geschikt voor leerlingen met verschillende leerstijlen. De beschikbaarheid zelf van het model is beperkt, waardoor het een rem zet op het praktisch inzetbare op dit moment.

Voor eenvoudige of oppervlakkige toepassingen is Mistral ideaal. Het is gebruiksvriendelijk en levert redelijke prestaties op. Voor complexere onderwijssituaties mist het wel diepgang en didactische ondersteuning.

Perplexity is een zoekgestuurde AI. Het is een sterk model in het geven van feitelijke informatie. Het is dus vooral inzetbaar voor het opzoeken van kennis en minder geschikt voor het begeleiden van leerprocessen of het geven van een nodige uitleg. Doordat het redeneervermogen beperkt is, kan je het minder effectief inzetten in het wiskundeonderwijs.

Voor het werken rond differentiatie is Diffit for Teachers ideaal. Het model is specifiek ontwikkeld voor leerkrachten en kan gebruikt worden om lesmateriaal aan te passen aan verschillende niveaus en leerstijlen. Het is ook nog eens gebruiksvriendelijk en veilig. Ondanks het minder krachtige redeneervermogen, kan het een praktische ondersteuning bieden.

Tot slot profileert Copilot zich als een krachtige en consistente assistent. Het is gebruiksvriendelijk en breed inzetbaar. Het kan leerprocessen logisch en gestructureerd ondersteunen. Het is vooral effectief door de combinatie met de Microsoft-tools zoals Word, Excel en PowerPoint binnen de betalende licentie. Het biedt een uitgebreide mogelijkheid om lesmateriaal te genereren, het geven van feedback en het begeleiden van leerlingen.

Over het algemeen zijn Copilot en ChatGPT de meest complete en flexibele AI-modellen voor algemeen gebruik binnen het onderwijs. Voor het inzetten op differentiatie ga dan over naar Diffit for Teachers en voor het visueel leren naar Gemini.

Om uit te testen in welke mate de verschillende AI-chatboxes in staat zijn om een goed vraagstuk op te stellen, werd er een vergelijkende studie opgesteld tussen de drie meest gebruikelijke AI-chatboxes, volgens onze vragenlijst voor zowel leerkrachten als leerlingen. Het doel was een, compleet door AI gegenereerd, vraagstuk op te stellen over het thema 'evenredigheid' met aandacht voor differentiatie, taalgericht vakonderwijs (door een afbeelding aan te reiken) en specifieke onderwijsnoden van leerlingen (audiobestand). Het vraagstuk werd opgesteld voor leerlingen van de eerste graad secundair. Elke chatbox kreeg vier verschillende prompts. Dit om na te gaan in hoeverre deze tools geschikt zijn om een vraagstuk te genereren.

De prompts zagen er als volgt uit en werden in deze volgorde aan de chatbox aangereikt:

1. Ontwikkel één vraagstuk voor leerlingen van de eerste graad secundair onderwijs. Het onderwerp is 'evenredigheid', dus een vraagstuk in verband met recht evenredigheid (RE) of omgekeerd evenredigheid (OE). De leerlingen moeten bij hun oplossing de onbekende benoemen, het verband noteren (RE of OE), een tabel en grafiek maken en een passende antwoordzin kunnen noteren. Het thema van het vraagstuk mag u zelf kiezen.
2. Genereer van dit vraagstuk, 3 verschillende versies om te differentiëren. Doe dit op volgende manieren:
 - Bij de eerste versie geef je de onbekenden en een voorgedrukte tabel
 - Bij de tweede versie geef je enkel de lege tabel
 - Bij de laatste geef je niets.
3. Maak bij dit vraagstuk een toepasselijke afbeelding, zonder antwoorden te vernoemen.
4. Maak hierbij ook een audiobestand voor leerlingen met specifieke onderwijsnoden.

Over het algemeen slaagde elke chatbox erin om een degelijk vraagstuk op te stellen. Alle tools kozen ervoor om een vraagstuk te genereren over recht evenredigheid, een vraagstuk over omgekeerd evenredigheid werd dus niet opgesteld.

De eerste reactie van ChatGPT was een heel beknopt vraagstuk over 'waterflesjes vullen'. Op het eerste zicht was het voor leerlingen niet duidelijk wat van hen verwacht werd. In de prompt werd gevraagd om het mogelijk te maken voor de leerlingen om een tabel en grafiek op te stellen, dit was niet echt duidelijk zichtbaar in de vraag. ChatGPT gaf wel de 'verwachte stappen van de leerlingen' weer, hierbij werden deze stappen wel uitgewerkt.

Copilot gaf een gelijkaardige reactie. Het vraagstuk ging hier over 'fietsen huren aan zee', maar was ook nog redelijk beknopt. Er werden wel enkele deelvragen opgesteld, terwijl bij ChatGPT één vraag gesteld werd. Hier werd wel duidelijk geschreven 'wat de leerlingen moeten doen', maar dit was niet verwerkt in de vraag zelf. De uitwerking hiervan was gelijkaardig aan de 'verwachte stappen van de leerlingen', van ChatGPT.

Google Gemini was het meest volledig na de eerste reactie. Het thema van het vraagstuk was 'de dorstige wielrenner'. De verwoording van de verwachtingen voor de leerlingen was hier veel duidelijker. Het was duidelijk voor de leerling dat ze de onbekende moeten benoemen, het verband noteren, een tabel en een grafiek moeten maken en tot slot een antwoordzin moeten formuleren. Ook gaf Gemini een oplossingsgids met de verwachte oplossing van de leerlingen, gelijkaardig aan wat ChatGPT en Copilot voorzagen. Tabellen maken ging wel wat moeizamer bij Gemini.

Door de drie chatboxes werden succesvol drie versies, met aandacht voor differentiatie, van het originele vraagstuk opgesteld. Versie 1 bij ChatGPT was te ondersteunend, vele antwoorden werden al vooraf ingevuld. Inhoudelijk en qua lay-out kwam Copilot met het

beste resultaat. Gemini was inhoudelijk redelijk, maar de lay-out was wat rommelig. Gemini slaagde er niet in om overzichtelijke tabellen te maken. Bij versie 2 werd hetzelfde vastgesteld als bij versie 1. Bij Gemini viel wel op dat de tabel nog steeds deels ingevuld was. Versie 3 was goed opgesteld door elke chatbox.

ChatGPT slaagde er niet in om een afbeelding te genereren bij het vraagstuk. Copilot maakte een afbeelding, passend bij het thema maar met verwarrende getallen en 'tekst'. Gemini maakte de meest gepaste afbeelding zonder verwarrende accenten.

Geen enkele chatbox kon een audiobestand aanmaken. ChatGPT en Copilot gaven wel een script en bron om zelf een audiobestand aan te maken, Gemini enkel een script. Een voordeel bij Gemini en ChatGPT is dat de reacties kunnen worden voorgelezen, dit kan eventueel fungeren als audiobestand.

Over het algemeen zijn de chatboxes in staat om een degelijk vraagstuk op te stellen met aandacht voor differentiatie en een bijpassende afbeelding over een bepaald hoofdstuk. De beste differentiatie werd gegenereerd door Copilot. De tabel was niet 'te veel' ingevuld (waardoor leerlingen niet door één denkstap klaar waren), voor elke versie waren de instructies duidelijk en er was een opmerkelijk verschil zichtbaar in moeilijkheidsgraad. Gemini had dan weer de beste afbeelding gemaakt, die passend was voor het vraagstuk zonder verkeerd interpreteerbare informatie te geven. De vraagstukken kunnen zeker geïntroduceerd worden aan de leerlingen maar valt niet aan te raden, aangezien er vaak nog wat uitdaging mist. Mits enige kleine aanpassingen zijn deze vraagstukken wel degelijk geschikt om toe te passen in de lespraktijk. De gebruikte chatboxes zijn in principe 'gratis', maar bij het voeren van het onderzoek bleek wel dat er na enkele vragen werd overgeschakeld op andere versies. Die hebben over het algemeen minder redeneervermogen en zijn niet in staat om afbeeldingen te genereren. De toegang tot deze tools is dus beperkt door een tijd- en/of geldslot. Dit kan natuurlijk een knelpunt zijn voor vele leerkrachten.

4.5.2 Verbetersleutel met AI (bijlage 10)

Wanneer een verbetersleutel voor leerlingen moet worden voorzien, kan er tijd bespaard worden door de oefeningen te laten oplossen met Photomath. Het is aan te raden om als leerkracht dit zelf eerst uit te testen en te zien of de app wel geschikt is als alternatief voor een traditionele verbetersleutel. Door gebruik te maken van de app, kan tijd bespaard worden als het wordt ingezet op de juiste manier. (Schroeven, 2024) In het boek van Barend Last wordt een gelijkaardige werkvorm vernoemd. Wiskundige apps zoals Photomath kunnen gebruikt worden als reken-/wiskundehulp voor leerlingen. Taalmodellen zoals ChatGPT zijn niet geschikt voor complexe rekensommen, echter kunnen ze wel wiskundige concepten goed uitleggen. (Last & Sprakel, 2023) Dit kan zeker toepasbaar zijn binnen het wiskundeonderwijs.

Om na te gaan of wiskundige apps met AI kunnen ingezet worden bij het leer- en feedbackproces werd een opdracht opgesteld waarbij verschillende soorten vergelijkingen opgelost moeten worden. De oefeningen werden verbeterd met behulp van de wiskundige app 'Photomath', waarin AI geïntegreerd zit. (Photomath, 2025) AI in deze app zit enkel in het herkennen van een wiskundige opgave op foto en die omzetten naar tekst. Het oplossen van de opgave kunnen computers allang door de klassieke 'rule-based software'. (Scheire, 2023) Alle oefeningen werden gescand met de smartphone en nauwkeurig geanalyseerd en nagerekend. Bij elke oefening werd een kleurcode toegekend om de prestaties van de app te evalueren. Groen werd toegekend aan verbeteringen waar zowel het resultaat als de tussenstappen correct en didactisch sterk waren. Geel werd toegekend aan verbeteringen waar het resultaat wel correct was maar de tussenstappen didactisch minder sterk waren. Rood stond voor verbeteringen die niet correct waren. Na het onderzoek bleek dat deze kleur niet werd toegekend. Van de 10 oefeningen die werden opgesteld, werden 9 oefeningen bestempeld met een groene kleur, 1 oefening kreeg een gele kleur.

De wiskundige app 'Photomath' is heel competent in het opstellen van een verbeter sleutel. Alle opgestelde oefeningen waren correct opgelost met duidelijke tussenstappen. Bij de laatste oefening waren de tussenstappen wat vergezocht maar nog steeds volledig correct. Photomath maakte gebruik van ontbinden in factoren, terwijl bij deze oefening het algoritme van Horner ook een goed alternatief was geweest.

Voor het opstellen van een verbeter sleutel is het gebruik van de wiskundige app 'Photomath' zeker aan te raden. De app kan ook bijvoorbeeld voor leerlingen gebruikt worden om zichzelf te controleren bij oefeningen waar er geen verbeter sleutel aanwezig is, tijdens en na de les.

4.5.3 Digitale oefeningen met AI (bijlage 11 en 12)

Het aanmaken van digitale oefeningen is handig voor leerlingen bij het studeren voor een toets, maar als leerkracht vraagt dit enorm veel tijd. Enkele platformen voor digitale oefeningen zijn Kahoot, Wooclap en LessonUp. Binnen deze platformen verschijnen er AI-functies die helpen om vragen te bedenken. De resultaten zijn wisselvallig en een kritische blik is noodzakelijk. Nog steeds blijft gelden hoe beter de prompt, hoe beter het resultaat zal zijn. Eveneens voor het aanmaken van flashcards kan er gesteund worden op de AI-tools die verschijnen en automatisch kaartjes aanmaken.

Een voorbeeld van een platform is Jungle waarbij de flashcards worden aangemaakt aan de hand van een pdf of een URL. Er is een automatische feedbacktool geïntegreerd over wat er wel of niet klopt aan het gegeven antwoord. Het toetsplatform AssessmentQ zet in op AI door het genereren van goede afleiders bij meerkeuzevragen. Bij meerkeuzevragen stoten leerkrachten vaak op het probleem dat ze meerdere foute vragen moeten verzinnen, maar dankzij deze tool hoeft dat niet meer. Er wordt zelfs rekening gehouden met de mogelijke denkfouten die leerlingen zouden kunnen maken, zodat de leerkracht inzicht krijgt in het denkproces. Hierdoor kan er nadien makkelijk een terugkoppeling gedaan worden. De samenwerking tussen de leerkracht en AI is van groot belang. Het enige nadeel aan AssessmentQ is dat het platform betalend is en dus niet handig voor meteen gebruik. (Schroeven, 2024)

Een andere methode om quizvragen over leerinhouden te genereren en het ontwikkelen van flashcards of andere studiehulpmiddelen is door middel van prompting. Door de gepaste prompts in te voeren met de nodige leerinhouden, kan er geschikt materiaal gegenereerd worden. Deze prompts worden dan eerder ingegeven in chatboxes. Er kan ingezet worden op verschillende werkvormen bij het genereren van quizvragen zoals een plan uitwerken voor quizvragen, quizvragen maken bij leerinhouden, een taxonomie toevoegen, quizvragen analyseren en quizvragen maken bij een video. Bij het ontwikkelen van flashcards of andere studiehulpmiddelen zijn de verschillende werkvormen: flashcards genereren, jezelf overhoren en suggesties bedenken voor studiehulpmiddelen. (Last & Sprakel, 2023)

Bij het testen van Jungle is gebruikgemaakt van het handboek NANDO 2, met name van module 6: veeltermen vermenigvuldigen en module 14: eigenschappen van driehoeken en vierhoeken. Deze keuze combineert twee verschillende soorten leerinhoud: enerzijds rekenkundige oefeningen met formules, anderzijds meetkundige concepten.

Tijdens het gebruik van het online platform Jungle viel meteen op dat het geen problemen heeft met het inlezen van grote Nederlandstalige pdf-bestanden, iets wat in 2024 nog niet werkte. Over het algemeen zijn de automatisch gegenereerde vragen van goede kwaliteit. Af en toe komen er minder geschikte vragen tussen, maar deze kunnen eenvoudig uit de lijst worden verwijderd. Vervolgens worden de geselecteerde vragen gebundeld in een quiz, die meestal uit meerkeuzevragen met vier antwoordopties bestaat.

Wanneer je een juist antwoord kiest, groeit jouw boom, een spelelement dat motiverend werkt. Het is mogelijk om vragen over te slaan en door te gaan naar de volgende. Wat

opvalt, is dat er soms gelijkaardige vragen vlak na elkaar verschijnen, wat het studeren minder efficiënt kan maken.

Na een fout antwoord kun je om uitleg vragen. Jungle geeft dan een duidelijk en correct antwoord, en het is zelfs mogelijk om rechtstreeks de overeenkomstige pagina in de pdf te raadplegen waar de relevante theorie wordt uitgelegd.

Een aandachtspunt is dat Jungle nog niet volledig in het Nederlands beschikbaar is. Sommige onderdelen worden niet correct vertaald en blijven in het Engels staan. Toch is de uitleg die nodig is om de vragen te begrijpen, evenals extra theoretische toelichting, steeds in het Nederlands beschikbaar. Eveneens kunnen de vragen niet aangepast worden naar de correcte vaktaal, wat het minder inzetbaar maakt in het wiskundeonderwijs. Tijdens het oefenen is het ook mogelijk om met een AI te chatten voor extra uitleg bij een oefening of om bijkomende vragen te stellen. Jungle is geschikt voor zowel meetkundige als rekenkundige oefeningen. Een beperking is echter dat er geen afbeeldingen gegenereerd worden, wat betekent dat visuele vragen, vooral binnen meetkunde, niet mogelijk zijn.

4.5.4 Creativiteit met AI

Bij een (extra) les over de geschiedenis van de wiskunde kan een chatbox ingezet worden als een soort rollenspel waar leerlingen een fictief gesprek hebben met een bekende wiskundige (Pythagoras, Euclides, Descartes, Fibonacci, Pascal, ...). Leerlingen kunnen werken met door de leerkracht vooropgestelde vragen of zelf enkele vragen bedenken over zaken die ze graag te weten willen komen over deze persoon. Dit kan variëren van heel wiskundige vragen 'Dus jouw stelling ($a^2 + b^2 = c^2$), werkt deze echt altijd?' en dan kan Pythagoras reageren 'Zeker! Maar let op, mijn stelling is enkel geldig bij rechthoekige driehoeken ...'. Ook kunnen leerlingen naar minder wiskundige zaken benieuwd zijn zoals: 'Waar bent u geboren?', 'Wat aten jullie daar in het oude Griekenland?', ...

Dit is een leuke interactieve manier om leerlingen in contact te brengen met de grondleggers van de hedendaagse wiskunde. Je kan bij de chatbox ook aangeven om een antwoord te genereren van maximaal 30 woorden, aangezien chatboxes vaak heel veel informatie jouw kant op gooien wat overweldigend kan zijn voor sommige leerlingen. Aangezien we hier voornamelijk werken met tekst en theorieën is een taalmodel als ChatGPT hier wel aan te raden, wat voorheen een minder gepaste tool bleek te zijn voor het wiskundeonderwijs. Voor sterke leerlingen kunnen de voorbeeldvragen achterwege gelaten worden en kan er meer gefocust op vragen uit de leerling zelf. Kortom, er zijn heel veel manieren om gedifferentieerd te werken bij deze werkvorm. (Last & Sprakel, 2023)

4.5.5 AI tijdens de les wiskunde (bijlage 13)

Tijdens de les wiskunde werd een onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van AI-chatboxes bij het oplossen van twee meetkundige vraagstukken. Het onderzoek vond plaats in een verdiepingsklas van het tweede middelbaar A-stroom, met deelname van 16 leerlingen. De leerstof van het eerste vraagstuk was voor de leerlingen onbekend, de theorie hadden ze nog niet gezien. Voor het tweede vraagstuk hadden de leerlingen al alle nodige theorie gezien.

Het eerste meetkundige vraagstuk luidde als volgt:

Van een bepaalde vierhoek weet je dat de diagonalen 4 cm en 6 cm lang zijn.

Teken een ruit die aan deze voorwaarde voldoet.

Teken een parallellogram dat aan deze voorwaarde voldoet.

De leerlingen kregen de opdracht om dit vraagstuk op te lossen met behulp van een AI-chatbox naar keuze. De voorgestelde opties waren ChatGPT, Copilot, Google Gemini of een andere AI-chatbox. Van de 16 leerlingen kozen 14 spontaan voor ChatGPT, terwijl 2 leerlingen opteerden voor Google Gemini.

Van de ChatGPT-gebruikers slaagden 5 leerlingen erin om zowel de ruit als het parallellogram correct te tekenen. De twee leerlingen die Google Gemini gebruikten, tekenden beide vierhoeken correct.

Bij de overige ChatGPT-gebruikers die geen correct parallellogram konden tekenen, bleek dat 5 leerlingen in hun prompt meteen vroegen naar zowel een ruit als een parallellogram, terwijl 4 leerlingen enkel naar een ruit vroegen.

Opvallend was het verschil in vraagstelling: de leerlingen die erin slaagden beide figuren correct te tekenen, formuleerden hun vraag eerder als een “hoe”-vraag. In tegenstelling hiermee vroegen de andere leerlingen vooral letterlijk om een tekening: *“Teken een ruit waarvan je weet dat de diagonalen 4 cm en 6 cm lang zijn.”*

Geen enkele leerling vroeg expliciet om een oplossingsstrategie, stappenplan of uitleg, noch gaven ze aan welke voorkennis/context ze hadden. Toch gaf de AI-chatbox in alle gevallen automatisch een stappenplan als antwoord.

Zes ChatGPT-gebruikers stelden een bijkomende vraag. Vier daarvan vroegen naar een schets, afbeelding, voorbeeld of vroegen expliciet om een tekening. Zij slaagden er niet in om het parallellogram correct te tekenen, maar konden wel de ruit correct weergeven (met uitzondering van één leerling). Deze leerlingen waren bovendien kritisch ten aanzien van de gegenereerde afbeeldingen en merkten op dat de getoonde figuren niet correct waren.

Twee andere leerlingen stelden de volgende bijvragen:

- “Hoe moet je een ruit en een parallellogram tekenen met die gegevens?”
- “En wat doe je voor een parallellogram?”

Zij slaagden er niet in om het parallellogram te tekenen, maar tekenden de ruit wel correct.

De twee leerlingen die Google Gemini gebruikten, stelden eveneens bijvragen en kregen daarbij ook een afbeelding. In tegenstelling tot de ChatGPT-afbeeldingen was deze wel correct. Zij gingen vervolgens dieper in op het antwoord door verder door te vragen, wat uiteindelijk leidde tot een correct resultaat.

Het tweede meetkundige vraagstuk luidde als volgt:

In een parallellogram ABCD is $\hat{A} = \hat{B} + 65^\circ$. Bepaal de grootte van de hoeken.

De bedoeling van dit vraagstuk was dat de leerlingen het eerst zelfstandig volledig zouden oplossen, en nadien hun antwoord zouden controleren met behulp van een AI-chatbox.

Van de 14 leerlingen die ChatGPT gebruikten, gaven 11 leerlingen de opgave letterlijk in om hun oplossing te verifiëren. Eén leerling vulde dit deel van de opdracht niet verder in. De overige twee leerlingen formuleerden hun vraag als:

- “Wat is de grootte van de hoeken in een parallellogram ABCD als je weet dat $A = B + 65^\circ$?”
- “Parallellogram ABCD is $A = B + 65^\circ$ bereken.”

Van de 14 ChatGPT-gebruikers kreeg slechts één leerling enkel een eindantwoord, namelijk degene die vroeg naar “wat de grootte is van de hoeken”. De andere 13 leerlingen kregen allemaal een volledig stappenplan als antwoord van de AI.

De twee leerlingen die Google Gemini gebruikten, gaven de opgave eveneens in als vraag. Zij kregen beide een stappenplan als antwoord van de chatbox.

Leerlingen geven duidelijk de voorkeur aan ChatGPT boven andere AI-chatboxes. Ze zijn vaak niet kritisch genoeg ten aanzien van een AI-chatbox en stellen daarnaast geen correcte vragen, wat de kwaliteit van de verkregen antwoorden beïnvloedt. Ze zijn meestal meteen tevreden met het antwoord dat ze krijgen en gebruiken dit effectief om hun vraag op te lossen, zonder dit verder te controleren of te verdiepen. Daarnaast vragen leerlingen

regelmatig om afbeeldingen ter ondersteuning van de uitleg, wat hun begrip kan vergroten. De afbeeldingen die gegenereerd worden zijn bij ChatGPT foutief, maar de afbeeldingen die geleverd werden door Google Gemini bleken correct te zijn, wat een positief aspect is.

Echter, wanneer het gaat om het oplossen van vraagstukken die uit twee deelvragen bestaan, slagen leerlingen er vaak niet in om beide deelvragen correct te beantwoorden. Vooral de tweede deelvraag blijkt problematisch te zijn. Opvallend is dat leerlingen die gericht een 'Hoe'-vraag stellen, wel vaker tot een correct antwoord geraken. Ook valt op dat AI-chatboxes steeds meteen een stappenplan bieden, zelfs als hier niet expliciet om gevraagd is, wat kan helpen om het oplossingsproces te structureren.

AI-chatboxes zijn goed bruikbaar als verbetertool omdat ze duidelijke feedback geven waarmee leerlingen zichzelf kunnen controleren. Het is meestal voldoende om de vraag duidelijk in te voeren, zodat de AI een heldere en begrijpelijke uitleg kan geven. Hierdoor kunnen leerlingen beter inzicht krijgen in hun eigen werk en waar nodig hun fouten corrigeren.

5 Eindbesluit

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: 'Hoe kan leermateriaal binnen het wiskundeonderwijs met AI ontwikkeld worden?' Tot op heden blijft artificiële intelligentie zich steeds verder ontwikkelen, alsook het wiskundig vermogen.

Een kritische kijk blijft noodzakelijk ongeacht welk leermateriaal ontwikkeld wordt met AI binnen het wiskundeonderwijs. De expertise van de leerkracht is niet te vervangen door AI-modellen. Maar het kan tijdbesparend zijn mits voldoende kennis van AI. Leerkrachten moeten ook aandachtig blijven op het gebruik van AI bij leerlingen. Leerlingen en leerkrachten hebben nog onvoldoende kennis over artificiële intelligentie. Hoewel ze zich al bewust zijn van mogelijke gevaren, nemen ze vooral een gemakzuchtige houding aan.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van een correcte manier van prompting, zal de gewenste output kwalitatiever zijn. Het is belangrijk goed na te denken over de input, hierbij kan gesteund worden op het PREPARE-model. (Fitzpatrick et al., 2023)

Wanneer AI zich verder ontwikkelt, zou er toekomstig potentieel zijn om vraagstukken te laten generen door AI-chatboxes. Maar tot op heden blijft het belangrijk voor leerkrachten om kleine aanpassingen te maken om het gewenste eindresultaat te verkrijgen, aangezien de chatboxes niet redeneren. Ook zijn verscheidene chatboxes enkel geschikt voor bepaalde doeleinden. Betalingstarieven beperken ook de mogelijkheid om AI in te zetten.

Er kan ook een verbeterersleutel worden opgesteld met de wiskundige app 'Photomath'. Dit is een perfecte manier om AI in te zetten als feedbacktool, zowel voor leerlingen als leerkrachten. Echter is een voorafgaande controle sterk aan te raden.

Daarnaast is het ook mogelijk om in te zetten op digitale oefeningen, waaronder quizen en flashcards. De website 'Jungle' genereert degelijke quizvragen. Een kritische blik is hier opnieuw vereist. Een nadeel bij 'Jungle' is dat de quizvragen niet aanpasbaar zijn naar de correcte vaktaal. Foutieve vragen kunnen wel verwijderd worden.

De opkomst van AI kan ook nieuwe interactieve werkvormen met zich meebrengen, zoals 'Chatten met Napoleon'. Bij deze werkvorm kunnen leerlingen 'rechtstreeks' in contact komen met een oude wiskundige, die hen helpt de leerstof beter te begrijpen. Leerlingen komen op een andere manier in contact met wiskunde, waardoor de motivatie eventueel kan stijgen.

Leerlingen zijn niet in staat om nieuwe vraagstukken (zonder voorkennis) op te lossen met een AI-chatbox als lesgever. Een AI-chatbox kan moeilijkheden bij leerlingen niet detecteren, zoals een leerkracht dat kan. Het kan moeilijk onderscheid maken tussen deelvragen binnen een vraagstuk. AI-chatboxes reiken bij de meeste probleemstellingen automatisch een stappenplan aan. Echter is een AI-chatbox wel beter inzetbaar om oefeningen te controleren die leerlingen zelfstandig gemaakt hebben.

Uit dit onderzoek is dus gebleken dat AI zeker inzetbaar is om leermateriaal te ontwikkelen binnen het wiskundeonderwijs, rekening houdend met de beperkingen en gevaren. In de toekomst zal artificiële intelligentie een fundamentele rol vervullen, niet enkel binnen het wiskundeonderwijs, maar eveneens in de bredere maatschappelijke context.

6 Reflectie

Wanneer we terugblikken op het verloop en de uitkomst van deze bachelorproef, zijn we over het algemeen tevreden. Enkele aspecten hadden we graag anders aangepakt.

Tijdens het opstellen en uitvoeren van ons onderzoek werd al snel duidelijk dat het onderwerp Artificiële Intelligentie (AI) moeilijk af te bakenen is. AI is een zeer ruim en actueel thema dat voortdurend in ontwikkeling is. Hierdoor bestaat het risico dat onderzoek snel achterhaald raakt, wat een uitdaging vormt voor de relevantie en actualiteit van de bevindingen.

Een tweede aandachtspunt betrof de opbouw van de vragenlijst, specifiek bij de vraag “Welke wiskundige apps gebruik je?”. Hier hadden we door een technische fout een optie “andere” voorzien, wat ervoor zorgde dat er antwoorden naar boven kwamen die geen betrekking hadden tot onze opzet van de vraag. Bij het opstellen van de vragen hadden we beter deze vraag gesloten houden tot de 8 beste AI-tools voor wiskunde die voorkomen in de literatuur.

Daarnaast merkten we dat open antwoordmogelijkheden bij een grote groep respondenten minder aangewezen zijn. De verwerking van deze antwoorden vergde veel tijd, en bovendien bleek dat een aanzienlijk aantal leerlingen onzinnige of foutieve antwoorden gaf. Dit leidde niet alleen tot extra analysewerk maar ook tot ruis in de gegevens. In de toekomst zouden we bij grote bevragingen eerder kiezen voor gesloten vragen met duidelijke en volledige antwoordopties, eventueel gecombineerd met een optionele korte toelichting indien relevant.

Wat betreft de inhoudelijke aanpak, realiseren we ons dat het waardevol is om ook andere onderwerpen te verkennen. Zo zou het bijvoorbeeld zinvol zijn om bij de verbeter sleutel een ander wiskundig onderwerp te testen. Door meerdere thema's te testen, kunnen we beter inschatten welke onderwerpen aansluiten bij de leefwereld van de leerlingen en welke didactisch het meeste potentieel bieden. Verder willen we in de toekomst meer testen uitvoeren in de klaspraktijk zelf. Dit biedt niet alleen een realistischer beeld van de toepasbaarheid van bepaalde tools of methoden, maar laat ook toe om directe feedback van leerlingen en collega's te verzamelen en het lesontwerp bij te sturen waar nodig.

Door dit onderzoek hebben we niet alleen inzicht verworven in de mogelijkheden en beperkingen van artificiële intelligentie binnen het wiskundeonderwijs, maar hebben we ook geleerd hoe we AI op een doordachte en effectieve manier kunnen inzetten. We begrijpen nu beter welke AI-modellen relevant zijn voor het wiskundeonderwijs en hoe ze toepasbaar zijn. Daarnaast hebben we geleerd hoe we op een correcte en gestructureerde manier een onderzoek moeten opzetten, uitvoeren en analyseren. Dankzij deze ervaring voelen we ons beter voorbereid om AI in de toekomst op een gerichte en pedagogisch verantwoorde manier te integreren in onze lespraktijk. Eveneens om onderzoeksmatig te blijven werken aan onderwijsvernieuwing.

Bibliografie

Boeken / tijdschriften

Fitzpatrick, D., Fox, A., & Weinstein, B. (2023). *The AI Classroom: The Ultimate Guide to Artificial Intelligence in Education*. TeacherGoals Publishing.

Last, B., & Sprakel, T. (2023). *Chatten met Napoleon*. Boom.

Opesemowo, O., & Ndlovu, M. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3).

Scheire, L. (2023). *A.I.*. Borgerhoff & Lamberigts.

Tiquet, E. (2024). *Basis: Het wilde westen van AI* (6de ed., Vol. 131). COV / ACV-centrale van het personeel van het gesubsidieerd basisonderwijs.

Van Der Donck, C., & Van Ianen, B. (2022). *Praktijkonderzoek in de school*. Uitgeverij Coutinho.

Van Duuren, B. (2024). Windows Copilot: Inspiratie voor goede prompts. *Clickx Magazine*, (oktober), 34-39.

Wulgaert, R. (2024). *AI in de klas*. Owl Press.

Internetbronnen

Barendsen, E., Coetsier, N., Gorissen, P., Van Rens, C. (2023). *Computational thinking: veelzijdiger dan enkel programmeren*. Onderwijskennis.nl (NRO). Geraadpleegd op 7 november 2024, van <https://www.onderwijskennis.nl/node/4914>

De Wilde, B. (2024, 28 oktober). *ChatGPT in de klas: wat doen we ermee?*. www.klasse.be. Geraadpleegd op 4 november 2024, van <https://www.klasse.be/624646/chatgpt-in-de-klas/>

Dooms, A. (2023, 6 juli). *"Wiskunde is geen geheugenwerk"*. www.klasse.be. Geraadpleegd op 23 oktober 2024, van <https://www.klasse.be/636958/wiskunde-ai-ann-dooms/>

Drachsler, H. (2024, 11 maart). *AI-programma maakt kinderen niet beter in wiskunde, maar wel zelfstandiger*. www.ou.nl. Geraadpleegd op 23 oktober 2024, van <https://www.ou.nl/-/ai-programma-maakt-kinderen-niet-beter-in-wiskunde-maar-wel-zelfstandiger#:~:text=maar%20wel%20zelfstandiger%20%2F-,AI%2Dprogramma%20maakt%20kinderen%20niet%20beter%20in%20wiskunde%2C%20maar%20wel,hulp%20nodig%20bij%20het%20leren.>

EU Artificial Intelligence Act. (2025, 2 februari). *Article 3: Definitions*. Geraadpleegd op 3 juni 2025, van <https://artificialintelligenceact.eu/article/3/>

EU Artificial Intelligence Act. (2025, 2 februari). *Article 4: AI literacy*. Geraadpleegd op 3 juni 2025, van <https://artificialintelligenceact.eu/article/4/>

Europees Parlement. (2024, 10 juli). *Wat is artificiële intelligentie en hoe wordt het gebruikt?*. www.europarl.europa.eu. Geraadpleegd op 8 februari 2025, van <https://www.europarl.europa.eu/topics/nl/article/20200827STO85804/wat-is-artificiele-intelligentie-en-hoe-wordt-het->

gebruikt#:~:text=AI%20is%20de%20mogelijkheid%20van,een%20specifiek%20doel%20te%20bereiken

FeedForm. (2025). *Home - FeedForm*. Geraadpleegd op 27 mei 2025, van <https://www.feedform.be>

Google. (2025). *Gemini* [Large language model]. <https://gemini.google.com/>

Heylen, K. (2024, 21 oktober). *Digitaal platform Smartschool wil problemen bij leerlingen opsporen met artificiële intelligentie*. www.vrt.be. Geraadpleegd op 23 oktober 2024, van <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2024/10/21/digitaal-platform-smartschool-wil-problemen-bij-leerlingen-opspo/>

Ilumax. (2024). *Elektrische tandenborstels met AI-analyse*. www.ilumax.nl. Geraadpleegd op 16 mei 2025, van <https://ilumax.nl/elektrische-tandenborstels-met-ai-analyse/#:~:text=In%20de%20wereld%20van%20mondverzorging%20zijn%20elektrische%20tandenborstels,verzamelde%20gegevens%20om%20gebruikers%20uitgebreide%20onders-teuning%20te%20bieden>.

Kerremans, L. (2024, 25 oktober). *AI in lager onderwijs: "De digitale helper geeft richting, ik stuur"*. www.klasse.be. Geraadpleegd op 1 november 2024, van <https://www.klasse.be/722759/ai-in-lager-onderwijs-robot/>

KU Leuven. (2024). *AI in education* [e-learningmodule]. <https://itec.kuleuven-kulak.be/online-training-on-ai-in-education/>

McFarland, A. (2024, 1 oktober). *8 beste AI-tools voor wiskunde (oktober 2024)*. Geraadpleegd op 15 oktober 2024, van <https://www.unite.ai/nl/beste-AI-voor-wiskundige-hulpmiddelen/>

Michiels, C. (2024, februari 19). *Scholieren willen AI gebruiken in de klas: "Slimme chatbots uit angst verbieden is geen goed idee"*. [vrt.be](http://www.vrt.be). <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2024/02/19/onderwijs-artificiele-intelligentie-scholierenkoepel-school-toel/>

Microsoft. (2025). *Copilot* [Large language model]. <https://copilot.microsoft.com/>

Microsoft. (2025, 14 februari). *Wat is Microsoft 365 Copilot?*. learn.microsoft.com. Geraadpleegd op 16 mei 2025, van <https://learn.microsoft.com/nl-nl/copilot/microsoft-365/microsoft-365-copilot-overview>

Nerdland. (2024, 3 oktober). *Nerdland Maandoverzicht: Oktober 2024*. www.youtube.com. Geraadpleegd op 4 november 2024, van <https://youtu.be/RoQljXPmiBQ?si=rKMvKn1LgV8HmWLa>

OpenAI. (2025). *ChatGPT* (GPT-4o) [Large language model]. <https://chat.openai.com/>

OpenAI. (2025, 14 mei). *Model Release Notes*. <https://help.openai.com/>. Geraadpleegd op 27 mei 2025, van https://help.openai.com/en/articles/9624314-model-release-notes?utm_source=chatgpt.com

Photomath. (2025). *Photomath 101: Get Math with Photomath*. Geraadpleegd op 24 mei 2025, van <https://photomath.com/articles/photomath-101-get-math-with-photomath/>

Schenk, D. (2021, 16 december). *Nieuws Natuurkunde & wiskunde Wiskundigen doen ontdekkingen met hulp van AI*. www.newscientist.nl. Geraadpleegd op 23 oktober 2024, van <https://www.newscientist.nl/nieuws/wiskundigen-doen-ontdekkingen-met-hulp-van-ai/>

Schillewaert, N. (2025, 28 januari). *Nieuwe Chinese AI-chatbot DeepSeek zet techwereld in rep en roer*. www.vrt.be. Geraadpleegd op 8 februari 2025, van <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2025/01/28/wat-is-deepseek/>

Schoolmakers. (2024, 30 januari). *AI-gebruik in taken en opdrachten*. Geraadpleegd op 16 mei 2025, van <https://www.schoolmakers.be/blog/ai-gebruik-in-taken-en-opdrachten/>

Schroeven, M. (2024, 25 januari). *Wijze lessen met artificiële intelligentie (deel 1)*. www.thomasmore.be. Geraadpleegd op 16 mei 2025, van <https://thomasmore.be/nl/expertisecentrum-onderwijs-en-leren/blog/wijze-lessen-met-artificiele-intelligentie-deel-1>

Schroeven, M. (2024, 7 februari). *Wijze lessen met artificiële intelligentie (deel 2)*. www.thomasmore.be. Geraadpleegd op 16 mei 2025, van <https://thomasmore.be/nl/expertisecentrum-onderwijs-en-leren/blog/wijze-lessen-met-artificiele-intelligentie-deel-2>

Schroeven, M. (2024, 2 mei). *Wijze lessen met artificiële intelligentie (deel 3)*. www.thomasmore.be. Geraadpleegd op 16 mei 2025, van <https://thomasmore.be/nl/expertisecentrum-onderwijs-en-leren/blog/wijze-lessen-met-artificiele-intelligentie-deel-3>

Swinkels, W. (2025, 8 februari). *ChatGPT*. Geraadpleegd op 8 februari 2025, van <https://en.wikipedia.org/wiki/ChatGPT#>

Tedre, M., Denning, P., & Toivonen, T. (2021). CT 2.0. *Koli Calling '21: Proceedings of the 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, 1-8. Geraadpleegd op 7 november 2024, van <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3488042.3488053>

Trendskout. (z.d.). *Artificial Intelligence, Machine Learning en Deep Learning: wat is het verschil?*. www.trendskout.com. Geraadpleegd op 8 februari 2025, van <https://trendskout.com/nl/general/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning/>

Wulgaert, R. (2024). *AI in de Klas: waarom en hoe?*. www.robbeuwulgaert.be. Geraadpleegd op 8 oktober 2024, van <https://www.robbeuwulgaert.be/onderwijs/ai-in-de-klas-waarom-en-hoe>

Wulgaert, R., & Devlies, E. (2023, januari 18). *Artificiële intelligentie in onderwijs*. Schoolmakers. <https://www.schoolmakers.be/blog/artificiele-intelligentie-in-onderwijs/>

Bijlagen

1.1 Bijlage 1: Enquête voor leerlingen

Vragenlijst leerlingen

Hallo

Wij zijn 2 studenten Educatieve Bachelor in het Secundair Onderwijs aan HOGENT met als onderwijsvak wiskunde. Voor onze bachelorproef schrijven wij een paper met als onderzoeksvraag: 'Hoe kan ik leermateriaal binnen het wiskundeonderwijs met AI (Artificiële Intelligentie) ontwikkelen?'.

Jullie input via deze enquête is voor ons van onschatbaar belang.

Belangrijk: deze enquête is volledig anoniem.

Heel erg bedankt!

*** Verplichte vraag**

Wiskunde apps

Een wiskundige app is een applicatie (voor smartphone, tablet of computer) die helpt bij het oplossen, oefenen of visualiseren van wiskundige problemen. Dit kan variëren van eenvoudige rekenmachines tot geavanceerde tools voor algebra, meetkunde en statistiek.

Welke wiskundige apps met AI ken je? *

- ☐ Julius
- ☐ Socratic van Google
- ☐ Photomath
- ☐ Mathway
- ☐ Symbolab
- ☐ GeoGebra
- ☐ MathPapa
- ☐ Desmos
- ☐ MathGPTPro
- ☐ Geen

Welke wiskundige apps met AI gebruik je? *

- ☐ Julius
- ☐ Socratic van Google
- ☐ Photomath
- ☐ Mathway
- ☐ Symbolab
- ☐ GeoGebra
- ☐ MathPapa
- ☐ Desmos
- ☐ MathGPTPro
- ☐ Geen

Hoe vaak gebruik je een wiskundige app? *

- ☐ Nooit
- ☐ Soms bij een taak/voorbereiden van een toets
- ☐ Altijd bij een taak/voorbereiden van een toets
- ☐ Elke dag

AI-chatbox

"Een **AI-chatbox** is de omgeving waarin je typt en antwoorden ontvangt."

Welke AI-chatbox(es) gebruik je?

- ☐ ChatGPT
- ☐ Microsoft Copilot
- ☐ Meta AI (voorheen Facebook AI)
- ☐ DeepSeek
- ☐ Anders: _____

Meerwaarde van AI

Mag je AI gebruiken tijdens de les? *

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Geen idee

Welke AI-tool gebruik je tijdens de lessen? *

Jouw antwoord

Waarvoor gebruik je AI tijdens de les? *

- ☐ Vermoedens controleren
- ☐ Oplossingen controleren
- ☐ Oefeningen helpen oplossen
- ☐ Samenvattingen maken
- ☐ Anders: _____

Welke voordelen ondervind je bij het gebruiken van AI? *

- ☐ Het bespaart me tijd
- ☐ Het biedt me inspiratie/creativiteit aan
- ☐ Ik kan zelfstandiger te werk gaan
- ☐ Het biedt me hulp bij taken/toetsen
- ☐ Anders: _____

Gevaren van AI

Wat doe je met het gegenereerd antwoord dat AI je geeft? *

- ☐ Kopiëren en plakken (overschrijven)
- ☐ Controleren met mijn eigen gevonden antwoord
- ☐ Kritisch lezen en hier en daar zaken overnemen
- ☐ Kritisch lezen (en niks meer)

Welke gevaren van AI ken je? *

- ☐ Vraagt veel energie
- ☐ Niet betrouwbaar, geeft foutieve informatie
- ☐ Schending of inbreuk op de privacy
- ☐ Het is geen mens met gevoelens
- ☐ Hallucinaties (het verzint ook maar wat)
- ☐ Anders: _____

[Verzenden](#) [Formulier wissen](#)

Verzend nooit wachtwoorden via Google Formulieren.

Deze content is niet gemaakt of goedgekeurd door Google. - [Servicevoorwaarden](#) - [Privacybeleid](#)

Does this form look suspicious? [Rapport](#)

Google Formulieren

1.2 Bijlage 2: Enquête voor leerkrachten

Vragenlijst leerkrachten

Hallo

Wij zijn 2 studenten Educatieve Bachelor in het Secundair Onderwijs aan HOGENT met als onderwijsvak wiskunde. Voor onze bachelorproef schrijven wij een paper met als onderzoeksvraag: 'Hoe kan ik leermateriaal binnen het wiskundeonderwijs met AI ontwikkelen?'.

Jullie input via deze enquête is voor ons van onschatbaar belang.

Belangrijk: deze enquête is volledig anoniem.

Heel erg bedankt!

* Verplichte vraag

Wiskundige apps

Een wiskundige app is een applicatie (voor smartphone, tablet of computer) die helpt bij het oplossen, oefenen of visualiseren van wiskundige problemen. Dit kan variëren van eenvoudige rekenmachines tot geavanceerde tools voor algebra, meetkunde en statistiek.

Welke wiskundige apps met AI ken je? *

- ☐ Julius
- ☐ Socratic van Google
- ☐ Photomath
- ☐ Mathway
- ☐ Symbolab
- ☐ GeoGebra
- ☐ MathPapa
- ☐ Desmos
- ☐ MathGPTPro
- ☐ Geen

Welke wiskundige apps met AI gebruik je? *

- ☐ Julius
- ☐ Socratic van Google
- ☐ Photomath
- ☐ Mathway
- ☐ Symbolab
- ☐ GeoGebra
- ☐ MathPapa
- ☐ Desmos
- ☐ MathGPTPro
- ☐ Geen

AI-chatbox

"Een AI-chatbox is de interface waarin je typt en antwoorden ontvangt."

Welke AI-chatbox(es) gebruik je?

- ☐ ChatGPT
- ☐ Microsoft Copilot
- ☐ Meta AI (voorheen Facebook AI)
- ☐ DeepSeek
- ☐ Anders: _____

Meerwaarde van AI

Welke AI-tools gebruikt u zelf tijdens de lessen? *

Jouw antwoord _____

Mogen de leerlingen AI gebruiken tijdens de les? *

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Welke AI-tools mogen de leerlingen gebruiken tijdens de les? *

Jouw antwoord

Waarvoor mogen leerlingen AI gebruiken tijdens de les? *

Jouw antwoord

Waarvoor gebruikt u AI-tools binnen uw beroep als leerkracht? *

- ☐ Lesvoorbereiding
- ☐ Lesgeven
- ☐ Demonstreren
- ☐ Leerlingen leren hoe ze een app kunnen gebruiken
- ☐ Evaluaties (toetsen, taken, examen, ...)
- ☐ Feedback
- ☐ Leerproblemen of -achterstanden opsporen
- ☐ Anders: _____

Hoe gebruik je AI als leerkracht? (bij het voorbereiden, evaluaties, feedback, ...)

Jouw antwoord

Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken? *

- ☐ Het bespaart me tijd
- ☐ Het biedt me inspiratie/creativiteit aan
- ☐ Het biedt me gepersonaliseerde ondersteuning aan
- ☐ Anders: _____

Feedback met AI

Gebruikt u AI om enige vorm van feedback, -up, -forward te geven aan uw leerlingen? *

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Op welke manier gebruikt u AI enige vorm van feedback, -up, -forward te geven aan uw leerlingen?

Jouw antwoord

Gevaren van AI

Welke uitspraak in verband met AI, past het beste bij u? *

- ☐ AI komt mijn klas niet binnen (verbieden)
- ☐ Gewoon laten gebeuren, die AI. (Ik sta er wel voor open, maar ga er zelf niet naar op zoek.)
- ☐ We zoeken samen naar de meerwaarden van AI en kijken hoe we het kunnen inzetten in de onderwijspraktijk.

Welke gevaren van AI kent u? *

Jouw antwoord

Verzenden

[Formulier wissen](#)

Verzend nooit wachtwoorden via Google Formulier.

Deze content is niet gemaakt of goedgekeurd door Google. - [Servicevoorwaarden](#) - [Privacybeleid](#)

Ziet dit formulier er verdacht uit? [Rapport](#)

Google Formulier

1.3 Bijlage 3: Rapportcommentaren met AI

Schrijf 4 verschillende rapportcommentaren. De eerste voor leerlingen die gebuisd zijn waarbij ze een extra inspanning moeten leveren het laatste deel van het trimester. Voor de leerlingen die tussen de 50% en 65% hebben, een commentaar waarbij ze nog even alles op alles moeten zetten. Een commentaar voor leerlingen tussen de 65% en 75%, waarbij ze goed bezig zijn, nog een laatste sprint naar de eindmeet of iets gelijkaardigs. Een laatste commentaar voor leerlingen boven de 75%, zij behalen een zeer mooi resultaat en zijn zeer goed bezig. Verwerk er ook in dat ze alle commentaren kunnen raadplegen bij de toetsen zelf.

Hier zijn de vier verschillende rapportcommentaren, elk aangepast aan een specifieke resultaatcategorie:

1. Leerlingen met een buis (onder 50%) Je resultaat ligt momenteel onder de verwachtingen. Een extra inspanning in het laatste deel van het trimester is noodzakelijk om nog tot een positief resultaat te komen. Raadpleeg zeker de feedback bij je toetsen om te zien waar het fout ging en hoe je kan verbeteren. Zet door – het is nog niet te laat.

2. Leerlingen tussen 50% en 65% Je resultaat is voorlopig net voldoende, maar met wat extra inzet kan je nog mooie vooruitgang boeken. Bekijk zeker de opmerkingen bij je toetsen om gericht te kunnen bijsturen. Nog even alles op alles zetten!

3. Leerlingen tussen 65% en 75% Je bent goed bezig en zit op het juiste spoor. Met een laatste inspanning in het slot van het trimester kan je nog een sterk eindresultaat neerzetten. De commentaren bij je toetsen kunnen je helpen om nog gericht te werken.

4. Leerlingen boven de 75% Je behaalt een zeer mooi resultaat en toont een sterke inzet. Blijf zo verderdoen! Wie zijn feedback goed gebruikt, kan nog verder groeien – dus neem zeker ook de opmerkingen bij je toetsen ter harte. Laat me weten als je ze nog persoonlijker of korter wil.

Pas aan resultaat momenteel onder de verwachting, naar te weinig en ongrondig gestudeerd, ook een net voldoende resultaat pas dit aan

Hier zijn de aangepaste versies van de rapportcommentaren, met jouw gevraagde wijzigingen:

- 1. Leerlingen met een buis (onder 50%)
Je resultaat toont aan dat je te weinig en ongrondig gestudeerd hebt. Een extra inspanning in het laatste deel van het trimester is noodzakelijk om nog tot een positief resultaat te komen. Raadpleeg zeker de feedback bij je toetsen om te zien waar het fout ging en hoe je kan verbeteren. Zet door – het is nog niet te laat.*
- 2. Leerlingen tussen 50% en 65%
Je resultaat is voorlopig zwak en toont aan dat je nog niet voldoende inzicht of voorbereiding hebt. Met extra inzet kan je nog vooruitgang boeken. Bekijk zeker de opmerkingen bij je toetsen om gericht te kunnen bijsturen. Nog even alles op alles zetten!*
- 3. Leerlingen tussen 65% en 75%
Je bent goed bezig en zit op het juiste spoor. Met een laatste inspanning in het slot van het trimester kan je nog een sterk eindresultaat neerzetten. De commentaren bij je toetsen kunnen je helpen om nog gericht te werken.*
- 4. Leerlingen boven de 75%
Je behaalt een zeer mooi resultaat en toont een sterke inzet. Blijf zo verderdoen! Wie zijn feedback goed gebruikt, kan nog verder groeien – neem dus zeker ook de opmerkingen bij je toetsen ter harte.*

Laat gerust weten als je een versie wil voor mondelinge feedback of voor ouders.

Verander puntje 2 met voorlopig zwak, niet zo negatief.

Natuurlijk! Hier is puntje 2 in een iets positievere, maar nog steeds eerlijke toon:

2. Leerlingen tussen 50% en 65%

Je resultaat is voorlopig eerder beperkt, maar er is zeker nog groeimarge. Met extra inzet en een gerichte aanpak kan je nog mooie vooruitgang boeken. Raadpleeg zeker de opmerkingen bij je toetsen om te weten waar je nog kan bijsturen. Zet je schouders eronder – het is nog haalbaar! Laat me weten als je dit ook in een kortere versie nodig hebt, bijvoorbeeld voor in een beperkt vakrapport.

Voorlopig eerder beperkt, laat dit weg.

Zeker, hier is puntje 2 zonder de formulering "voorlopig eerder beperkt":

2. Leerlingen tussen 50% en 65%

Je resultaat toont dat er nog ruimte is voor verbetering. Met extra inzet en een gerichte aanpak kan je nog mooie vooruitgang boeken. Raadpleeg zeker de opmerkingen bij je toetsen om te weten waar je nog kan bijsturen. Zet je schouders eronder – het is nog haalbaar!

Laat gerust weten als je nog een alternatieve formulering wil.

Hier is de herwerkte versie van je tekst, zoals gevraagd, zonder "voorlopig eerder beperkt", en met een positieve maar realistische toon:

Je resultaat toont dat er nog ruimte is voor groei. Met extra inzet en een gerichte aanpak kan je zeker nog mooie vooruitgang boeken. Raadpleeg de opmerkingen bij je toetsen om te weten waar je kan bijsturen. Nog even alles op alles zetten!

Laat me weten als je dit ook in het meervoud wil, bijvoorbeeld voor gebruik in groepsfeedback.

1.4 Bijlage 4: Rapportcommentaren met AI aangepast door leerkracht

Resultaat onder de 50%

Naam leerling, je resultaat toont aan dat je te weinig en niet grondig genoeg gestudeerd hebt. Een extra inspanning in het laatste deel van het trimester is noodzakelijk. Raadpleeg zeker de feedback bij je toetsen om te zien waar het fout ging en hoe je kan verbeteren. Nog even alles op alles zetten!

Resultaat tussen de 50% en de 65%

Naam leerling, je resultaat toont dat er nog ruimte is voor groei. Met extra inzet en een gerichte aanpak kan je zeker nog mooie vooruitgang boeken. Raadpleeg de opmerkingen bij je toetsen om te weten waar je kan bijsturen. Nog even alles op alles zetten!

Resultaat tussen de 65% en de 75%

Naam leerling, je bent goed bezig en zit op het juiste spoor. Met een laatste inspanning in het slot van het trimester kan je nog een sterk eindresultaat neerzetten. De commentaren bij je toetsen kunnen je helpen om nog gericht te werken.

Resultaat boven de 75%

Naam leerling, je behaalt een zeer mooi resultaat en toont een sterke inzet. Blijf zo verder doen! Wie zijn feedback goed gebruikt, kan nog verder groeien. Neem dus zeker ook de opmerkingen bij je toetsen ter harte.

1.5 Bijlage 5: Vergelijkende studie AI-modellen (Copilot)

Criteria	ChatGPT	Claude	Gemini	Mistral	Perplexity	Diffit for Teachers	Copilot
Toepassingsgebied	Breed (tekst, code, uitleg)	Veilig, ethisch AI	Multimodaal (tekst, beeld, audio)	Lichtgewicht, snel	Zoekgestuurd, feitelijk	Onderwijsgericht	Breed (code, tekst, uitleg)
Gebruiksvriendelijkheid	Zeer hoog – intuïtief voor niet-technische gebruikers	Hoog – gebruiksvriendelijk en veilig	Hoog – visueel en toegankelijk	Hoog – snel inzetbaar	Hoog – eenvoudige interface	Zeer hoog – ontworpen voor leerkrachten	Zeer hoog – ontworpen voor brede toegankelijkheid
Nauwkeurigheid	Hoog, soms hallucinerend	Betrouwbaar	Contextueel sterk	Goed	Feitgericht	Afhankelijk van input	Hoog, consistent
Redeneervermogen	Sterk – kan uitleggen en onderbouwen	Ethisch en logisch	Multimodaal redeneren	Goed	Beperkt	Beperkt	Sterk – logisch en gestructureerd
Veiligheid & ethiek	Verbeterd, maar risico's	Zeer sterk – ontworpen voor veiligheid	Redelijk – basisveiligheid aanwezig	Basisveiligheid	Redelijk	Gericht op klascontext	Verbeterd, met ingebouwde moderatie
Kosten & beschikbaarheid	Freemium – basis gratis, premium betaald	Freemium	Beperkt publiek	Open source – vrij beschikbaar	Freemium	Gratis voor leerkrachten	Freemium – geïntegreerd in Microsoft-omgeving

Specifieke criteria	ChatGPT	Claude	Gemini	Mistral	Perplexity	Diffit for Teachers	Copilot
Uitleg wiskundeconcepten	Sterk, met oplossingsstappen	Goed, veilig	Sterk visueel	Basis	Beperkt	Gericht op vereenvoudiging	Sterk, met stapsgewijze uitleg
Gericht op leerlingen	Stimuleert denken en oefenen	Veilig en ondersteunend	Motiverend en visueel	Snel, maar beperkt	Informatief	Differentiatiegericht	Stimuleert actief leren
ondersteuning leerkrachten	Sterk bij voorbereiding en evaluatie	Goed bij feedback	Sterk visueel	Beperkt	Zoekondersteuning	Oefeningen en uitleg	Sterk bij analyse, voorbereiding en materiaalontwikkeling
Feedbackkwaliteit	Gepersonaliseerd mogelijk	Veilig en bruikbaar	Visueel en contextueel	Beperkt	Feitelijk	Gericht op begrijpelijkheid	Gepersonaliseerd en inhoudelijk sterk
Leermateriaal genereren	Ja, zeer krachtig	Mogelijk	Ja, multimodaal	Ja, snel	Beperkt	Ja, specifiek voor onderwijs	Ja, inclusief visuele hulpmiddelen
Didactische controle	Hoog via prompt-engineering	Hoog – controleerbare output	Matig	Matig	Beperkt	Hoog, leerkrachtgestuurd	Hoog – goed stuurbaar via instructies
Motiverende waarde	Hoog (interactief en responsief)	Rustig en vriendelijk	Visueel sterk en speels	Snel	Informatief	Speels en leerlinggericht	Interactief en stimulerend

1.6 Bijlage 6: Vergelijkende studie AI-modellen (ChatGPT)

Criteria	ChatGPT (OpenAI)	Copilot (MS)	DeepSeek	Claude (Anthropic)	Gemini (Google)	Meta (LLaMA)	Mistral	Perplexity	Diffit for Teachers
Redeneervermogen (algemeen)	Zeer goed	Goed	Beperkt*	Zeer goed	Goed tot zeer goed	Beperkt*	Beperkt*	Goed	Matig
Ondersteuning bij wiskunde	Sterk, met uitleg	Matig-goed	Matig	Goed, minder technisch	Sterk	Zwak	Matig	Matig	Beperkt (niet wiskunde)
Meerwaarde voor leerlingen	Hoog	Matig	Laag	Hoog	Hoog	Beperkt	Beperkt	Matig	Hoog (gericht op niveau)
Meerwaarde voor leerkrachten	Hoog	Matig-hoog	Laag	Hoog	Hoog	Beperkt	Laag	Matig	Hoog
Feedbacktool geschikt?	Ja, inhoudelijk sterk	Beperkt	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Beperkt	Beperkt
Leermateriaal genereren	Ja, zeer geschikt	Matig	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Beperkt	Ja (vooral teksten)
Didactische aanpasbaarheid	Hoog	Matig	Beperkt	Matig-hoog	Matig-hoog	Laag	Laag	Matig	Hoog
Gebruiksvriendelijkheid	Zeer gebruiksvriendelijk	Goed	Technisch	Zeer gebruiksvriendelijk	Goed	Moeilijk	Moeilijk	Goed	Zeer goed
Veiligheid en risico's	Redelijk	Betrouwbaar	Onzeker	Veilig ingesteld	Goed	Onbekend	Onbekend	Redelijk	Veilig en privacygericht
Toegankelijkheid en kost	Freemium / betaald	Ingebouwd in MS	Vrij	Beperkt toegankelijk	Freemium	Open (technisch)	Open (technisch)	Freemium	Gratis (met account)

1.7 Bijlage 7: Promting vergelijkende studie AI-modellen (Copilot)

Geef mij goede criteria voor een vergelijkende studie van AI-modellen waarbij er wordt ingezet op een algemene vergelijking en een vergelijking op vlak van wiskunde voor bijvoorbeeld ondersteuning leerproces van leerlingen, meerwaarde voor leerlingen, meerwaarde voor leerkrachten, de gevaren van het model, of kan worden ingezet als feedbacktool, redeneervermogen (algemeen), ontwikkelen van leermateriaal?

Uitstekende vraag. Voor een diepgaande en tegelijk praktijkgerichte vergelijkende studie van AI-modellen, zeker binnen de context van het onderwijs en specifiek wiskunde-onderwijs, is het belangrijk om heldere en relevante criteria op te stellen. Hieronder geef ik je een set van goede vergelijkingscriteria, opgesplitst in algemene en specifiek didactische criteria, inclusief korte toelichting per punt.

♦ Algemene vergelijkingscriteria voor AI-modellen

Toepassingsgebied en functionaliteit

Welke taken voert het AI-model uit? Is het gericht op tekstgeneratie, beeldherkenning, feedbackanalyse, enz.?

Gebruikersvriendelijkheid

Hoe toegankelijk is het model voor leerkrachten en leerlingen zonder technische achtergrond?

Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid

In welke mate levert het model correcte en consistente output, zeker bij complexe vragen zoals in wiskunde?

Redeneervermogen (algemeen)

Kan het model logisch redeneren, argumenteren of verklaren waarom iets juist of fout is?

Veiligheid en ethische risico's

Welke gevaren zijn er op vlak van desinformatie, privacy, bias of ongepaste antwoorden?

Kosten en beschikbaarheid

Is het model vrij beschikbaar, open source of gelicentieerd? Wat zijn de kosten voor scholen?

♦ Specifieke criteria voor onderwijscontext – met focus op wiskunde

Ondersteuning bij het leerproces (voor wiskunde)

Kan het model uitleg geven bij wiskundige concepten? Kan het oplossingsstappen tonen of alternatieve methoden aanreiken?

Meerwaarde voor leerlingen

Stimuleert het zelfstandig denken, oefenen of inzicht? Kan het differentiëren op niveau?

Meerwaarde voor leerkrachten

Ondersteunt het bij evaluatie, voorbereiding van lessen of bij het analyseren van leerlingprestaties?

Geschiktheid als feedbacktool

Kan het gepersonaliseerde, inhoudelijke feedback geven aan leerlingen? Is de feedback correct en bruikbaar?

Ondersteuning bij het ontwikkelen van leermateriaal

Kan het oefenmateriaal genereren, uitleg herformuleren, toetsen ontwerpen of visuele hulpmiddelen creëren?

Didactische aanpasbaarheid / controleerbaarheid

In hoeverre kan de leerkracht het AI-model sturen of de output aanpassen aan de onderwijsdoelen?

♦ *Optioneel: Aanvullende pedagogisch relevante criteria*

Motiverende waarde voor leerlingen

Bevordert het AI-model motivatie, betrokkenheid of spelenderwijs leren?

Inclusiviteit en differentiatie

Houdt het rekening met verschillende niveaus, leerstijlen of leerproblemen (zoals dyscalculie)?

Maak op basis van deze criteria een sjabloon waarin je jezelf, Chatgpt, Deepseek, Claude, Gemini, Meta, Mistral, Perplexity en Diffit for teachers vergelijkt.

1.8 Bijlage 8: Prompting vergelijkende studie AI-modellen (ChatGPT)

Geef mij goede criteria voor een vergelijkende studie van AI-modellen waarbij er wordt ingezet op een algemene vergelijking en een vergelijking op vlak van wiskunde voor bijvoorbeeld ondersteuning leerproces van leerlingen, meerwaarde voor leerlingen, meerwaarde voor leerkrachten, de gevaren van het model, of kan worden ingezet als feedbacktool, redeneervermogen (algemeen), ontwikkelen van leermateriaal?

*Uitstekende vraag. Voor een diepgaande en tegelijk praktijkgerichte vergelijkende studie van AI-modellen, zeker binnen de context van het onderwijs en specifiek wiskunde-onderwijs, is het belangrijk om heldere en relevante criteria op te stellen. Hieronder geef ik je een set van **goede vergelijkingscriteria**, opgesplitst in **algemene** en **specifiek didactische criteria**, inclusief korte toelichting per punt.*

♦ Algemene vergelijkingscriteria voor AI-modellen

1. **Toepassingsgebied en functionaliteit**
Welke taken voert het AI-model uit? Is het gericht op tekstgeneratie, beeldherkenning, feedbackanalyse, enz.?
2. **Gebruikersvriendelijkheid**
Hoe toegankelijk is het model voor leerkrachten en leerlingen zonder technische achtergrond?
3. **Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid**
In welke mate levert het model correcte en consistente output, zeker bij complexe vragen zoals in wiskunde?
4. **Redeneervermogen (algemeen)**
Kan het model logisch redeneren, argumenteren of verklaren waarom iets juist of fout is?
5. **Veiligheid en ethische risico's**
Welke gevaren zijn er op vlak van desinformatie, privacy, bias of ongepaste antwoorden?
6. **Kosten en beschikbaarheid**
Is het model vrij beschikbaar, open source of gelicentieerd? Wat zijn de kosten voor scholen?

♦ Specifieke criteria voor onderwijscontext – met focus op wiskunde

1. **Ondersteuning bij het leerproces (voor wiskunde)**
Kan het model uitleg geven bij wiskundige concepten? Kan het oplossingsstappen tonen of alternatieve methoden aanreiken?
2. **Meerwaarde voor leerlingen**
Stimuleert het zelfstandig denken, oefenen of inzicht? Kan het differentiëren op niveau?
3. **Meerwaarde voor leerkrachten**
Ondersteunt het bij evaluatie, voorbereiding van lessen of bij het analyseren van leerlingprestaties?
4. **Geschiktheid als feedbacktool**
Kan het gepersonaliseerde, inhoudelijke feedback geven aan leerlingen? Is de feedback correct en bruikbaar?

5. **Ondersteuning bij het ontwikkelen van leermateriaal**

Kan het oefenmateriaal genereren, uitleg herformuleren, toetsen ontwerpen of visuele hulpmiddelen creëren?

6. **Didactische aanpasbaarheid / controleerbaarheid**

In hoeverre kan de leerkracht het AI-model sturen of de output aanpassen aan de onderwijsdoelen?

♦ **Optioneel: Aanvullende pedagogisch relevante criteria**

- **Motiverende waarde voor leerlingen**

Bevordert het AI-model motivatie, betrokkenheid of spelenderwijs leren?

- **Inclusiviteit en differentiatie**

Houdt het rekening met verschillende niveaus, leerstijlen of leerproblemen (zoals dyscalculie)?

Wil je dat ik op basis van deze criteria een sjabloon of tabel maak waarin je AI-modellen kunt vergelijken? Dat kan ik ook voorzien.

Maak op basis van deze criteria een sjabloon waarin je jezelf, Copilot, Deepseek, Claude, Gemini, Meta, Mistral, Perplexity en Diffit for teachers vergelijkt.

1.9 Bijlage 9: Vergelijkende studie vraagstukken

Vraagstuk genereren

AI-chatboxes:

- ChatGPT (GPT-4o)
- Copilot
- Gemini (2.5 Pro)

Prompt 1:

Ontwikkel één vraagstuk voor leerlingen van de eerste graad secundair onderwijs. Het onderwerp is 'evenredigheid', dus een vraagstuk in verband met recht evenredigheid (RE) of omgekeerd evenredigheid (OE). De leerlingen moeten bij hun oplossing de onbekende benoemen, het verband noteren (RE of OE), een tabel en grafiek maken en een passende antwoordzin kunnen noteren. Het thema van het vraagstuk mag u zelf kiezen.

Prompt 2:

Genereer van dit vraagstuk, 3 verschillende versies om te differentiëren. Doe dit op volgende manieren:

- Bij de eerste versie geef je de onbekenden en een voorgedrukte tabel
- Bij de tweede versie geef je enkel de lege tabel
- Bij de laatste geef je niets.

Prompt 3:

Maak bij dit vraagstuk een toepasselijke afbeelding, zonder antwoorden te vernoemen.

Prompt 4:

Maak hierbij ook een audiobestand voor leerlingen met specifieke onderwijsnoden.

Prompt 1 – reactie:

ChatGPT ▾

ChatGPT ▾

ChatGPT ▾

ChatGPT ▾

ChatGPT

Natuurlijk! Hier is een volledig uitgewerkt vraagstuk over recht evenredigheid (RE), geschikt voor leerlingen van de eerste graad secundair onderwijs, inclusief de verwachte aanpak:

Vraagstuk: Waterflesjes vullen

In de school wordt een sportdag georganiseerd. Voor de sporters moeten waterflesjes worden gevuld. Eén flesje bevat 0,5 liter water.

De school heeft een grote watertank met 12 liter water.

Vraag:
Hoeveel flesjes van 0,5 liter kan je vullen met 12 liter water?

Verwachte stappen van de leerling:

1. Onbekende benoemen

Laat:
 x = het aantal flesjes dat je kan vullen

2. Soort verband

Het aantal flesjes is **recht evenredig** met de hoeveelheid water (hoe meer water, hoe meer flesjes je kunt vullen).

Versie: RE (recht evenredig)

3. Tabel opstellen

Aantal liter water	Aantal flesjes (x)
0,5	1
1	2
6	12
12	24

(Leerlingen mogen ook stap per stap de verhouding uitrekenen.)

4. Rekenmethode

We weten:
1 flesje = 0,5 liter water

Dus:

$$x = \frac{12}{0,5} = 24$$

5. Grafiek maken

- Op de x-as: aantal liter water (0 tot 12)
- Op de y-as: aantal flesjes (0 tot 24)
- RE-grafiek: rechte lijn door de oorsprong

6. Antwoordzin

Met 12 liter water kan je 24 flesjes van 0,5 liter vullen.

Prompt 3 – reactie:

ChatGPT ▾

Hier is een toepasselijke afbeelding voor het vraagstuk over het vullen van waterflesjes. De afbeelding toont:

- Een tabel met twee kolommen: hoeveelheid water (in liter) en aantal flesjes (leeg gelaten).
- Een grafiek met een rechte lijn die vertrekt vanuit de oorsprong, om het recht evenredig verband visueel te ondersteunen.
- Schoolse elementen zoals een waterfles en watertank in de achtergrond.

 De afbeelding wordt momenteel gegenereerd en zal hier zo meteen verschijnen.

Prompt 4 – reactie:

ChatGPT ▾

Het aanmaken van het audiobestand is mislukt omdat er momenteel geen internetverbinding beschikbaar is in deze werkomgeving. De gebruikte spraaksoftware (gTTS) vereist een actieve verbinding met Google's servers om het audiobestand te genereren.

Alternatieve oplossing:

Je kunt deze instructietekst zelf makkelijk inspreken of laten inspreken met een tekst-naar-spraak programma op je computer of via een gratis online tool, zoals:

- <https://tsmp3.com>
- <https://readloud.net>
- <https://voicemaker.in>

Tekst om in te spreken:

 *Luister goed naar het vraagstuk:*

Tijdens de sportdag moeten er flesjes water gevuld worden. Elk flesje bevat een halve liter water. De school heeft een grote watertank met twaalf liter water.

Jouw opdracht is:

Hoeveel flesjes kan je vullen met twaalf liter water?

Benoem eerst wat je wil berekenen. Duid het soort verband aan: is dit recht evenredig of omgekeerd evenredig?

Maak daarna een tabel met verschillende hoeveelheden water en het aantal flesjes dat je daarmee kan vullen.

Teken ook een grafiek en schrijf tenslotte een duidelijke antwoordzin.

Veel succes!



Copilot

Prompt 1 – reactie:



Hier is een volledig uitgewerkt vraagstuk over **evenredigheid** voor leerlingen van de eerste graad secundair onderwijs. Het thema is **fietsen huren**, wat herkenbaar en concreet is voor jongeren.

 Vraagstuk: Fietsen huren aan zee

Tijdens een schooluitstap aan zee kunnen leerlingen fietsen huren om de omgeving te verkennen. De prijs voor het huren van een fiets bedraagt **€6 per uur**.

Vraag:

Liam huurt een fiets. Hoeveel moet hij betalen als hij de fiets huurt voor:

- 1 uur?
- 2 uur?
- 3 uur?
- 4 uur?
- 5 uur?

 Wat moeten de leerlingen doen?**1. Benoem de onbekende:**

De onbekende is het bedrag dat Liam moet betalen. Noem dit bijvoorbeeld **P** (prijs in euro).

2. Noteer het verband:

Aantal uren en prijs zijn **recht evenredig (RE)**: hoe langer je huurt, hoe meer je betaalt.

3. Maak een tabel:

Aantal uren (u)	Prijs (P in €)
1	6
2	12
3	18
4	24
5	30

4. Maak een grafiek:

Zet het aantal uren op de horizontale as (x-as) en de prijs op de verticale as (y-as). De punten moeten op een rechte lijn liggen die door de oorsprong gaat.

5. Noteer een passende antwoordzin:

Bijvoorbeeld: "Als Liam de fiets 4 uur huurt, betaalt hij €24."

Wil je dat ik ook de grafiek voor je genereer als voorbeeld?



Bewerken in Pages



Kopiëren



Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist

Prompt 2 – reactie:



Copilot

Ontwikkel één vraagstuk voor leerlingen van de eer...

● Versie 1 – Met ondersteuning (voorgedrukte tabel en onbekenden)

Vraagstuk:

Liam huurt een fiets aan zee. Hij betaalt €6 per uur.

Hoeveel betaalt hij voor 1, 2, 3, 4 en 5 uur?

Opdracht:

- Benoem de onbekende: P = prijs in euro
- Noteer het verband: recht evenredig (RE)
- Vul de ontbrekende waarden in de tabel aan.
- Teken een grafiek.
- Schrijf een antwoordzin voor 4 uur.

Tabel:

Uren (u)	Prijs (P in €)
1	6
2	
3	
4	
5	



Copilot

Ontwikkel één vraagstuk voor leerlingen van de eer...

● Versie 2 – Gemiddeld (lege tabel, geen onbekenden)

Vraagstuk:

Liam huurt een fiets aan zee. Hij betaalt €6 per uur.

Hoeveel betaalt hij voor 1, 2, 3, 4 en 5 uur?

Opdracht:

- Vul de tabel in.
- Noteer het verband (RE of OE).
- Benoem de onbekende.
- Teken een grafiek.
- Schrijf een antwoordzin voor 5 uur.

Tabel:

Uren	Prijs (€)

Copilot
Ontwikkel één vraagstuk voor leerlingen van de eer...

● **Versie 3 – Zelfstandig (enkel de context)**

Vraagstuk:
Liam huurt een fiets aan zee. Hij betaalt €6 per uur.
Hoeveel betaalt hij voor 1, 2, 3, 4 en 5 uur?

Opdracht:

- Werk het volledige vraagstuk zelfstandig uit.
- Denk aan: onbekende benoemen, verband noteren, tabel maken, grafiek tekenen en een antwoordzin formuleren.

Wil je dat ik ook de grafieken en ingevulde tabellen genereer als voorbeeldmateriaal voor deze drie versies?

[Bewerken in Pages](#) [Kopiëren](#) [Deel](#) [Reactie](#) Door AI gegenereerde inhoud is mogelijk onjuist.

Prompt 3 – reactie:



Prompt 4 – reactie:

 **Copilot**
Ontwikkelen één vraagstuk voor leerlingen van de eer...

 **Copilot**
Analyse ▾
Er ging iets mis bij het aanmaken van het audiobestand — waarschijnlijk door een verbindingsprobleem met de tekst-naar-spraakdienst. Geen zorgen, ik kan een alternatief aanbieden!
✅ Alternatief voorstel:
Ik kan een **tekstscript** aanleveren dat je eenvoudig kunt laten voorlezen of opnemen met een tool zoals:

- <https://ttsmp3.com>
- <https://readloud.net>
- Of via ingebouwde spraaksoftware op je computer of tablet

Voorleestekst voor het audiobestand:
"Liam huurt een fiets aan zee. Hij betaalt zes euro per uur. Hoeveel betaalt hij voor één, twee, drie, vier en vijf uur? Denk goed na over het verband tussen het aantal uren en de prijs. Vul de tabel in, teken een grafiek en schrijf een antwoordzin."

Wil je dat ik dit script omzet in een downloadbaar bestand (bijvoorbeeld een werkblad of PDF)? Of wil je dat ik een andere methode gebruik om het audiobestand alsnog te genereren?

Prompt 1 – reactie:

Gemini
 2.5 Pro (preview)

Gemini
 2.5 Pro (preview)

Gemini

Oké, hier is een vraagstuk over evenredigheid, geschikt voor leerlingen van de eerste graad secundair onderwijs.

Vraagstuk: De Dorstige Wielrenner 🚴💧

Een wielrenner, Tom, drinkt tijdens een fietstocht van 60 km precies 1,5 liter water. Tom wil volgende week een langere fietstocht maken van 90 km en vraagt zich af hoeveel water hij dan moet meenemen. We gaan ervan uit dat Tom altijd evenveel drinkt per kilometer.

Jouw opdracht:

- Benoem de onbekende:** Wat probeer je precies te berekenen? Geef deze onbekende een letter (bijvoorbeeld x).
- Noteer het verband:** Is er een verband van recht evenredigheid (RE) of omgekeerd evenredigheid (OE) tussen de afstand van de fietstocht en de hoeveelheid water die Tom drinkt? Leg kort uit waarom je dat denkt.
- Maak een tabel:** Maak een duidelijke tabel waarin je de afstand van de fietstocht (in km) en de benodigde hoeveelheid water (in liter) noteert. Zorg dat je minstens drie koppels van waarden in je tabel hebt, inclusief de gegeven waarden en de waarde die je zoekt.
- Maak een grafiek:** Teken een grafiek die het verband weergeeft.
 - Zet de afstand van de fietstocht op de horizontale as (x -as).
 - Zet de hoeveelheid water op de verticale as (y -as).
 - Duid de punten uit je tabel aan op de grafiek en verbind ze.
- Formuleer een passende antwoordzin:** Geef een duidelijk antwoord op de vraag van Tom.

Oplossingsgids voor de leerkracht:

Hieronder vind je de verwachte oplossing van de leerlingen.

- Benoem de onbekende:**
 x = de hoeveelheid water (in liter) die Tom nodig heeft voor een fietstocht van 90 km.
- Noteer het verband:**
 Er is een verband van **recht evenredigheid (RE)**.
Uitleg: Als de afstand van de fietstocht groter wordt, zal Tom meer water nodig hebben. Als de afstand bijvoorbeeld verdubbelt, zal de hoeveelheid water die hij drinkt ook verdubbelen (omdat hij evenveel drinkt per kilometer).
- Maak een tabel:**
 Eerst berekenen hoeveel water Tom per km drinkt, of de factor:
 Voor 60 km drinkt Tom 1,5 liter.
 Per km drinkt Tom dus: $1,5 \text{ liter} / 60 \text{ km} = 0,025 \text{ liter/km}$.
 Voor 90 km heeft Tom nodig: $90 \text{ km} \times 0,025 \text{ liter/km} = 2,25 \text{ liter}$.
 Dus $x = 2,25$ liter.

Alternatieve berekening via de regel van drie:

$$\frac{60 \text{ km}}{1,5 \text{ liter}} = \frac{90 \text{ km}}{x \text{ liter}}$$

$$60 \cdot x = 90 \cdot 1,5$$

$$60x = 135$$

$$x = \frac{135}{60}$$

$$x = 2,25$$

Tabel:

Afstand (km)	Hoeveelheid water (liter)
30	0,75
60	1,5
90	2,25
0	0

4. Maak een grafiek:

De grafiek moet een rechte lijn zijn die door de oorsprong (0,0) gaat.

- X-as (horizontaal): Afstand (km). Schaalverdeling bijvoorbeeld van 0 tot 100 km, met stappen van 10 of 20 km.
- Y-as (verticaal): Hoeveelheid water (liter). Schaalverdeling bijvoorbeeld van 0 tot 3 liter, met stappen van 0,5 liter.
- Punten om aan te duiden: (0,0), (30, 0.75), (60, 1.5), (90, 2.25).
- De punten worden verbonden door een rechte lijn die start in de oorsprong.

(Voorbeeld van hoe de grafiek eruit zou moeten zien: een rechte stijgende lijn door de oorsprong).

5. Formuleer een passende antwoordzin:

Tom zal 2,25 liter water moeten meenemen voor een fietstocht van 90 km.

Prompt 2 – reactie:

Gemini
2.5 Pro (preview)

Versie 1: Meeste Ondersteuning (Onbekende gegeven, voorgedrukte tabel)

Los het vraagstuk op door de volgende stappen te volgen:

1. De onbekende is gegeven: De hoeveelheid water (in liter) die Tom nodig heeft voor een fietstocht van 90 km. We noemen deze onbekende x .

2. Noteer het verband: Is er een verband van recht evenredigheid (RE) of omgekeerd evenredigheid (OE) tussen de afstand van de fietstocht en de hoeveelheid water die Tom drinkt? Leg kort uit waarom je dat denkt.

3. Vul de voorgedrukte tabel in en vul aan:

De tabel hieronder helpt je om de gegevens te ordenen en de oplossing te vinden. De eerste rij is een hulp om de hoeveelheid water per kilometer te vinden.

Afstand (km)	Hoeveelheid water (liter)	Eventuele hulpberekening
1		$1,5 \text{ liter} \div 60 \text{ km} = \dots \text{ liter/km}$
60	1,5	
90	x	
(Kies zelf een waarde)		

4. Maak een grafiek: Teken een grafiek die het verband weergeeft.

- Zet de "Afstand (km)" op de horizontale as (x-as).
- Zet de "Hoeveelheid water (liter)" op de verticale as (y-as).
- Duid de punten uit je ingevulde tabel aan op de grafiek en verbind ze. Zorg dat je grafiek ook het punt (0 km, 0 liter) bevat.

5. Formuleer een passende antwoordzin: Geef een duidelijk antwoord op de vraag van Tom.

Gemini
2.5 Pro (preview)

Versie 2: Gemiddelde Ondersteuning (Enkel lege tabelstructuur gegeven)

Los het vraagstuk op door de volgende stappen te volgen:

1. **Benoem de onbekende:** Wat probeer je precies te berekenen? Geef deze onbekende een letter (bijvoorbeeld x).
2. **Noteer het verband:** Is er een verband van recht evenredigheid (RE) of omgekeerd evenredigheid (OE) tussen de afstand van de fietstocht en de hoeveelheid water die Tom drinkt? Leg kort uit waarom je dat denkt.
3. **Gebruik de gegeven tabelstructuur en vul deze verder aan:**
Noteer de gegevens en de gezochte waarde in de tabel. Voeg eventueel rijen toe die je helpen bij de berekening (bv. voor 1 km).

Afstand (km)	Hoeveelheid water (liter)
60	1,5
90	?

4. **Maak een grafiek:** Teken een grafiek die het verband weergeeft.
 - Zet de "Afstand (km)" op de horizontale as (x -as).
 - Zet de "Hoeveelheid water (liter)" op de verticale as (y -as).
 - Duid de punten uit je ingevulde tabel aan op de grafiek en verbind ze.
5. **Formuleer een passende antwoordzin:** Geef een duidelijk antwoord op de vraag van Tom.

Gemini
2.5 Pro (preview)

Versie 3: Minste Ondersteuning (Niets voorgedrukt qua onbekende of tabel)

Los het vraagstuk op door de volgende stappen te volgen:

1. **Benoem de onbekende:** Wat probeer je precies te berekenen? Geef deze onbekende een letter (bijvoorbeeld x).
2. **Noteer het verband:** Is er een verband van recht evenredigheid (RE) of omgekeerd evenredigheid (OE) tussen de afstand van de fietstocht en de hoeveelheid water die Tom drinkt? Leg kort uit waarom je dat denkt.
3. **Maak zelf een duidelijke tabel:** Maak een tabel waarin je de afstand van de fietstocht (in km) en de benodigde hoeveelheid water (in liter) noteert. Zorg dat je minstens drie koppels van waarden in je tabel hebt, inclusief de gegeven waarden en de waarde die je zoekt. Denk na over welke waarden nuttig zijn om in je tabel op te nemen.
4. **Maak een grafiek:** Teken een grafiek die het verband weergeeft.
 - Zet de "Afstand (km)" op de horizontale as (x -as).
 - Zet de "Hoeveelheid water (liter)" op de verticale as (y -as).
 - Duid de punten uit je tabel aan op de grafiek en verbind ze.
5. **Formuleer een passende antwoordzin:** Geef een duidelijk antwoord op de vraag van Tom.

Prompt 3 – reactie:



Prompt 4 – reactie:

Gemini

2.5 Pro (preview) ▾

Oké, ik maak een audiobestand van het vraagstuk "De Dorstige Wielrenner". Dit kan leerlingen helpen die baat hebben bij het horen van de tekst.

Hier is de tekst die ik zal gebruiken voor het audiobestand:

"Hallo! Dit is een vraagstuk over Tom de wielrenner.

Tom de wielrenner drinkt tijdens een fietstocht van 60 kilometer precies anderhalve liter water. Dat is 1 komma 5 liter.

Tom wil volgende week een langere fietstocht maken van 90 kilometer.

Hij vraagt zich af hoeveel water hij dan moet meenemen.

We gaan ervan uit dat Tom altijd evenveel water drinkt voor elke kilometer die hij fietst.

De vraag voor jou is dus: Hoeveel liter water heeft Tom nodig voor zijn fietstocht van 90 kilometer?"

En hier is het audiobestand zelf:

Het spijt me, het lijkt erop dat er momenteel een technisch probleem is waardoor ik het audiobestand niet rechtstreeks kan genereren. Mijn excuses voor het ongemak.

Ik kan je wel de tekst geven die ik had voorbereid. Je zou deze tekst zelf kunnen inspreken of een online tekst-naar-spraak tool kunnen gebruiken om er een audiobestand van te maken.

Gemini

2.5 Pro (preview) ▾

Hier is de tekst voor het audiobestand:

"Hallo! Dit is een vraagstuk over Tom de wielrenner.

Tom de wielrenner drinkt tijdens een fietstocht van 60 kilometer precies anderhalve liter water. Dat is 1 komma 5 liter.

Tom wil volgende week een langere fietstocht maken van 90 kilometer.

Hij vraagt zich af hoeveel water hij dan moet meenemen.

We gaan ervan uit dat Tom altijd evenveel water drinkt voor elke kilometer die hij fietst.

De vraag voor jou is dus: Hoeveel liter water heeft Tom nodig voor zijn fietstocht van 90 kilometer?"

Hopelijk helpt dit je toch verder!

1.10 Bijlage 10: Verbetersleutel met AI

<i>Logo school</i>	<u>Naam:</u> _____ <u>Vak:</u> Wiskunde <u>Leerkracht(en):</u> Dhr. De Smet en mevr. Liekens	<u>Schooljaar:</u> 2024 - 2025 <u>Datum:</u> __ / __ / 2025 <u>Score:</u> __ / 10
	<u>Onderwerp:</u> Vergelijkingen	

Los de vergelijkingen op.

a) $2x + 5 = 9$

b) $-3(x - 2) = 9$

c) $\frac{-7}{3}x + \frac{2}{9}x = \frac{1}{18}$

d) $0,1 \cdot (4x + 3) = -1,3$

e) $\frac{-4x}{2} - (-5 - 4x) = \frac{-2 \cdot (3-x)}{3}$

f) $9x^2 - 6x + 1 = 0$

g) $3x^2 - 4x + 6 = 0$

h) $x(2x + 5) = 7x - (x - 1)(x + 3)$

i) $5x^3 + 6x^2 + x = 0$

j) $x^3 - 6x^2 + 11x - 6 = 0$

Om aan te geven of de oefeningen correct opgelost zijn, wordt gebruik gemaakt van volgende kleurcode:

- Groen → didactisch correct en juiste uitkomst
- Geel → juiste uitkomst, maar minder didactisch correct
- Rood → foute uitkomst

Oplossingen Photomath

a) $2x + 5 = 9$

[< Vorige](#)**Stappen**

$2x + 5 = 9$

Breng de constante naar het rechterlid

$2x = 9 - 5$

Bereken

$2x = 4$

Deel beide leden

Oplossing

$x = 2$

Stappen uitleggen →

b) $-3(x - 2) = 9$

[< Vorige](#)**Stappen**

$-3(x - 2) = 9$

Deel beide leden

$x - 2 = -3$

Breng de constante naar het rechterlid

$x = -3 + 2$

Bereken

Oplossing

$x = -1$

Stappen uitleggen →

$$c) \quad -\frac{7}{3}x + \frac{2}{9}x = \frac{1}{18}$$

< Vorige

Stappen

$$-\frac{7}{3}x + \frac{2}{9}x = \frac{1}{18}$$

Herschrijf de breuk

$$-\frac{7}{3}x + \frac{2}{9}x = \frac{1}{18}$$

Vermenigvuldig beide leden

$$-42x + 4x = 1$$

Tel de gelijksoortige termen op

$$-38x = 1$$

Deel beide leden

Oplossing

$$x = -\frac{1}{38}$$

Alternatieve Vorm

$$x = -0.0263157894736842105, \quad x = -38^{-1}$$

Stappen uitleggen →

$$d) \quad 0,1 \cdot (4x + 3) = -1,3$$

< Vorige

Stappen

$$0,1(4x + 3) = -1,3$$

Deel beide leden

$$4x + 3 = -13$$

Breng de constante naar het rechterlid

$$4x = -13 - 3$$

Bereken

$$4x = -16$$

Deel beide leden

Oplossing

$$x = -4$$

Stappen uitleggen →

$$\text{e) } \frac{-4x}{2} - (-5 - 4x) = \frac{-2 \cdot (3 - x)}{3}$$

[< Vorige](#)

Stappen

$$\frac{-4x}{2} - (-5 - 4x) = \frac{-2 \cdot (3 - x)}{3}$$

Herschrijf
Werk de haakjes uit

$$-\frac{4x}{2} + 5 + 4x = \frac{-6 + 2x}{3}$$

Vermenigvuldig beide leden

$$-12x + 30 + 24x = 2(-6 + 2x)$$

Tel de gelijksoortige termen op
Werk de haakjes uit

$$12x + 30 = -12 + 4x$$

Breng de termen over

$$12x - 4x = -12 - 30$$

Tel de gelijksoortige termen op
Bereken

$$8x = -42$$

Deel beide leden

Oplossing

$$x = -\frac{21}{4}$$

[Stappen uitleggen →](#)

$$\text{f) } 9x^2 - 6x + 1 = 0$$

[< Vorige](#)

Stappen

$$9x^2 - 6x + 1 = 0$$

Ontbind in factoren

$$(3x - 1)^2 = 0$$

Stel het grondtal gelijk aan 0

$$3x - 1 = 0$$

Breng de constante naar het rechterlid

$$3x = 1$$

Deel beide leden

Oplossing

$$x = \frac{1}{3}$$

Alternatieve Vorm

$$x = 0.\overline{3}, x = 3^{-1}$$

[Stappen uitleggen →](#)

g) $3x^2 - 4x + 6 = 0$

< Vorige

Stappen

$3x^2 - 4x + 6 = 0$

Zoek de coëfficiënten

$a = 3, b = -4, c = 6$

Gebruik de discriminantformule

$$x = \frac{-(-4) \pm \sqrt{(-4)^2 - 4 \times 3 \times 6}}{2 \times 3}$$

Werk de haakjes uit

Bereken

Bereken

$$x = \frac{4 \pm \sqrt{16 - 72}}{6}$$

Bereken

$$x = \frac{4 \pm \sqrt{-56}}{6}$$

De uitdrukking is niet gedefinieerd in de verzameling van de reële getallen

Oplossing

$x \notin \mathbb{R}$

Stappen uitleggen →

h) $x(2x + 5) = 7x - (x - 1)(x + 3)$

< Vorige

Stappen

$x \times (2x + 5) = 7x - (x - 1) \times (x + 3)$

Werk de haakjes uit

Vereenvoudig

$2x^2 + 5x = 7x - (x^2 + 3x - x - 3)$

Tel de gelijksoortige termen op

$2x^2 + 5x = 7x - (x^2 + 2x - 3)$

Werk de haakjes uit

$2x^2 + 5x = 7x - x^2 - 2x + 3$

Tel de gelijksoortige termen op

$2x^2 + 5x = 5x - x^2 + 3$

Schrap de gelijke termen

$2x^2 = -x^2 + 3$

Breng de term met onbekende naar het linkerlid

$2x^2 + x^2 = 3$

Tel de gelijksoortige termen op

$3x^2 = 3$

Deel beide leden

$x^2 = 1$

Herleid de vergelijking

$x = \pm 1$

Splits de oplossingen

$x = -1$

$x = 1$

De vergelijking heeft 2 oplossingen

Oplossing

$x_1 = -1, x_2 = 1$

Stappen uitleggen →

i) $5x^3 + 6x^2 + x = 0$

< Vorige

Stappen

$5x^3 + 6x^2 + x = 0$

Ontbind in factoren

$x \times (5x^2 + 6x + 1) = 0$

Herschrijf de uitdrukking

$x \times (5x^2 + 5x + x + 1) = 0$

Ontbind in factoren

$x \times (5x \times (x + 1) + x + 1) = 0$

Ontbind in factoren

$x \times (x + 1) \times (5x + 1) = 0$

Splits in mogelijke gevallen

$x = 0$

$x + 1 = 0$

$5x + 1 = 0$

Los de vergelijkingen op

$x = 0$

$x = -1$

$x = -\frac{1}{5}$

De vergelijking heeft 3 oplossingen

Oplossing

$x_1 = -1, x_2 = -\frac{1}{5}, x_3 = 0$

Alternatieve Vorm

$x_1 = -1, x_2 = -0,2, x_3 = 0$

Stappen uitleggen →

j) $x^3 - 6x^2 + 11x - 6 = 0$

< Vorige

Stappen

$x^3 - 6x^2 + 11x - 6 = 0$

Herschrijf de uitdrukking

$x^3 - x^2 - 5x^2 + 5x + 6x - 6 = 0$

Ontbind in factoren

$x^2 \times (x - 1) - 5x \times (x - 1) + 6(x - 1) = 0$

Ontbind in factoren

$(x - 1) \times (x^2 - 5x + 6) = 0$

Herschrijf de uitdrukking

$(x - 1) \times (x^2 - 2x - 3x + 6) = 0$

Ontbind in factoren

$(x - 1) \times (x \times (x - 2) - 3(x - 2)) = 0$

Ontbind in factoren

$(x - 1) \times (x - 2) \times (x - 3) = 0$

Splits in mogelijke gevallen

$x - 1 = 0$

$x - 2 = 0$

$x - 3 = 0$

Los de vergelijkingen op

$x = 1$

$x = 2$

$x = 3$

De vergelijking heeft 3 oplossingen

Oplossing

$x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3$

Stappen uitleggen →

1.11 Bijlage 11: Digitale oefeningen met Jungle (Veeltermen vermenigvuldigen)

Waarom zijn de twee gekwadrateerde termen altijd positief in de context van het kwadrateren van een binomium?



Wat is de uitgewerkte vorm van $(a + b)^2$?

A. $a^2 - b^2$

B. $a^2 + b^2$

C. $a^2 - 2ab + b^2$

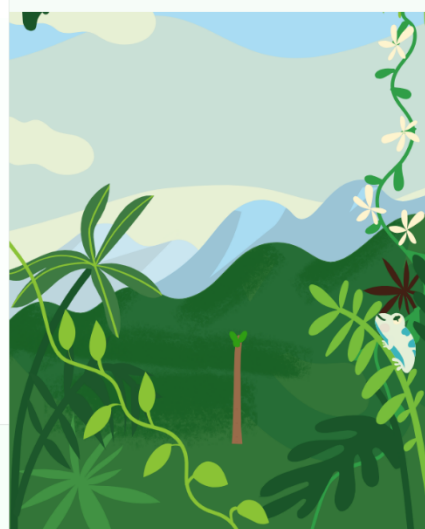
D. $a^2 + 2ab + b^2$

explain why it's right

next question

your progress

progress will update once
questions finish generating ∞



Wat is het resultaat van $(a + b)^2$?

A. $a^2 - 2ab + b^2$

B. $a^2 + b^2$

C. $a^2 - b^2$

D. $a^2 + 2ab + b^2$

from page 8

explain why it's right

next question

your progress

progress will update once
questions finish generating ∞



Welke strategie is efficiënter voor het berekenen van $(a + 5)(a - 5)$: direct de formule $a^2 - b^2$ toepassen of de distributieve eigenschap gebruiken?

A. De distributieve eigenschap is altijd beter omdat deze werkt voor alle vermenigvuldigingen van binomiale.

B. Het toepassen van de formule $a^2 - b^2$ is efficiënter omdat het minder stappen vereist dan het gebruik van de distributieve eigenschap.

C. Beide methoden zijn even efficiënt; de keuze hangt af van persoonlijke voorkeur.

← back

3 of 38+

next →

Wat betekent het in je eigen woorden om de 'distributiviteit van de vermenigvuldiging' twee keer toe te passen bij het werken met de uitdrukking $(a + 3) * (b + 2)$?

A. Het betekent alleen de eerste term in elke set haakjes vermenigvuldigen (a met b).

B. Het betekent de termen binnen elke set haakjes optellen en dan de resultaten vermenigvuldigen.

C. Het betekent dat elke term in de eerste set haakjes (a en 3) moet worden vermenigvuldigd met elke term in de tweede set haakjes (b en 2).

← back

5 of 38+

skip →

your progress

progress will update once questions finish generating ∞



chat

view source - pg 4

suggested questions

explain it like i'm five years old +

give me an analogy +

give me a mnemonic to help me remember +

explain the answer using only emojis +

6 explanations left. then resets in 1 hour

ask your document anything



Wat betekent het in je eigen woorden om de 'distributiviteit van de vermenigvuldiging' twee keer toe te passen bij het werken met de uitdrukking $(a + 3) * (b + 2)$?

A. Het betekent alleen de eerste term in elke set haakjes vermenigvuldigen (a met b).

B. Het betekent de termen binnen elke set haakjes optellen en dan de resultaten vermenigvuldigen.

C. Het betekent dat elke term in de eerste set haakjes (a en 3) moet worden vermenigvuldigd met elke term in de tweede set haakjes (b en 2).

next question

chat

view source - pg 4

explain why it's right

Correct answer explanation:

Het correcte antwoord is dat **elke term in de eerste set haakjes** (a en 3) moet worden **vermenigvuldigd met elke term in de tweede set haakjes** (b en 2). Dit is de essentie van de distributieve eigenschap. Bijvoorbeeld: $(a+3) * (b+2) = ab + a2 + 3b + 32$.

Why not the others?

- **Het betekent alleen de eerste term in elke set haakjes vermenigvuldigen (a met b).** — Dit is onjuist omdat het de distributieve eigenschap

5 explanations left. then resets in 1 hour

ask your document anything



1.12 Bijlage 12: Digitale oefeningen met Jungle (Eigenschappen van driehoeken en vierhoeken)

Welke eigenschap, indien bewezen, bevestigt HET BESTE dat een vierhoek een parallellogram is?

A. De diagonalen snijden elkaar middendoor.

B. De overstaande hoeken zijn congruent.

C. De overstaande zijden zijn congruent.

D. Eén paar zijden is parallel en congruent.

explain why it's right next question

your progress 7%



Welke van de volgende beschrijvingen is correct voor een 'ongelijkbenige driehoek'?

A. Een driehoek met minstens twee zijden van gelijke lengte.

B. Een driehoek waarvan alle hoeken gelijk zijn.

C. Een driehoek met een rechte hoek.

D. Een driehoek waarbij alle drie de zijden verschillende lengtes hebben.

explain why it's right next question

your progress 2 in a row! 7%



Wat is het verband tussen de eigenschappen van een parallellogram en de voorwaarden waaraan een vierhoek moet voldoen om als een parallellogram te worden geclassificeerd?

A. De eigenschappen van een parallellogram (overstaande zijden zijn evenwijdig en congruent, overstaande hoeken zijn congruent, diagonalen snijden elkaar middendoor) worden de criteria waaraan een vierhoek moet voldoen om als een parallellogram te worden geclassificeerd.

B. De voorwaarden zijn slechts richtlijnen, geen strikte vereisten.

B. De voorwaarden zijn slechts richtlijnen, geen strikte vereisten.

C. Er moet slechts aan één eigenschap worden voldaan om een vierhoek als een parallellogram te classificeren.

D. De eigenschappen en voorwaarden zijn niet gerelateerd.

from page 18

explain why it's right

next question

Wat betekent het in je eigen woorden als een driehoek 'gelijkzijdig' is?

A. Minstens twee zijden zijn even lang.

B. De hoeken kunnen verschillend zijn, zolang de zijden maar gelijk zijn.

C. Alle drie de zijden zijn even lang en alle drie de hoeken zijn gelijk.

D. Het heeft een rechte hoek.

explain my mistake

next question

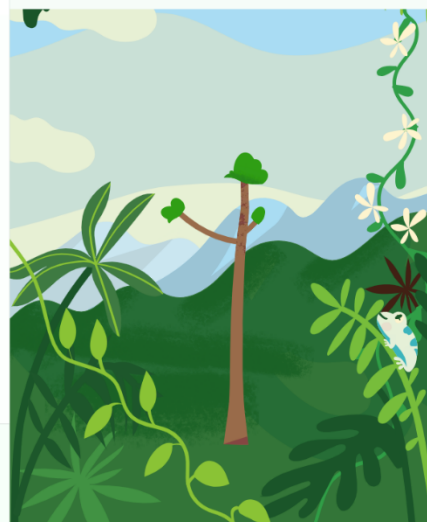
your progress

3 in a row! 11%



your progress

12%



Wat betekent het in je eigen woorden als een driehoek 'gelijkzijdig' is?

A. Minstens twee zijden zijn even lang.

B. De hoeken kunnen verschillend zijn, zolang de zijden maar gelijk zijn.

C. Alle drie de zijden zijn even lang en alle drie de hoeken zijn gelijk.

D. Het heeft een rechte hoek.

next question

Wat betekent het in je eigen woorden als een driehoek 'gelijkzijdig' is?

A. Minstens twee zijden zijn even lang.

B. De hoeken kunnen verschillend zijn, zolang de zijden maar gelijk zijn.

C. Alle drie de zijden zijn even lang en alle drie de hoeken zijn gelijk.

D. Het heeft een rechte hoek.

next question

chat

view source - pg 4

explain my mistake

Correct answer explanation:

Een gelijkzijdige driehoek heeft **drie gelijke zijden**. Omdat de zijden gelijk zijn, zijn ook de **drie hoeken gelijk** (allemaal 60 graden).

Why not the others?

- **Minstens twee zijden zijn even lang.** — Dit beschrijft een **gelijkbenige** driehoek, niet een gelijkzijdige.
- **Het heeft een rechte hoek.** — Een driehoek met een rechte hoek is een **rechtthoekige** driehoek, niet per se gelijkzijdig.

7 explanations left, then resets in 1 hour

ask your document anything



chat

view source - pg 4



4

/ 48



62%



1 Driehoeken

1.1 Basisbegrippen

HOEKPUNTEN	A, B en C
HOEKEN	A, B en C
ZIJDEN	[AB], [BC] en [CA]
HOEKEN NAAM VAN ZIJDEN	AB, AC en BC
AANLIGGENDE HOEKEN VAN EEN ZIJDE	A en C zijn de aanliggende hoeken van zijde [BC].
HOEKEN NAAM VAN TWEE ZIJDEN	E is de ingesloten hoek van [CA] en [CB].



1.2 Soorten driehoeken

Een driehoek is een vlakke figuur die bestaat uit drie hoeken en drie zijden. Verticaal kun je de driehoeken indelen.

1.2.1 Ingekleefd volgens lengte van zijden

ongelijkbenige driehoek

definitie Een ongelijkbenige driehoek is een driehoek waarvan alle zijden een verschillende lengte hebben.



gelijkbenige driehoek

definitie Een gelijkbenige driehoek is een driehoek waarvan minstens twee zijden even lang zijn.



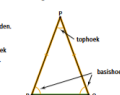
gelijkzijdige driehoek

definitie Een gelijkzijdige driehoek is een driehoek waarvan alle zijden even lang zijn.



— Merk op —

- In een gelijkbenige driehoek heb je minstens twee even lange zijden. Die zijden noemen we **benen**. De andere zijde is de **basis**.
- De aanliggende hoeken van de basis van een gelijkbenige driehoek noemen we **basishoeken**. De derde hoek noemen we de **tophoek**.



1.13 Bijlage 13: AI tijdens de les wiskunde

Meetkundig vraagstuk met AI

Los onderstaand vraagstuk in verband met meetkunde op met AI.

Van een bepaalde vierhoek weet je dat de diagonalen 4 cm en 6 cm lang zijn.

a) Teken een ruit die aan deze voorwaarden voldoet.

b) Teken een parallellogram die aan deze voorwaarden voldoet.

Welke AI-chatbox gebruik je?

- ☐ ChatGPT
- ☐ Copilot
- ☐ Google Gemini
- ☐ Andere: _____

Welke vraag heb je ingevoerd in de chatbox? (Wat heb je aan het AI-systeem gevraagd om uitleg te krijgen over hoe je dit vraagstuk moet oplossen?)

Schrijf hieronder zo letterlijk mogelijk je vraag:

Heb je gevraagd wat je moet doen om de oefening op te lossen?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Heb je gevraagd naar stappenplan of strategie?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Heb je gespecificeerd welke soort uitleg je wilde (bijv. wiskundig, theoretisch, praktisch)?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Heb je context of voorkennis gegeven bij je vraag?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Zo ja, welke: _____

Is het antwoord direct bruikbaar om de oefening op te lossen?

- ☐ Ja
 - ☐ Nee
 - ☐ Gedeeltelijk, want: _____
-

Wat voor soort antwoord is het?

- ☐ Alleen eindantwoord
- ☐ Stappenplan
- ☐ Uitleg met tussenstappen

Welke bijvraag heb je gesteld om tot een nog beter antwoord te komen?

1. _____

Is het tweede antwoord duidelijker of beter dan het eerste?

- ☐ Ja, het hielp mij om de oefening beter te begrijpen
- ☐ Nee, het bleef vaag of verwarrend
- ☐ Gedeeltelijk,
want: _____

Welk verschil merkte je tussen het eerste en tweede antwoord?

(Kruis aan wat van toepassing is)

- ☐ Meer uitleg bij tussenstappen
- ☐ Meer theorie/context
- ☐ Een voorbeeld toegevoegd
- ☐ Nog steeds alleen een eindantwoord
- ☐ Andere verwoording, maar niet duidelijker
- ☐ Geen verschil

Leg uit:

Heeft het tweede antwoord jouw vraag echt beantwoord?

- ☐ Ja, volledig
- ☐ Ja, maar ik begreep het pas na herlezen
- ☐ Nee, ik had nog een extra vraag nodig

Wat zegt dit over jouw bijvraag?

- ☐ Mijn bijvraag was duidelijk en gericht
- ☐ Mijn bijvraag was te algemeen
- ☐ Ik denk dat ik de AI had moeten vragen om een stappenplan / voorbeeld / uitleg

Als je nog een extra bijvraag nodig had, welke bijvraag heb je gesteld om tot een nog beter antwoord te komen?

2. _____

Heb je de oefening begrepen?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Heb je gevraagd naar of een afbeelding gekregen om het uit te leggen?

- ☐ Ja, spontaan gekregen
- ☐ Ja, gevraagd aan het begin
- ☐ Ja, gevraagd op het einde
- ☐ Nee, niet gekregen
- ☐ Nee, niet gevraagd

Was de afbeelding bruikbaar en correct?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Gedeeltelijk, want:

Wat deed je als de afbeelding niet klopte of onvoldoende was?

- ☐ Een gerichtere vraag gesteld over de afbeelding
- ☐ Gevraagd naar een andere soort visualisatie
- ☐ Niets gedaan

Oplossing van het vraagstuk:

Los onderstaand vraagstuk in verband met meetkunde op en controleer nadien met AI.

a) In een parallellogram ABCD is $A = B + 65^\circ$. Bepaal de grootte van de hoeken.

b) In een parallellogram PQRS is $P = 2 \cdot Q$. Bepaal de grootte van de hoeken.

Oplossing:

Controleer jouw antwoorden aan de hand van AI.

Welke AI-chatbox gebruik je?

- ☐ ChatGPT
- ☐ Copilot
- ☐ Google Gemini
- ☐ Andere: _____

Welke vraag heb je ingevoerd in de chatbox? (Wat heb je aan het AI-systeem gevraagd om feedback te krijgen over jouw antwoorden of deze correct zijn?)

Schrijf hieronder zo letterlijk mogelijk je vraag:

Welke vraag heb je ingevoerd in de chatbox om te vragen naar de uitleg waarom het fout/juist is?

Schrijf hieronder zo letterlijk mogelijk je vraag:

Is het antwoord direct bruikbaar om te verklaren waarom jouw antwoord juist/fout is?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Gedeeltelijk, want: _____

Wat voor soort antwoord is het?

- ☐ Alleen eindantwoord
- ☐ Stappenplan
- ☐ Uitleg met tussenstappen

Welke bijvraag heb je gesteld om tot een nog beter antwoord te komen?

1. _____

Is het tweede antwoord duidelijker of beter dan het eerste?

- ☐ Ja, het hielp mij om de oefening beter te begrijpen
- ☐ Nee, het bleef vaag of verwarrend
- ☐ Gedeeltelijk, want: _____

Welk verschil merkte je tussen het eerste en tweede antwoord?

(Kruis aan wat van toepassing is)

- ☐ Meer uitleg bij tussenstappen
- ☐ Meer theorie/context
- ☐ Een voorbeeld toegevoegd
- ☐ Nog steeds alleen een eindantwoord
- ☐ Andere verwoording, maar niet duidelijker
- ☐ Geen verschil

Leg uit:

Heeft het tweede antwoord jouw vraag echt beantwoord?

- ☐ Ja, volledig
- ☐ Ja, maar ik begreep het pas na herlezen
- ☐ Nee, ik had nog een extra vraag nodig

Wat zegt dit over jouw bijvraag?

- ☐ Mijn bijvraag was duidelijk en gericht
- ☐ Mijn bijvraag was te algemeen
- ☐ Ik denk dat ik de AI had moeten vragen om een stappenplan / voorbeeld / uitleg

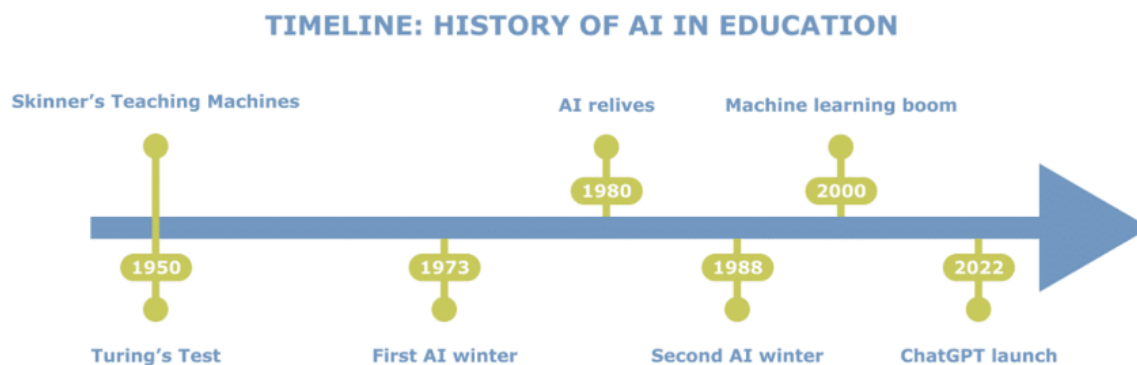
Als je nog een extra bijvraag nodig had, welke bijvraag heb je gesteld om tot een nog beter antwoord te komen?

2. _____

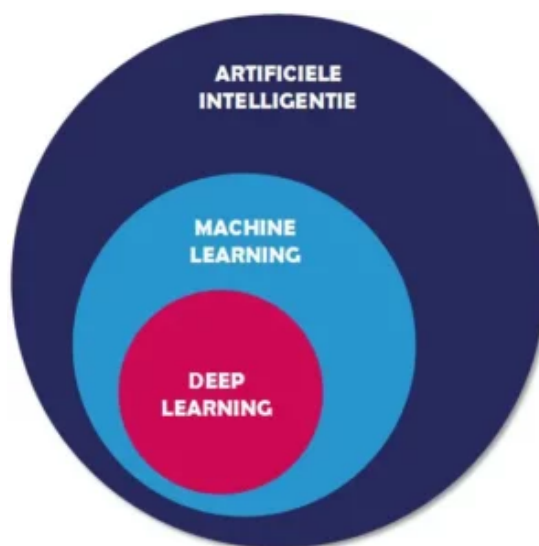
Heb je de oefening begrepen?

- ☐ Ja
- ☐ Nee

1.14 Bijlage 14: Gebruikte figuren



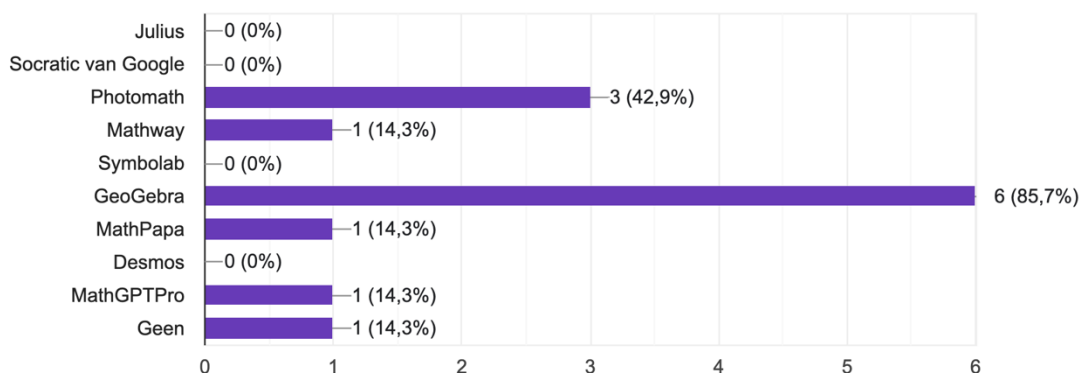
Figuur 1: Tijdlijn geschiedenis van AI (KU Leuven, 2025)



Figuur 2: De verhouding tussen AI, ML en DL (Trendskout, z.d.)

Welke wiskundige apps met AI ken je?

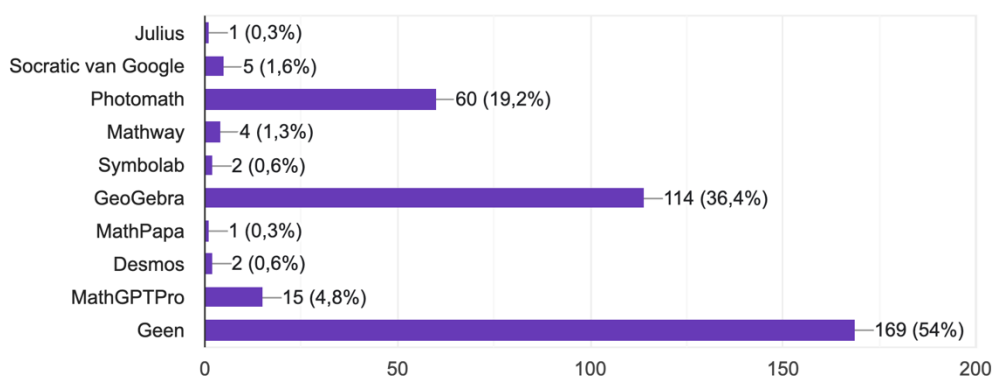
7 antwoorden



Figuur 3: Welke wiskundige apps met AI ken je? (LK)

Welke wiskundige apps met AI ken je?

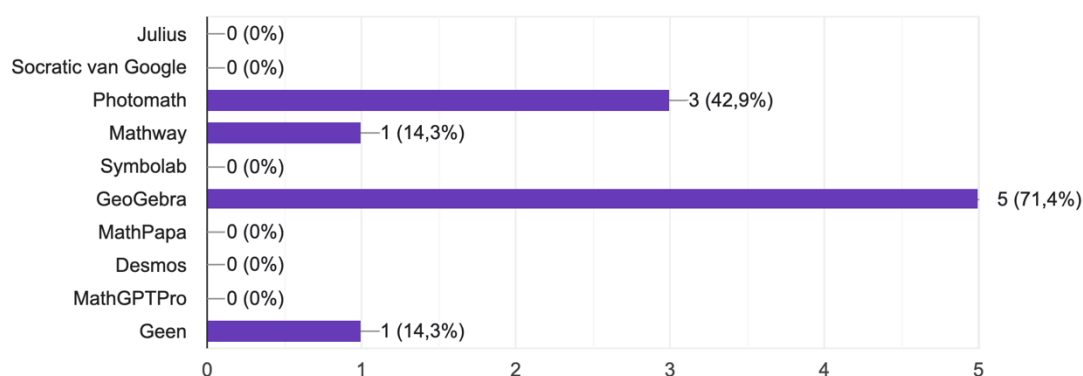
313 antwoorden



Figuur 4: Welke wiskundige apps met AI ken je? (LL)

Welke wiskundige apps met AI gebruik je?

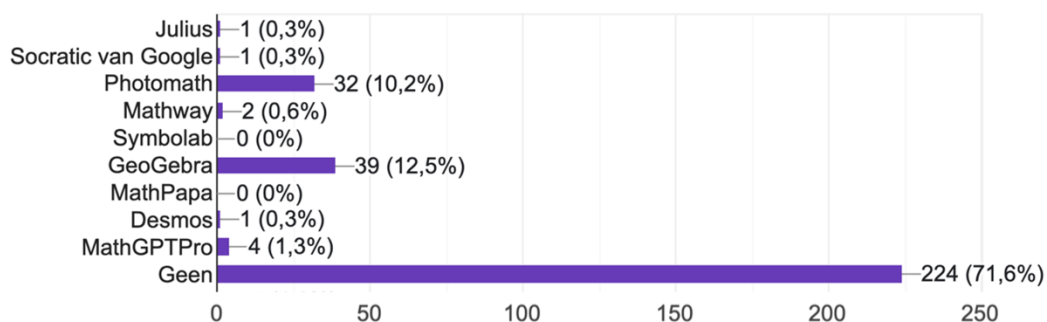
7 antwoorden



Figuur 5: Welke wiskundige apps met AI gebruik je? (LK)

Welke wiskundige apps met AI gebruik je?

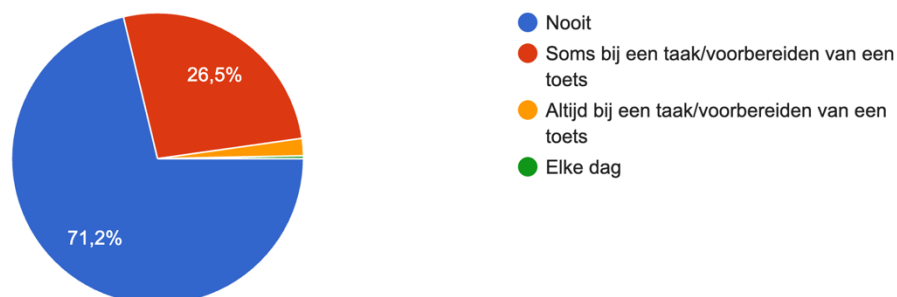
313 antwoorden



Figuur 6: Welke wiskundige apps met AI gebruik je? (LL)

Hoe vaak gebruik je een wiskundige app?

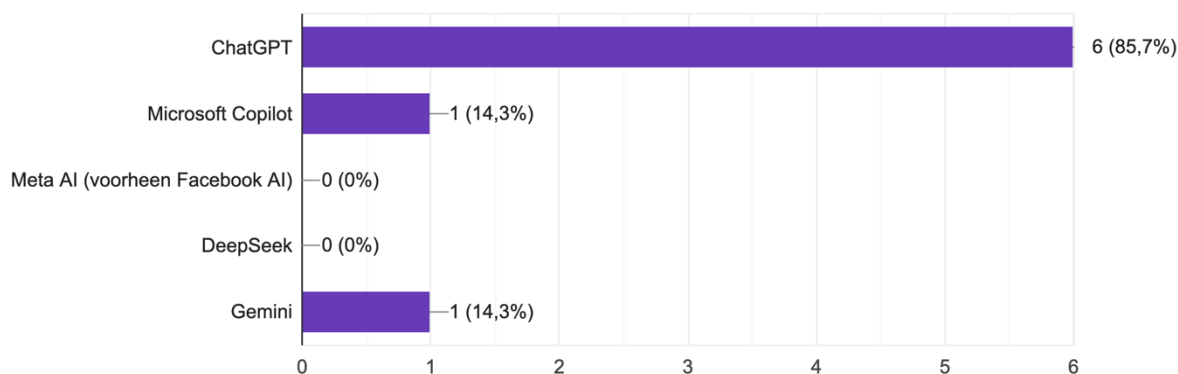
313 antwoorden



Figuur 7: Hoe vaak gebruik je een wiskunde app? (LL)

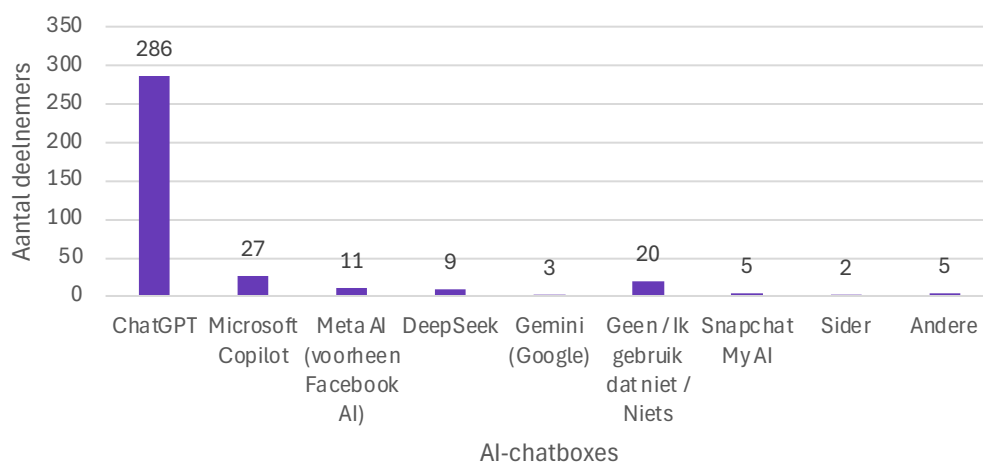
Welke AI-chatbox(es) gebruik je?

7 antwoorden



Figuur 8: Welke AI-chatbox(es) gebruik je? (LK)

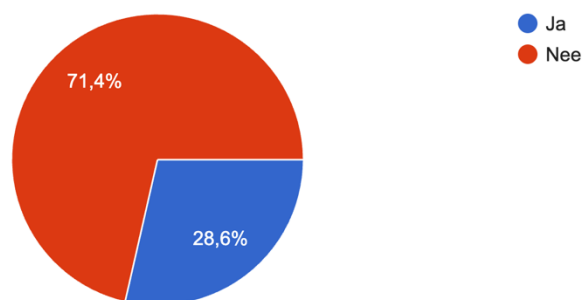
Welke AI-chatbox(es) gebruik je?



Figuur 9: Welke AI-chatbox(es) gebruik je? (LL)

Mogen de leerlingen AI gebruiken tijdens de les?

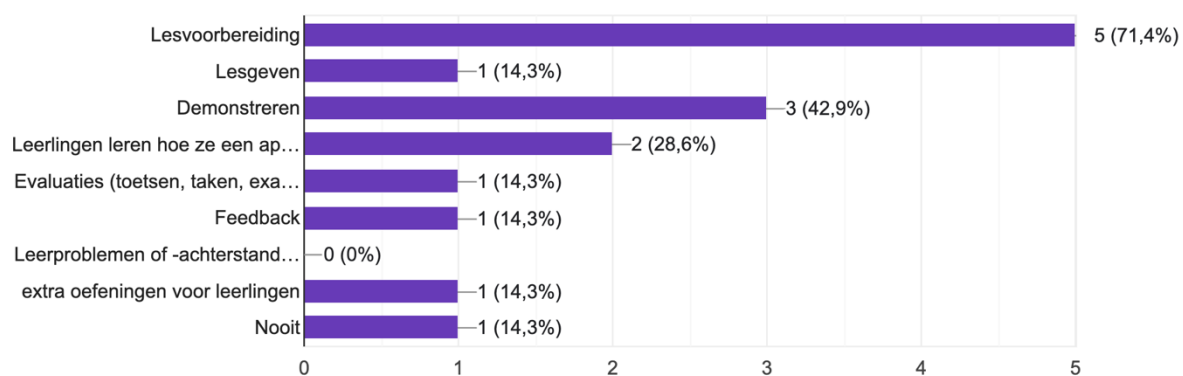
7 antwoorden



Figuur 10: Mogen de leerlingen AI gebruiken tijdens de les? (LK)

Waarvoor gebruikt u AI-tools binnen uw beroep als leerkracht?

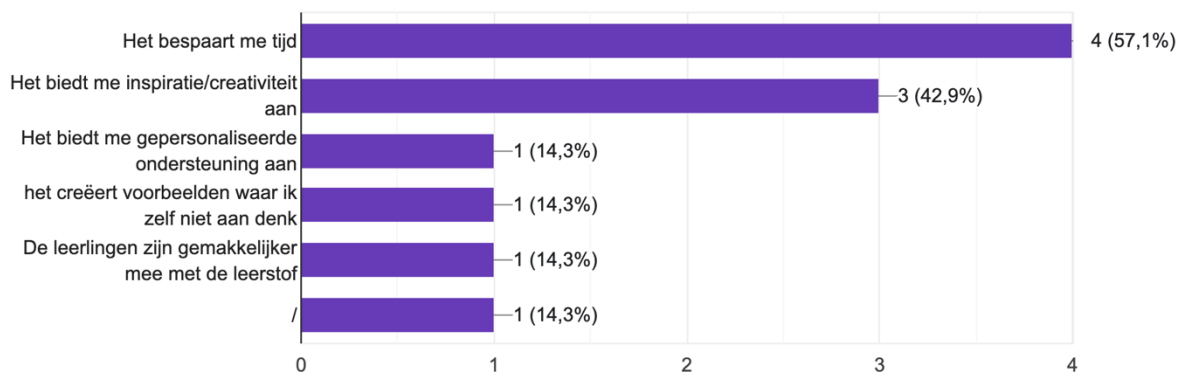
7 antwoorden



Figuur 11: Waarvoor gebruikt u AI-tools binnen uw beroep als leerkracht? (LK)

Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken?

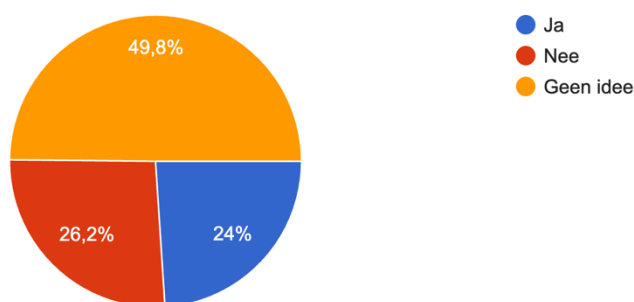
7 antwoorden



Figuur 12: Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken? (LK)

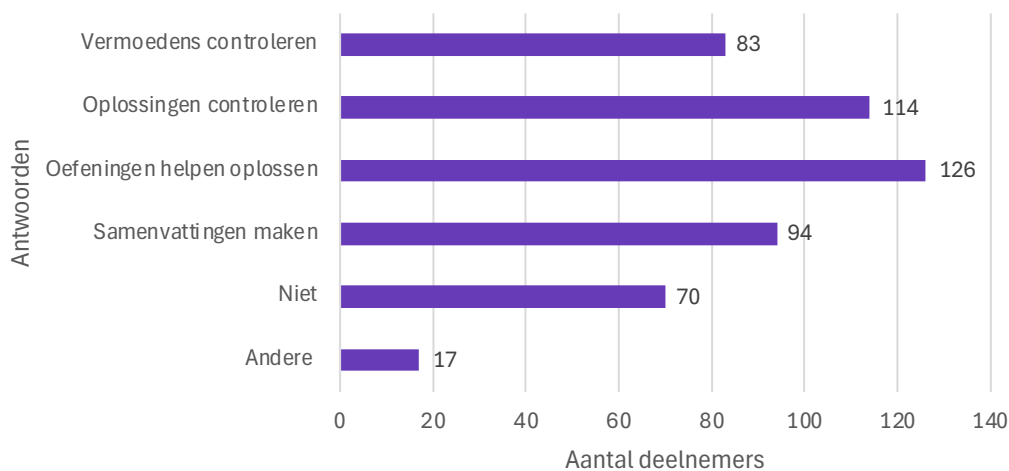
Mag je AI gebruiken tijdens de les?

313 antwoorden

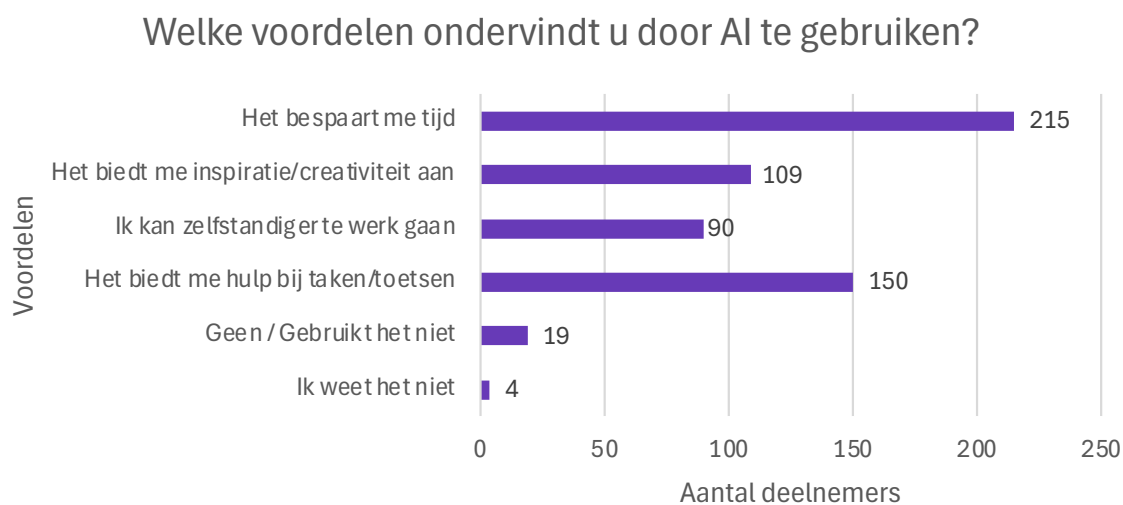


Figuur 13: Mag je AI gebruiken tijdens de les? (LL)

Waarvoor gebruik je AI tijdens de les?



Figuur 14: Waarvoor gebruik je AI tijdens de les? (LL)



Figuur 15: Welke voordelen ondervindt u door AI te gebruiken? (LL)

Welke uitspraak in verband met AI, past het beste bij u?

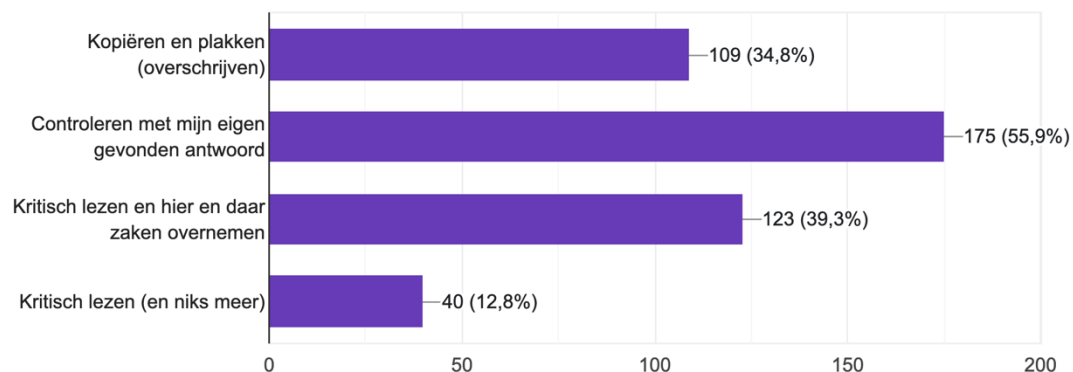
7 antwoorden



Figuur 16: Welke uitspraak in verband met AI, past het beste bij u? (LK)

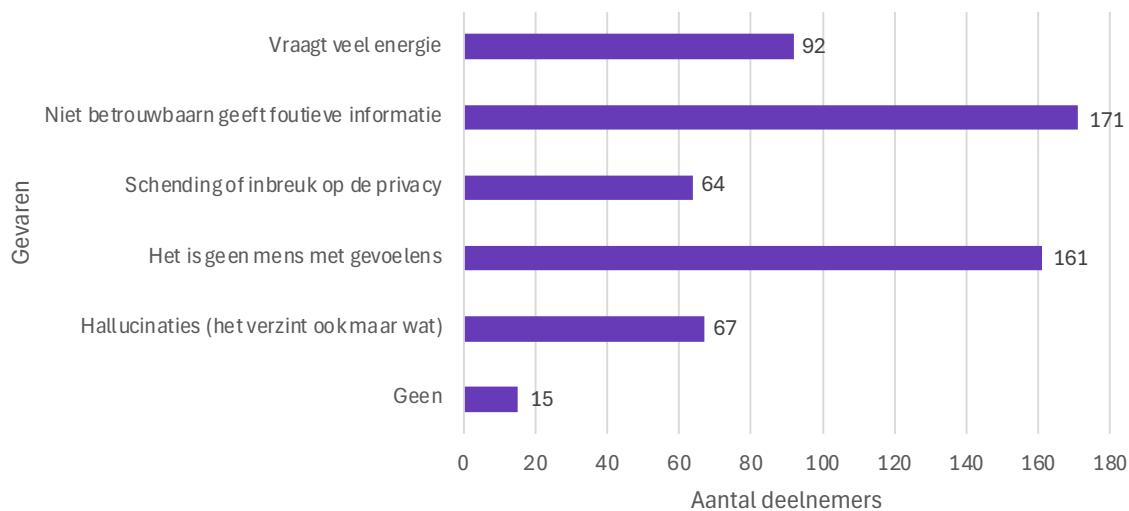
Wat doe je met het gegenereerd antwoord dat AI je geeft?

313 antwoorden



Figuur 17: Wat doe je met het gegenereerd antwoord dat AI je geeft? (LL)

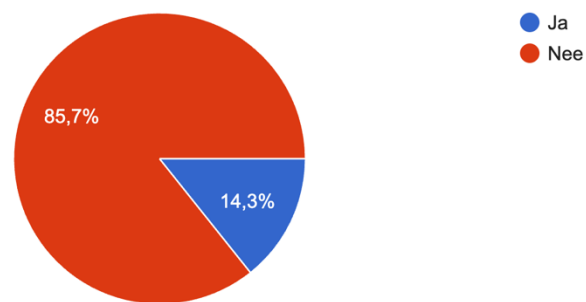
Welke gevaren van AI ken je?



Figuur 18: Welke gevaren van AI ken je? (LL)

Gebruikt u AI om enige vorm van feedback, -up, -forward te geven aan uw leerlingen?

7 antwoorden



Figuur 19: Gebruikt u AI om enige vorm van feedback, -up, -forward te geven aan uw leerlingen? (LK)