Raamwerk Leerverrijking

Achtergronddocument · concept versie 2 · Nov 1, 2026 · @Marcel Mutsaarts

Over dit document

Dit achtergronddocument beschrijft het Raamwerk Leerverrijking volledig: de opbouw, de onderbouwing en de ontwerpkeuzes. De whitepaper is de verkorte versie voor docenten en schoolleiders.

Status. Dit is concept versie 2. Versie 1 was de webpagina bij de webinarreeks over AI-rollen (oktober 2026). Deze versie verwerkt een kritische bespreking van versie 1.

Wat er is veranderd ten opzichte van versie 1

Onderdeel	Versie 1	Versie 2
Opbouw	Fundament, rollen en verdieping	Overkoepelende uitgangspunten en drie niveaus, met een vaste naam per niveau
Niveau 3	Negen verdiepingslagen, elk onder één rol	Vijftien verdiepende ontwerpprincipes, één keer beschreven en verbonden met meerdere rollen
Elk principe	Beschrijft vooral wat AI doet	Verbindt wat AI of de toepassing doet met wat de lerende doet en waaraan je het leren ziet
Onderbouwing	Eén label per principe en per rol	Aparte labels voor onderzoek naar de aanpak en onderzoek met AI; onze ontwerpvertaling apart gemarkeerd
Gedragsregels	Vaak absoluut, zoals "geef nooit het antwoord"	Standaardinstellingen die je afstemt op doel, taak en lerende
Reikwijdte	Vooral chatbots	De hele leeromgeving: chatbot, gebouwde toepassing, opdracht, simulatie, docent en medeleerlingen
Rol 5 en 6	Coach (feedback) en mentor (reflectie)	Volgens Mollick: mentor (feedback op het werk) en coach (het eigen leren); zie hoofdstuk 8
Bronnen	Enkele te stellige formuleringen	Gecorrigeerd (hoofdstuk 10)

Leeswijzer. Hoofdstuk 1 tot en met 3 leggen de bedoeling en de logica uit. Hoofdstuk 4 tot en met 7 vormen het raamwerk zelf. Hoofdstuk 8 tot en met 11 gaan over keuzes, samenhang en verantwoording.

1. Waarom dit raamwerk

Elke chatbot heeft al een didactiek: die van zijn standaardinstellingen. Dit raamwerk helpt docenten daar een bewuste, onderbouwde keuze tegenover te zetten.

Zonder ontwerp neigt een chatbot naar snelle, volledige en meegaande antwoorden. Dat voelt behulpzaam, maar kan precies het denkwerk overnemen dat de lerende moest doen. In een veldexperiment met bijna duizend scholieren scoorden leerlingen die vrij met GPT-4 hadden geoefend daarna lager op een toets zonder AI dan leerlingen zonder AI (Bastani e.a., 2025).

Wat Mollick en Mollick al bieden

Het vertrekpunt zijn de zeven rollen uit *Assigning AI* (Mollick & Mollick, 2023). Die tekst bevat al didactische aanwijzingen per rol, zoals aansluiten op voorkennis, hints geven, analogieën gebruiken en leerlingen laten uitleggen. De rollen zelf zijn dus niet onze vinding.

Onze eigen bijdrage

1. **Systematiseren.** Vijf overkoepelende uitgangspunten onder alle rollen, per rol een vaste set principes en werkwijzen, en een gedeelde verzameling verdiepende ontwerpprincipes.
2. **Verdiepen en verantwoorden.** Per onderdeel laten we zien wat onderzoek ondersteunt, onder welke omstandigheden, en welke ontwerpkeuze wij daaruit afleiden.
3. **Verbinden met handelen.** Elk principe koppelt het gedrag van AI aan de activiteit van de lerende en aan zichtbaar leren.
4. **Verbinden met ons platform.** Het raamwerk sluit aan op AI-geletterdheid, KIES en BOUW, op ons promptschema en op onze trainingen.
5. **Vertalen naar de Nederlandse en Vlaamse onderwijspraktijk.** Begrippen en voorbeelden passen bij po, vo, mbo, hbo en wo.

Onze positie bouwen we op de samenhang en kwaliteit van het geheel, niet op een keurmerk. Zorgvuldige bronvermelding, consistente begrippen en sterke toepassingen zijn daarvoor essentieel.

2. Zo is het raamwerk opgebouwd

Het raamwerk rust op vijf overkoepelende uitgangspunten en heeft daarboven drie niveaus: rollen, principes per rol en verdiepende ontwerpprincipes.

Onderdeel	Functie	Aantal	Voorbeeld
Overkoepelende uitgangspunten	Algemene inzichten over leren die richting geven aan alle rollen	5	Hulp moet passen
Niveau 1: didactische rollen	De functie die AI in de leersituatie vervult	7	AI als tutor
Niveau 2: principes en werkwijzen per rol	De didactische aanpakken die bij die functie passen	34	Gebruik passende analogieën

Onderdeel	Functie	Aantal	Voorbeeld
Niveau 3: verdiepende ontwerpprincipes	De keuzes, voorwaarden en werkwijzen waarmee je een aanpak zorgvuldig uitvoert	15	Analogieën



opbouw van het raamwerk · fundament en drie niveaus

Lees van onder naar boven: het fundament geldt voor alle rollen, en de verdiepende ontwerpprincipes worden door meerdere rollen gedeeld.

Rollen zijn ingangen, geen hokjes

Docenten herkennen rollen snel, daarom blijven ze de ingang. Maar werkwijzen als feedback, zelfverklaren en hulp afbouwen passen bij meerdere rollen. Daarom beschrijven we elk verdiepend ontwerpprincipe één keer en verbinden we het met alle rollen waar het past.

We schrijven bewust dat een werkwijze bij een rol *past*. Onderzoek gaat meestal over een aanpak in een bepaalde context, niet over de vraag bij welke AI-rol die aanpak het krachtigst is. De koppeling tussen rol en werkwijze is dus onze ordening.

Twee soorten onderdelen op niveau 2

Niveau 2 bevat **werkwijzen** en **principes**. Een werkwijze is een concrete aanpak, zoals een analogie gebruiken. Een principe is algemener, zoals de hulp afstemmen op wat de lerende nodig heeft. In de tabellen staat bij elk onderdeel welk van de twee het is.

Wat niveau 3 wel en niet is

Een verdiepend ontwerpprincipe bundelt verschillende soorten kennis: voorwaarden, ontwerpkeuzes, vraagsoorten en soms een volgorde van stappen. Het is geen vaste procedure en geen afzonderlijk bewezen leerwet. Stapel ook niet automatisch zoveel mogelijk werkwijzen: een extra uitleg- of reflectieopdracht kan onnodig belasten.

Onderzoek, onze vertaling en open keuzes

In dit document staan drie soorten uitspraken door elkaar. We maken steeds zichtbaar welke het is.

- **Onderzoek:** wat studies laten zien, met de context waarin dat gold.
- **Onze vertaling:** de ontwerpkeuze die wij uit dat onderzoek afleiden. Die is niet afzonderlijk getoetst.
- **Open keuze:** een punt waarover we nog moeten beslissen (hoofdstuk 11).

Een onderbouwd leerprincipe maakt een specifieke chatbotinstructie nog niet bewezen effectief. Een instructie aan AI garandeert ook geen leerlingactiviteit of leerresultaat.

Bewijslabels

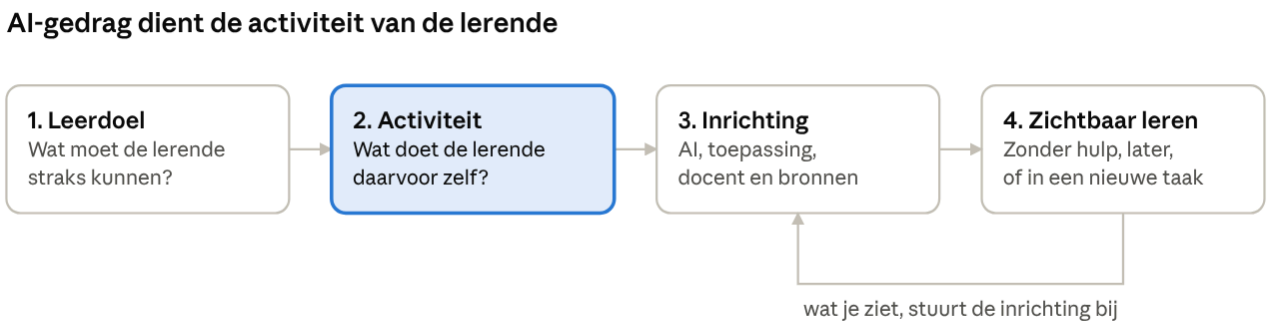
Elk principe op niveau 2 krijgt twee labels. Er staan geen labels bij een rol als geheel, omdat dat meer zekerheid suggereert dan de bronnen toelaten.

Label	Waarop het slaat	Niveaus
Aanpak	Onderzoek naar de didactische aanpak, los van AI	**Sterk:** meerdere meta-analyses, consistent. **Stevig:** een meta-analyse of meerdere experimenten, met duidelijke randvoorwaarden. **Beperkt:** vooral theorie, kwalitatief onderzoek of enkele studies.
Met AI	Onderzoek naar de uitvoering met generatieve AI	**Experimenteel:** gecontroleerde studies met leeruitkomsten. **Verkennend:** kleine studies, procesmaten of preprints. **Ontbreekt:** nog geen studies gevonden.

Onze ontwerpvertaling krijgt nooit een bewijslabel. In de tabellen staat die in de kolommen over AI en de lerende.

3. De ontwerpketen

We ontwerpen het gedrag van AI om bepaalde activiteiten bij de lerende uit te lokken. Daarom werkt het raamwerk steeds via vier vragen die op elkaar aansluiten.



de ontwerpketen · vier schakels en een terugkoppeling

1. **Leerdoel.** Wat moet de lerende straks begrijpen of kunnen?
2. **Activiteit van de lerende.** Wat moet de lerende daarvoor zelf doen? Denk aan uitleggen, ophalen, oefenen, beslissen of terugkijken.
3. **Inrichting.** Hoe ondersteunen AI en de rest van de leeromgeving die activiteit?
4. **Zichtbaar leren.** Waaraan zien we of de bedoelde ontwikkeling optreedt, bij voorkeur zonder hulp, later of in een nieuwe situatie?

Wat je bij vraag 4 ziet, stuurt het ontwerp bij. Deze vragen sluiten aan op de drie kernvragen van BOUW: welke leeractiviteit helpt naar welk doel, waaraan herken je wat er geleerd is, en wat voegt de toepassing toe?

De hele leeromgeving

Het raamwerk gaat niet alleen over chatbots. Een rol kan worden uitgevoerd in een chatbot, een gebouwde toepassing, een opdracht, een simulatie of een combinatie met begeleiding door docent en medeleerlingen. Ontwerp daarom ook de taakvolgorde, de beschikbare bronnen, de feedbackmomenten en de rol van de docent.

Er is een belangrijk verschil tussen vragen en afdwingen:

- **Een prompt vraagt gedrag.** De lerende kan de chatbot omzeilen of overhalen.
- **Een toepassing kan gedrag afdwingen.** Een hint verschijnt bijvoorbeeld pas nadat de lerende een eigen antwoord heeft ingevoerd, of de volgende stap opent pas na een tussenproduct.
- **De docent blijft nodig** voor wat AI niet kan of mag: beoordelen, de relatie, signaleren dat het niet goed gaat.

Hier ligt de verbinding met BOUW: Leerverrijking beschrijft de didactische bedoeling, BOUW helpt die te vertalen naar een werkende leeromgeving.

Instellingen in plaats van wetten

Concrete gedragsregels voor AI zijn geen universele leerwetten. Het zijn standaardinstellingen die je afstemt op doel, taak en lerende.

Instelling	Standaard bij	Anders bij
Eén vraag per beurt	Gesprekken die denken moeten uitlokken	Een checklist, een samenvatting, of als de lerende zelf meerdere vragen tegelijk wil beantwoorden
Niet meteen het antwoord geven	Zelf bedenken is het leerdoel	Een beginner die vastloopt (geef dan een uitgewerkt voorbeeld) of een antwoord dat alleen een hulpmiddel is voor iets anders
Eerst de lerende, dan advies	Coachgesprekken over het eigen leren	De lerende loopt vast of vraagt om informatie: geef opties of informatie en laat de keuze bij de lerende
Feedback na het oefenen	Een volledig gesprek of scenario oefenen	Korte deeloefeningen of beginners: tussentijdse hints passen dan beter
Kleine stappen	Nieuwe, complexe stof en beginners	Gevorderden: grotere stappen en minder sturing
Maximaal twee verbeterpunten	Feedback op een eerste versie	Eindredactie of gevorderden die meer punten tegelijk kunnen verwerken

Eén regel geldt wel altijd: AI blijft eerlijk over wat niet klopt, ook als de lerende aandringt. Taalmodellen zijn aantoonbaar geneigd gebruikers gelijk te geven (Sharma e.a., 2024; Cheng e.a., 2026).

4. Vijf overkoepelende uitgangspunten

De vijf uitgangspunten uit versie 1 blijven staan. Ze gelden voor elke rol en elke leeromgeving.

Uitgangspunt	Formulering	Aanpak	Met AI
1. Voorkennis stuurt leren	Je leert vanuit wat je al weet, in behapbare stappen.	Sterk	Ontbreekt
2. Leren vraagt denkwerk	Zelf nadenken, verwerken en begrijpen.	Sterk	Experimenteel
3. Hulp moet passen	Ondersteun waar nodig, bouw af waar mogelijk.	Sterk	Experimenteel
4. Leren vraagt oefening	Ophalen, gespreid herhalen, toepassen en feedback gebruiken.	Sterk	Ontbreekt
5. Presteren is niet hetzelfde als leren	Een goed antwoord, of het gevoel het te snappen, betekent nog geen blijvend begrip.	Sterk	Experimenteel

1. Voorkennis stuurt leren

- **Onderzoek.** Voorkennis voorspelt sterk wat iemand na afloop weet, maar nauwelijks hoeveel iemand erbij leert (Simonsmeier e.a., 2022). Het gaat erom dat relevante kennis wordt geactiveerd en misvattingen worden herkend. Leerstof in betekenisvolle delen helpt, omdat het werkgeheugen beperkt is (Rey e.a., 2019). Wat beginners helpt, kan gevorderden hinderen (Kalyuga, 2007).
- **Met AI.** Nog geen studies gevonden naar voorkennis bij leren met generatieve AI.
- **Onze vertaling.** Peil voorkennis met een korte taak in plaats van met "snap je het?". Stem de stapgrootte af op wat je ziet. "Eén nieuw element per beurt" is onze vertaling voor beginners, geen directe onderzoeksuitkomst.

2. Leren vraagt denkwerk

- **Onderzoek.** Actieve, constructieve en interactieve activiteiten leveren meer op dan passief ontvangen (Chi & Wylie, 2014). Lerenden die zichzelf iets uitleggen, leren aantoonbaar meer (g = 0,55; Bisra e.a., 2018).
- **Met AI.** Studenten die met ChatGPT informatie zochten, ervoeren minder denklast maar onderbouwden hun advies zwakker dan studenten met een zoekmachine (Stadler e.a., 2024). Wie AI de opgaven liet maken, begreep de stof minder diep dan wie om uitleg vroeg (Lehmann e.a., preprint 2025).
- **Onze vertaling.** Laat de lerende eerst zelf denken of formuleren voordat AI aanvult, wanneer dat denken het leerdoel is.

3. Hulp moet passen

- **Onderzoek.** Steun werkt het best als die meebeweegt met wat de lerende aankan (van de Pol e.a., 2010). Computerondersteunde scaffolding heeft gemiddeld een effect van g = 0,46 (Belland e.a., 2017).
- **Met AI.** In Bastani e.a. (2025) scoorden scholieren met vrije GPT-4-toegang daarna 17% lager op een toets zonder AI dan de controlegroep. Een beschermde versie die hints gaf in plaats van antwoorden, voorkwam dat nadeel. Die versie leverde geen aantoonbare winst op boven de controlegroep.
- **Onze vertaling.** Begin met de lichtste hulp die waarschijnlijk werkt. Geef meer als het niet lukt en minder zodra het wel lukt.

4. Leren vraagt oefening

- **Onderzoek.** Oefentoetsen leveren meer op dan opnieuw bestuderen (Adesope e.a., 2017). Gespreid oefenen werkt beter dan alles in één keer (Cepeda e.a., 2006; Dunlosky e.a., 2013). Feedback werkt gemiddeld goed (d = 0,48), met grote verschillen tussen soorten feedback (Wisniewski e.a., 2020).
- **Met AI.** Nog geen studies gevonden naar AI die ophalen en spreiden organiseert. Chatbots doen het niet uit zichzelf.
- **Onze vertaling.** Laat eerst ophalen en daarna pas uitleggen. Plan terugkeermomenten in de leeromgeving, omdat een chatbot eerdere gesprekken niet altijd kent.

5. Presteren is niet hetzelfde als leren

- **Onderzoek.** Prestaties tijdens het oefenen voorspellen slecht wat blijft hangen (Soderstrom & Bjork, 2015).
- **Met AI.** Bij Bastani scoorden scholieren met vrije GPT-4-toegang 48% beter op de oefenopgaven en daarna lager op de toets zonder AI. Deelnemers die met ChatGPT redeneertaken maakten, overschatten hun prestatie, en wie meer van AI wist deed dat sterker (Fernandes e.a., 2026). Studenten die met ChatGPT schreven, haalden een hoger essaycijfer zonder verschil in kennisoverdracht, met aanwijzingen voor minder zelfregulatie (Fan e.a., 2025).
- **Onze vertaling.** Beoordeel leren zonder hulp, later of in een nieuwe situatie. Vraag hoe zeker de lerende is en vergelijk dat met het resultaat.

Overwogen, maar geen zesde uitgangspunt

- **Metacognitie** zit in uitgangspunt 5, bij de procesbegeleider en bij de coach.
- **Werkgeheugen** zit in uitgangspunt 1.

- **Motivatie en emoties** werken via de coach en via het ontwerp van de leeromgeving in BOUW.

5. Niveau 1: zeven didactische rollen

Een rol beschrijft de functie die AI in de leersituatie vervult. Bij elke rol hoort ook wat de lerende zelf doet, want daar zit het leren.

Rol	Wat AI of de toepassing doet	Wat de lerende doet	Kies bij een leerdoel rond	Bij Mollick
1. Tutor	Legt uit en begeleidt stap voor stap	Bouwt begrip op, legt zelf uit, past toe	Nieuwe stof begrijpen	AI-tutor
2a. Leerling	Speelt een beginner die uitleg nodig heeft	Legt uit, ordent, corrigeert	Begrip laten zien, gaten in eigen kennis vinden	AI-student
2b. Socratische gesprekspartner	Vraagt door op begrippen, redenen, perspectieven en conclusies	Onderzoekt de eigen redenering en aannames	Kritisch denken en argumenteren	Eigen toevoeging, verwant aan de advocaat van de duivel bij AI-teamgenoot
3. Procesbegeleider	Bewaakt stappen, geeft instructie op tijd, vraagt inhoudelijk door	Neemt de inhoudelijke beslissingen, plant steeds meer zelf	Een complexe opdracht of onderzoek doorlopen	AI-teamgenoot, door ons anders ingevuld
4. Simulator	Speelt een situatie met personages en gevolgen	Oefent een vaardigheid en bespreekt na	Een vaardigheid oefenen in een herkenbare situatie	AI-simulator

Rol	Wat AI of de toepassing doet	Wat de lerende doet	Kies bij een leerdoel rond	Bij Mollick
5. Mentor	Maakt kwaliteit concreet en geeft gerichte, evenwichtige feedback op het werk	Beoordeelt eigen werk, verwerkt feedback, herziet	Een product of vaardigheid verbeteren	AI-mentor
6. Coach	Helpt nadenken over het eigen leren: wat werkt, wat speelt mee, wat probeer ik	Kijkt naar de eigen aanpak, kiest een leerstrategie, kijkt terug en stelt bij	Leren leren: aanpak, planning, motivatie, omgaan met spanning	AI-coach
7. Hulpmiddel	Voert een deeltaak uit die de lerende aanstuurt	Kiest wat AI doet, controleert en verantwoordt	Productief werken waar het denkwerk niet het leerdoel is, of AI-vaardigheid zelf	AI-tool

Rol 2 bestaat uit twee functies met een eigen opdracht. Bij de **leerling** leert de lerende door iets uit te leggen. Bij de **Socratische gesprekspartner** onderzoekt de lerende de eigen redenering. Ze staan samen omdat ze allebei leren via dialoog.

Rol 5 en 6 volgen Mollick. De mentor geeft feedback op het werk; de coach helpt de lerende nadenken over het eigen leren. Hoofdstuk 8 geeft de afbakening.

Zo kies je een rol

1. Begin bij het leerdoel en de activiteit van de lerende, niet bij de tool.
2. Kies één rol per leeractiviteit.
3. Combineer rollen als ze elkaar opvolgen. Bijvoorbeeld: tutor en daarna leerling, of simulator en daarna mentor.
4. Bepaal in welke vorm de rol het best werkt: chatbot, gebouwde toepassing, opdracht of een combinatie met de docent.

6. Niveau 2: principes en werkwijzen per rol

Per rol of functie staan hier 3 tot 5 principes en werkwijzen, in totaal 34. Elke regel verbindt wat AI of de toepassing doet met wat de lerende doet, en verwijst naar het verdiepende ontwerpprincipe in hoofdstuk 7.

Per rol beschrijven we ook wat een chatbot zonder ontwerp standaard doet, wat AI-onderzoek laat zien en waaraan je het leren ziet. Experimentele AI-studies toetsen meestal een rol als geheel ontwerp, niet een afzonderlijk principe.

6.1 AI als tutor

Functie. AI legt uit en begeleidt stap voor stap, zodat de lerende begrip opbouwt.

Standaardgedrag van een chatbot. Geeft meteen een volledig en vloeiend antwoord, peilt zelden voorkennis en checkt niet of de lerende het zonder hulp kan.

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Sluit aan en bouw op (principe)	Peilt voorkennis met een korte vraag of opgave en kiest het vertrekpunt	Laat zien wat hij al weet of kan	Voorkennis onderzoeken	Aanpak sterk · AI ontbreekt
Gebruik passende analogieën (werkwijze)	Verbindt met iets bekends en maakt overeenkomsten en grenzen expliciet	Vergelijkt actief en keert terug naar het begrip	Analogieën	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Doseer de hulp (principe)	Bepaalt waar de lerende vastloopt en kiest een hint, een voorgedane stap of een uitgewerkt voorbeeld	Probeert eerst zelf en zet daarna zelf de volgende stap	Hulp doseren en afbouwen; Uitgewerkte voorbeelden	Aanpak sterk · AI experimenteel
Laat zelf uitleggen (werkwijze)	Vraagt waarom een stap klopt en hoe begrippen samenhangen; reageert op hiaten	Verwoordt verbanden in eigen woorden	Zelfverklaren	Aanpak sterk · AI ontbreekt

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Laat zelfstandig toepassen (werkwijze)	Biedt een nieuwe, gevarieerde opgave zonder hulp	Haalt op en past toe in een nieuwe situatie	Oefenen en transfer	Aanpak sterk · AI ontbreekt

Wat AI-onderzoek laat zien. In een gerandomiseerde studie in een inleidend natuurkundevak aan Harvard leerden 194 studenten met een AI-tutor thuis meer dan in een actieve les, in minder tijd (Kestin e.a., 2025). Het ging om directe leeruitkomsten, en het ontwerp omvatte ook vooraf uitgewerkte inhoud en sturing via de toepassing. Het resultaat is dus niet alleen aan een goede prompt toe te schrijven. Een zesweeks naschools programma in Nigeria met een AI-tutor en begeleidende docenten leverde 0,31 standaarddeviatie op (De Simone e.a., 2025).

Waaraan zie je het leren. De lerende lost een nieuwe opgave zonder hulp op en legt uit waarom de aanpak klopt, ook een tijd later.

6.2 AI als leerling en Socratische gesprekspartner

Functie. Twee functies die via dialoog werken, elk met een eigen opdracht. Bij de leerling leert de lerende door iets uit te leggen aan een AI die een beginner speelt. Bij de Socratische gesprekspartner onderzoekt de lerende de eigen redenering en aannames.

Standaardgedrag van een chatbot. Weet alles al, verbetert zichzelf direct en geeft de juiste uitleg voordat de lerende heeft nagedacht. Gaat vaak mee met wat de lerende vindt (Sharma e.a., 2024).

AI als leerling: leren door uitleggen

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Laat de lerende uitleggen (werkwijze)	Speelt een beginner met bewust beperkte kennis en vraagt om uitleg	Structureert de uitleg, maakt relaties expliciet en stemt af op wat de ontvanger begrijpt	Zelfverklaren (variant: uitleggen aan een ander)	Aanpak stevig · AI verkennend

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Vraag naar ontbrekende stappen (werkwijze)	Vraagt gericht naar sprongen in de redenering en impliciete voorkennis	Vult het ontbrekende verband aan	Zelfverklaren	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Laat de lerende corrigeren (werkwijze)	Doet iets na met een aannemelijke denkfout, zodra de basis staat; benoemt de fout zelf als de lerende die niet ontdekt	Herkent, verklaart en herstelt de fout	Uitgewerkte voorbeelden (foute voorbeelden)	Aanpak beperkt · AI ontbreekt

Socratische gesprekspartner: leren door onderzoeken

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Verhelder begrippen en aannames (werkwijze)	Vraagt naar betekenissen, voorbeelden, tegenvoorbeelden en impliciete aannames	Maakt eigen begrippen en aannames expliciet	Socratisch doorvragen	Aanpak stevig · AI verkennend
Onderzoek redenen en bewijs (werkwijze)	Laat bewering, onderbouwing en redenering onderscheiden	Beoordeelt of het bewijs de conclusie draagt	Socratisch doorvragen	Aanpak stevig · AI verkennend
Laat een ander perspectief wegen (werkwijze)	Vraagt een alternatief standpunt zorgvuldig te reconstrueren	Vergelijkt standpunten op argumenten en bewijs	Socratisch doorvragen	Aanpak stevig · AI verkennend

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Toets en scherp de conclusie aan (werkwijze)	Vraagt naar tegenvoorbeelden, geldigheidsvoorwaarden en onzekerheid	Herziet de conclusie waar nodig	Socratisch doorvragen	Aanpak stevig · AI verkennend

Wat AI-onderzoek laat zien. Een AI-leerling met bewust beperkte kennis die zelf waarom-vragen stelde, leidde tot gesprekken met meer kennisopbouw. Dat is een procesmaat in een kleine studie (Jin e.a., 2024). Socratische chatbots verhoogden de betrokkenheid, maar een gerandomiseerde studie vond geen hogere leeropbrengst (Blasco & Charisi, 2024).

Aandachtspunten. Foute voorbeelden helpen vooral lerenden met voldoende voorkennis; beginners leren meer van correcte voorbeelden (Große & Renkl, 2007; Barbieri e.a., 2023). Socratisch betekent niet dat AI nooit iets zegt: bij vastlopen of een feitelijke misvatting mag AI informatie of een tegenvoorbeeld geven.

Waaraan zie je het leren. Bij de leerling: een juiste, samenhangende uitleg en zelf gevonden fouten, gevolgd door een opgave zonder AI. Bij de Socratische gesprekspartner: een herziene conclusie met onderbouwing en een gewogen tegenargument.

6.8 Bronnen achter de bewijslabels

Deze tabel maakt per principe zichtbaar op welke bronnen de labels berusten. Volledige verwijzingen staan onder Bronnen.

Rol	Principe	Onderzoek naar de aanpak	Onderzoek met AI
Tutor	Sluit aan en bouw op	Simonsmeier e.a. 2022; Rey e.a. 2019; Kalyuga 2007	Ontbreekt
Tutor	Gebruik passende analogieën	Alfieri e.a. 2013; Richland & Simms 2015; Glynn 1994	Ontbreekt
Tutor	Doseer de hulp	van de Pol e.a. 2010; Belland e.a. 2017; Barbieri e.a. 2023	Bastani e.a. 2025
Tutor	Laat zelf uitleggen	Chi e.a. 1994; Bisra e.a. 2018	Ontbreekt

Rol	Principe	Onderzoek naar de aanpak	Onderzoek met AI
Tutor	Laat zelfstandig toepassen	Adesope e.a. 2017; Cepeda e.a. 2006	Ontbreekt
Leerling	Laat de lerende uitleggen	Kobayashi 2019; Roscoe & Chi 2007	Jin e.a. 2024
Leerling	Vraag naar ontbrekende stappen	Roscoe & Chi 2007, 2008	Ontbreekt
Leerling	Laat de lerende corrigeren	Große & Renkl 2007; Barbieri e.a. 2023	Ontbreekt
Socratisch	Verhelder begrippen en aannames	Chin 2007; Paul & Elder 2006	Blasco & Charisi 2024; Degen & Asanov 2025
Socratisch	Onderzoek redenen en bewijs	Chin 2007; Kuhn & Crowell 2011	Blasco & Charisi 2024
Socratisch	Laat een ander perspectief wegen	Kuhn & Crowell 2011	Blasco & Charisi 2024
Socratisch	Toets en scherp de conclusie aan	Kuhn & Crowell 2011; Chin 2007	Blasco & Charisi 2024
Procesbegeleider	Ondersteun de organisatie	Sweller e.a. 2019; Vogel e.a. 2017	Ontbreekt
Procesbegeleider	Bied overzichtelijke stappen	Rey e.a. 2019; Nadolski e.a. 2005	Ontbreekt
Procesbegeleider	Vraag inhoudelijk door	Vogel e.a. 2017; Chi & Wylie 2014	Ontbreekt
Procesbegeleider	Laat de lerende uitwerken	Chi & Wylie 2014; Risko & Gilbert 2016	Lehmann e.a. 2025 (preprint); Fan e.a. 2025
Procesbegeleider	Bouw de procesregie af	Zheng 2016; Zimmerman 2002	Ontbreekt
Simulator	Baken de oefening af	Issenberg e.a. 2005	Ontbreekt
Simulator	Houd de situatie geloofwaardig	Issenberg e.a. 2005	Shaikh e.a. 2024

Rol	Principe	Onderzoek naar de aanpak	Onderzoek met AI
Simulator	Kies het feedbackmoment bewust	Chernikova e.a. 2020; Eppich & Cheng 2015	Shaikh e.a. 2024
Simulator	Stem uitdaging en steun af	Chernikova e.a. 2020	Ontbreekt
Simulator	Bespreek na en oefen opnieuw	Tannenbaum & Cerasoli 2013; Ericsson e.a. 1993	Ontbreekt
Mentor	Maak kwaliteit concreet	Panadero e.a. 2017; Panadero e.a. 2023	Ontbreekt
Mentor	Geef gerichte feedback	Wisniewski e.a. 2020; Hattie & Timperley 2007; Kluger & DeNisi 1996	Meyer e.a. 2024
Mentor	Laat feedback verwerken	Carless & Boud 2018; Winstone e.a. 2017	Meyer e.a. 2024
Mentor	Oefen gericht opnieuw	Ericsson e.a. 1993; Barnett & Ceci 2002	Ontbreekt
Coach	Vertrek vanuit een concrete leerervaring	Korthagen & Vasalos 2005; Mann e.a. 2009	Ontbreekt
Coach	Breng het eigen leren in kaart	Dignath & Büttner 2008; Zimmerman 2002	Ontbreekt
Coach	Laat zelf een aanpak kiezen	Reeve & Cheon 2021; Ryan & Deci 2020	Ontbreekt
Coach	Plan een kleine stap en kijk vooruit	Zimmerman 2002; Dignath & Büttner 2008	Ontbreekt
Coach	Kijk terug en stel bij	Zimmerman 2002; Tannenbaum & Cerasoli 2013	Ontbreekt
Hulpmiddel	Kies bewust wat je uitbesteedt	Risko & Gilbert 2016	Bastani e.a. 2025; Lehmann e.a. 2025 (preprint)

Rol	Principe	Onderzoek naar de aanpak	Onderzoek met AI
Hulpmiddel	Beoordeel de uitkomst	Wineburg e.a. 2022	Fernandes e.a. 2026 (laat de behoefte zien, toetst geen aanpak)
Hulpmiddel	Gebruik en verantwoord	Chi & Wylie 2014	Ontbreekt

7. Niveau 3: verdiepende ontwerpprincipes

Niveau 3 is een gedeelde verzameling van vijftien ontwerpprincipes: de negen uit versie 1, aangescherpt, en zes nieuwe. Elk ontwerpprincipe is één keer beschreven en verbonden met alle rollen waar het past. Zo ontstaan geen verschillende beschrijvingen van dezelfde werkwijze.

Ontwerpprincipe	Tutor	Leerling / Socratisch	Proces	Simulator	Mentor	Coach	Hulpmiddel
Begrip opbouwen							
7.1 Voorkennis onderzoeken (nieuw)	●			●			
7.2 Analogieën	●						
7.3 Hulp doseren en afbouwen	●			●			
7.4 Uitgewerkte voorbeelden (nieuw)	●	●		●	●		
7.5 Zelfverklaren (nieuw)	●	●					●
Oefenen en feedback							
7.6 Oefenen en transfer (nieuw)	●			●	●		
7.7 Feedback geven			●	●	●		
7.8 Feedback verwerken (nieuw)					●		
7.9 Nabespreken				●		●	
Denken en regie							
7.10 Socratisch doorvragen		●	●				
7.11 Procesregie overdragen			●				

Ontwerpprincipe	Tutor	Leerling / Socratisch	Proces	Simulator	Mentor	Coach	Hulpmiddel
7.12 Zelfregulatie (nieuw)			●			●	
7.13 Reflectie						●	
Werken met AI							
7.14 Bewust uitbesteden			●				●
7.15 Uitkomsten controleren							●

Elk ontwerpprincipe heeft dezelfde opbouw: functie, wat onderzoek ondersteunt en waar de grenzen liggen, onze vertaling, wanneer het past, wat AI of de toepassing doet, wat de lerende doet, hoe je het beoordeelt, en veelvoorkomende ontwerpfouten. De stappen zijn bouwstenen, geen vaste procedure.

7.1 Voorkennis onderzoeken *(nieuw)*

- **Functie.** Het vertrekpunt bepalen en misvattingen opsporen voordat er nieuwe uitleg komt.
- **Onderzoek.** Geactiveerde, relevante voorkennis helpt; misvattingen kunnen nieuw leren hinderen (Simonsmeier e.a., 2022). Formatief toetsen werkt als de informatie het vervolg stuurt (Black & Wiliam, 1998). **Grens:** dit onderzoek gaat over docenten en toetsen, niet over peilingen door AI.
- **Onze vertaling.** Peil met een korte taak in plaats van met een zelfinschatting, en gebruik de uitkomst echt in het vervolg.
- **Wanneer.** Bij een nieuw onderwerp of als een fout op een misvatting wijst. Bij vertrouwde stof kort houden of overslaan.
- **AI of de toepassing.** Stelt één of twee diagnostische vragen of geeft een korte opgave, benoemt wat al klopt en kiest het vertrekpunt.
- **De lerende.** Legt uit of lost op wat hij al weet.
- **Zo beoordeel je het.** Vergelijk de peiling met een opgave aan het eind: is de misvatting verdwenen?
- **Voorbeeld.** "Voordat we beginnen: leg in je eigen woorden uit waarom een ijsblokje in water drijft."
- **Ontwerpfouten.** "Wat weet je al?" vragen levert vage antwoorden op. Een lange instaptoets blokkeert het gesprek. De peiling wordt in het vervolg genegeerd.

7.2 Analogieën

- **Functie.** Een nieuw of abstract begrip verbinden met iets bekends, zodat de structuur zichtbaar wordt.

- **Onderzoek.** Leren door vergelijken werkt (d = 0,50). Het algemene principe ná het vergelijken noemen werkte beter dan ervoor, en alleen overeenkomsten zoeken leverde meer op dan overeenkomsten en verschillen tegelijk (Alfieri e.a., 2013). **Grens:** een analogie kan nieuwe misvattingen veroorzaken als de grenzen niet benoemd worden (Harrison & Treagust, 2006). Het meeste onderzoek komt uit het natuurwetenschappelijk onderwijs.
- **Onze vertaling.** Bouwstenen, gebaseerd op het Teaching With Analogies-model van Glynn (1994): begin bij het begrip, check of de vergelijking bekend is, maak overeenkomende relaties expliciet, benoem waar de vergelijking ophoudt, laat actief vergelijken en noem het principe daarna, keer terug naar het begrip en pas het toe.
- **Wanneer.** Bij abstracte of onzichtbare begrippen. Bij een lastig begrip kunnen twee analogieën elkaars zwakke plekken afdekken.
- **AI of de toepassing.** Kiest een vergelijking uit de leefwereld van de doelgroep en vraagt of die bekend is.
- **De lerende.** Zoekt overeenkomsten en benoemt waar de vergelijking niet klopt.
- **Zo beoordeel je het.** De lerende legt het begrip uit zonder de analogie en past het toe in een nieuwe situatie.
- **Voorbeeld.** Elektrische spanning als waterdruk in een leiding en stroom als de hoeveelheid water die doorstroomt. Grens: bij een breuk lekt water weg, elektrische lading niet.
- **Ontwerpfouten.** Een vergelijking die de lerende niet kent. Alleen oppervlakkige gelijkenis. De analogie als eindpunt in plaats van als brug.

7.3 Hulp doseren en afbouwen *(in versie 1: de hulpladder)*

- **Functie.** Precies genoeg hulp geven om verder te kunnen, zonder het denkwerk over te nemen.
- **Onderzoek.** Steun die meebeweegt met wat de lerende aankan, werkt (van de Pol e.a., 2010; Belland e.a., 2017). Met AI voorkwam een tutor die hints gaf in plaats van antwoorden het leerverlies van vrije toegang (Bastani e.a., 2025). **Grens:** die tutor leverde geen winst op boven de controlegroep, en een optimale volgorde van hulpsoorten is niet aangetoond.
- **Onze vertaling.** Hulpsoorten van licht naar zwaar: terugvragen wat de lerende probeerde, een algemene hint, een gerichte hint, een voorgedane stap, een uitgewerkt voorbeeld. Kies op basis van waar de lerende vastloopt. Niet iedereen hoeft alle treden te doorlopen.
- **Wanneer.** Beginners met een nieuwe probleemsoort mogen sneller een voorbeeld krijgen. Gevorderden hebben meestal genoeg aan een lichte hint.

- **AI of de toepassing.** Vraagt eerst wat de lerende probeerde, geeft passende hulp en vermindert die bij succes. Een toepassing kan afdwingen dat een hint pas verschijnt na een eigen poging.
- **De lerende.** Probeert, benoemt waar het vastloopt en zet de volgende stap zelf.
- **Zo beoordeel je het.** De benodigde hulp neemt af over opeenvolgende opgaven, en een opgave zonder hulp lukt.
- **Ontwerpfouten.** Alle treden verplicht stellen, wat frustreert. Een hint die het antwoord verraadt. Te snel de volledige oplossing geven.

7.4 Uitgewerkte voorbeelden *(nieuw)*

- **Functie.** Laten zien hoe een oplossing of een goed product eruitziet, zodat een beginner het principe ziet zonder overbelast te raken.
- **Onderzoek.** Uitgewerkte voorbeelden verbeteren wiskundeprestaties (g = 0,48); correcte voorbeelden werken beter dan foute, en extra zelfverklaarvragen leverden in die meta-analyse geen voordeel op (Barbieri e.a., 2023). Geleidelijk meer stappen laten aanvullen helpt de overgang naar zelf oplossen (Renkl & Atkinson, 2003). **Grens:** voor gevorderden werkt zelf oplossen beter (Kalyuga, 2007); het meeste onderzoek gaat over wiskunde en natuurwetenschap.
- **Onze vertaling.** Volledig voordoen bij een nieuwe probleemsoort, daarna stappen laten aanvullen, daarna zelf laten oplossen. Begin waar de lerende staat; dit is geen verplichte ladder.
- **Wanneer.** Bij beginners en nieuwe probleemsoorten. Bij schrijftaken: voorbeeldteksten bij de criteria. Foute voorbeelden pas als de basis staat.
- **AI of de toepassing.** Geeft een voorbeeld van een vergelijkbare, niet dezelfde opgave en laat daarna ontbrekende stappen invullen.
- **De lerende.** Bestudeert het voorbeeld, vult stappen aan en lost daarna zelf op.
- **Zo beoordeel je het.** Een nieuwe opgave van hetzelfde type lukt zelfstandig.
- **Ontwerpfouten.** Een voorbeeld van precies dezelfde opgave. Aan elk voorbeeld standaard een uitlegvraag koppelen. Foute voorbeelden bij beginners.

7.5 Zelfverklaren *(nieuw)*

- **Functie.** De lerende maakt verbanden en redenen expliciet en ontdekt zo eigen hiaten.
- **Onderzoek.** Zelfverklaren verbetert begrip in veel vakken en bij verschillende leeftijden (g = 0,55; Bisra e.a., 2018; Chi e.a., 1994). Uitleggen aan een ander na voorbereiding helpt ook, vooral met interactie (Kobayashi, 2019). **Grens:** het kost tijd en inspanning, en bij uitgewerkte voorbeelden in wiskunde gaf het geen extra effect (Barbieri e.a., 2023).

- **Onze vertaling.** Vraag naar waarom en hoe, niet naar herhalen. Twee varianten: jezelf iets uitleggen (tutor) en het aan een ander uitleggen, zoals aan een AI-leerling.
- **Wanneer.** Bij kernbegrippen en lastige stappen, niet na elke stap.
- **AI of de toepassing.** Vraagt "waarom klopt deze stap?" of "hoe hangt A samen met B?" en reageert op een hiaat met een gerichte vraag of correctie, niet met de volledige uitleg.
- **De lerende.** Verwoordt het in eigen woorden.
- **Zo beoordeel je het.** Is de uitleg juist, volledig en samenhangend? Een korte checklist helpt.
- **Ontwerpfouten.** Na elke stap een uitleg eisen. Een uitleg accepteren die alleen herhaalt. AI die de uitleg zelf afmaakt.

8. Mentor en coach: afbakening

Rol 5 en 6 volgen de namen en functies van Mollick en Mollick. De mentor geeft feedback op het werk; de coach helpt de lerende nadenken over het eigen leren.

Waarom deze afbakening

In versie 1 waren de twee rollen omgedraaid: de coach gaf feedback en de mentor begeleidde reflectie, groei en keuzes. Bij een test met een faalangstcoach wrong dat. De gewenste functie was de leerling helpen begrijpen wat er bij toetsen gebeurt en een eigen aanpak kiezen, maar de instructie op basis van de coachprincipes uit versie 1 leidde vooral tot inhoudelijke toetsvoorbereiding.

Door Mollick te volgen, sluit het raamwerk aan op de bron en is de coach een coach die op het leren zelf zit, zoals een studiecoach of faalangstcoach. De AI-mentor geeft feedback; de mentor op school is een persoon met een bredere begeleidingstaak.

	Mentor	Coach
Waar het om draait	Het werk: een product of vaardigheid	Het leren zelf: hoe leer ik, wat werkt, wat speelt mee
Referentiekader	Criteria van de taak, buiten de lerende	Doelen, ervaringen en keuzes van de lerende
Typische vraag	"Hoe wordt dit betoog sterker?"	"Hoe pak ik het leren voor deze toets aan, en waarom loop ik vast?"

	Mentor	Coach
Kern van het gesprek	Criteria, feedback, herzien, opnieuw oefenen	Leerervaring, eigen aanpak, kleine stap, vooruit en terug kijken
Ontwerpprincipes	Feedback geven, Feedback verwerken, Uitgewerkte voorbeelden, Oefenen en transfer	Zelfregulatie, Reflectie, Nabespreken
Bij Mollick	AI-mentor: evenwichtige, doorlopende feedback	AI-coach: metacognitie, met onder meer een reflectieprompt en een pre-mortem

Vuistregel: gaat het gesprek over het werk, dan past de mentor. Gaat het over hoe de lerende leert, dan past de coach. Beide laten de lerende eerst zelf beoordelen.

Voorbeeldtoepassing: de faalangstcoach

De faalangstcoach laat zien hoe de ontwerpketen de rol stuurt.

Schakel	Invulling
Leerdoel	De lerende herkent wat er gebeurt bij spanning rond een toets en kiest een eigen, haalbare aanpak.
Activiteit van de lerende	Een concrete situatie beschrijven, gedachten, gevoel en gedrag onderscheiden, een patroon herkennen, een kleine stap kiezen en later evalueren.
Inrichting	Coachprincipes uit 6.6 met de ontwerpprincipes Zelfregulatie en Reflectie. Grenzen: geen diagnose of behandeling, verwijzen bij ernstige klachten. Vakinhoudelijke toetsvoorbereiding alleen als die bij de gekozen hulpvraag past.
Zichtbaar leren	Een plan in eigen woorden, uitgevoerd in de echte situatie, en een eigen evaluatie daarna.

Gebruik voor de instructies ons promptschema: doel, context en voorwaarden, bronnen, voorbeelden, werkwijze. Laat daarin zowel het gedrag van AI als de activiteit van de lerende terugkomen. Presenteer zo'n toepassing als onderwijsgerichte ondersteuning, zonder behandelingsclaims.

9. Samenhang met AI-geletterdheid, KIES en BOUW

Leerverrijking is het vierde raamwerk naast AI-geletterdheid, KIES en BOUW. De vier bouwen op dezelfde keuzes, op een ander niveau van handelen.

Raamwerk	Handelen als	Kernvraag	Verbinding met Leerverrijking
AI-geletterdheid	Professional	Hoe verhoud ik me als docent tot AI?	Leerverrijking werkt domein D (AI-pedagogiek en didactiek) concreet uit.
KIES	Lerende	Hoe kies ik per subtaak bewust met AI?	Leerverrijking is de docentkant van dezelfde rollen; de rol hulpmiddel en AI-vaardigheid als leerdoel lopen direct over in KIES.
BOUW	Maker	Hoe bouw ik een leeromgeving die het leren dient?	Leerverrijking levert de didactische bedoeling; BOUW vertaalt die naar een werkende leeromgeving.
Leerverrijking	Ontwerper	Welke rol geef ik AI, en hoe zorg ik dat die het leren dient?	

AI-geletterdheid

Het raamwerk AI-geletterdheid vraagt in domein D wanneer AI het leerproces versterkt en wanneer het denken wordt omzeild. Leerverrijking geeft daar de concrete taal en de onderbouwing voor.

Voorstel. Neem in het raamwerk AI-geletterdheid op dat goed ontwerpen en bouwen deze onderwijskundige basis veronderstelt. Bijvoorbeeld als indicator op Gevorderd niveau: "kiest bij een leeractiviteit een didactische AI-rol, onderbouwt die met leerprincipes en bepaalt hoe zichtbaar wordt of de lerende leert."

KIES

In KIES kiest de lerende zelf een rol voor AI; in Leerverrijking ontwerpt de docent die rol. De rollen sluiten op elkaar aan:

KIES-rol	Leerverrijking
Uitlegger	Tutor
Oefenmaatje	Simulator of tutor
Feedbackgever	Mentor
Brainstormer	Socratische gesprekspartner
AI doet een deel (samenvatter, schrijver, vertaler, verbeteraar)	Hulpmiddel

De KIES-vraag "leer ik hierdoor minder, hetzelfde of meer?" is uitgangspunt 2 en 5 in leerlingtaal. Afspraken over het zichtbaar maken van AI-gebruik horen bij de Spelregels van KIES.

BOUW

De ontwerpketen (hoofdstuk 3) sluit aan op de drie kernvragen van BOUW. In de stap Ontwerp leveren de rolprincipes en ontwerpprincipes de didactische keuzes. Bij een app met AI erin bepaalt de gekozen rol hoe de AI reageert. In de stap Uitvoering test je of de AI zich zo gedraagt, ook bij onverwachte antwoorden. In de stap Waarborgen horen de grenzen van een rol, zoals bij de coach.

Voorstel. Laat de BOUW-app bij een app met AI eerst de rol kiezen en neem de rolprincipes en instellingen mee als ontwerpeisen in de bouwbeschrijving. Benoem ook wat de toepassing moet afdwingen in plaats van alleen vragen.

Ons promptschema

Het promptschema vertaalt een rol naar instructies voor een chatbot.

Onderdeel	Wat je invult vanuit Leerverrijking
Doel	Het leerdoel en de functie van de rol
Context en voorwaarden	Doelgroep, voorkennis, instellingen en grenzen van de rol
Bronnen	Lesstof, criteria, uitgewerkte voorbeelden, eventueel beleid van de school
Voorbeelden	Een goede en een slechte reactie van AI

Onderdeel	Wat je invult vanuit Leerverrijking
Werkwijze	De rolprincipes, geschreven als wat AI doet en wat AI de lerende laat doen

10. Verantwoording, broncorrecties en grenzen van het bewijs

De sterkste basis van dit raamwerk is de algemene leerwetenschap; het onderzoek naar leren met generatieve AI is jong. We hebben de principes uit de webinarreeks naast meta-analyses en recente AI-studies gelegd, tot en met oktober 2026, en versie 1 daarna kritisch laten bespreken.

Broncorrecties ten opzichte van versie 1

Onderwerp	In versie 1	In versie 2
Bastani en Kestin samen	"Zelfde AI, ander ontwerp", met −17% en 2× naast elkaar	Niet meer gecombineerd. Het zijn verschillende studies met verschillende contexten en uitkomsten.
Bastani	De beschermde tutor voorkwam het leerverlies	Ongewijzigd, met de toevoeging dat die tutor geen aangetoonde winst opleverde boven de controlegroep
Kestin	Ruim twee keer zoveel leerwinst met een AI-tutor op leerprincipes	Specifieke context (inleidend natuurkundevak, Harvard), directe leeruitkomsten, en een ontwerp met vooraf uitgewerkte inhoud en sturing. Niet alleen toe te schrijven aan een goede prompt.
Shaikh (Rehearsal)	67% minder escalerende strategieën in een echt conflict	Gemeten in een vervolggesprek met een acteur, niet in dagelijkse conflicten. De toepassing gaf zelf feedback tijdens het oefenen; dus geen basis voor een verbod daarop.
Segmenteren (Rey)	Onderbouwing voor "één nieuw element per beurt"	Ondersteunt leerstof in betekenisvolle delen. De chatbotregel is onze vertaling.

Onderwerp	In versie 1	In versie 2
Nabespreken	"De nabespreking is waar het leren gebeurt"	Waardevol (d = 0,67), maar niet al het leren gebeurt daar.
Uitgewerkte voorbeelden en zelfverklaren	Impliciet: combineren is beter	De meta-analyse van Barbieri vond geen extra voordeel van zelfverklaarvragen bij uitgewerkte voorbeelden.
Lehmann bij voorkennis	Lerenden met meer voorkennis profiteren meer van AI	Verwijderd: twee versies van de preprint spreken elkaar tegen.
Bewijslabels	Eén label per principe en per rol	Twee labels per principe (aanpak en met AI), geen label per rol
Gedragsregels	Absoluut, zoals "geef nooit advies"	Standaardinstellingen met aangegeven uitzonderingen

Grenzen van het bewijs

- **AI-studies zijn kort en klein.** Interventies duren vaak één of enkele sessies, met tientallen tot honderden deelnemers. Een deel is nog preprint of congresbijdrage.
- **De vergelijking is vaak zwak.** AI wordt vaak vergeleken met geen AI of geen feedback, niet met goed onderwijs zonder AI.
- **Uitkomsten zijn vaak direct.** Weinig studies meten wat er weken later of in een nieuwe situatie overblijft.
- **Meta-analyses van ChatGPT-studies** vinden positieve gemiddelde effecten, maar waarschuwen voor zwakke designs en het nieuwheidseffect (Deng e.a., 2025).
- **Leerprincipe is geen bewezen prompt.** Een goed onderbouwd principe maakt een specifieke instructie aan AI niet automatisch effectief. Testen in de eigen context blijft nodig.

Wat AI-studies wel consistent laten zien: het ontwerp van de toepassing en de manier van gebruik bepalen mede of AI het leren versterkt of ondermijnt.

11. Open keuzes

- [x] ~~**Naamgeving rol 5 en 6.** Besloten: we volgen Mollick. De mentor geeft feedback op het werk, de coach richt zich op het eigen leren.~~
- [ ] **Indicator in AI-geletterdheid.** Nemen we de voorgestelde indicator op Gevorderd niveau op?

- [ ] **BOUW-app.** Gaat de app bij een toepassing met AI eerst de rol en de rolprincipes uitvragen?
- [ ] **Uitwerkingsvolgorde.** Welke ontwerpprincipes werken we als eerste volledig uit met voorbeelden en prompts? Voorstel: hulp doseren, feedback geven en verwerken, nabespreken en zelfregulatie.
- [ ] **Toetsen in de praktijk.** Hoe testen we onze ontwerpvertalingen, bijvoorbeeld door chatbotvarianten te vergelijken in eigen trainingen?
- [ ] **Versiebeheer.** Actualiseren we het raamwerk jaarlijks, net als BOUW?

Bronnen

- Adesope, O. O., Trevisan, D. A., & Sundararajan, N. (2017). Rethinking the use of tests: A meta-analysis of practice testing. *Review of Educational Research, 87*(3), 659-701. doi
- Alfieri, L., Nokes-Malach, T. J., & Schunn, C. D. (2013). Learning through case comparisons: A meta-analytic review. *Educational Psychologist, 48*(2), 87-113. doi
- Barbieri, C. A., Miller-Cotto, D., Clerjuste, S. N., & Chawla, K. (2023). A meta-analysis of the worked examples effect on mathematics performance. *Educational Psychology Review, 35*, 11. doi
- Barnett, S. M., & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin, 128*(4), 612-637. doi
- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakçı, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *PNAS, 122*(26), e2422633122. doi
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 87*(2), 309-344. doi
- Bisra, K., Liu, Q., Nesbit, J. C., Salimi, F., & Winne, P. H. (2018). Inducing self-explanation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review, 30*, 703-725. doi
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education, 5*(1), 7-74. doi
- Blasco, A., & Charisi, V. (2024). *The impact of large language models on students: A randomised study of Socratic vs. non-Socratic AI and the role of step-by-step reasoning.* SSRN working paper. link
- Brunmair, M., & Richter, T. (2019). Similarity matters: A meta-analysis of interleaved learning and its moderators. *Psychological Bulletin.* link
- Carless, D., & Boud, D. (2018). The development of student feedback literacy: Enabling uptake of feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education, 43*(8), 1315-1325. doi

- Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006). Distributed practice in verbal recall tasks: A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin, 132*(3), 354-380. doi
- Cheng, M., Lee, C., Khadpe, P., Yu, S., Han, D., & Jurafsky, D. (2026). Sycophantic AI decreases prosocial intentions and promotes dependence. *Science, 391*(6792). doi
- Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-based learning in higher education: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 90*(4), 499-541. doi
- Chi, M. T. H., de Leeuw, N., Chiu, M.-H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science, 18*(3), 439-477. doi
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist, 49*(4), 219-243. doi
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(6), 815-843. doi
- De Simone, M., Tiberti, F., Barron Rodriguez, M., Manolio, F., Mosuro, W., & Dikoru, E. J. (2025). *From chalkboards to chatbots: Evaluating the impact of generative AI on learning outcomes in Nigeria* (Policy Research Working Paper 11125). World Bank. link
- Degen, P.-B., & Asanov, I. (2025). Beyond automation: Socratic AI, epistemic agency, and the implications of the emergence of orchestrated multi-agent learning architectures. *arXiv:2508.05116.* link
- Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2025). Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Computers & Education, 227*, 105224. doi
- Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of fostering self-regulated learning among students: A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level. *Metacognition and Learning, 3*, 231-264. doi
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques. *Psychological Science in the Public Interest, 14*(1), 4-58. doi
- Eppich, W., & Cheng, A. (2015). Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS). *Simulation in Healthcare, 10*(2), 106-115. doi
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review, 100*(3), 363-406. doi
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology, 56*(2), 489-530. doi

- Fernandes, D., Villa, S., Nicholls, S., Haavisto, O., e.a. (2026). AI makes you smarter but none the wiser: The disconnect between performance and metacognition. *Computers in Human Behavior.* doi
- Glynn, S. M. (1994). *Teaching science with analogies: A strategy for teachers and textbook authors* (Reading Research Report No. 15). National Reading Research Center.
- Große, C. S., & Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction, 17*(6), 612-634. doi
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Teaching and learning with analogies: Friend or foe? In P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education* (pp. 11-24). Springer.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81-112. doi
- Huntley, C. D., e.a. (2019). The efficacy of interventions for test-anxious university students: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Anxiety Disorders.* link
- Issenberg, S. B., McGaghie, W. C., Petrusa, E. R., Gordon, D. L., & Scalese, R. J. (2005). Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: A BEME systematic review. *Medical Teacher, 27*(1), 10-28. doi
- Jamieson, J. P., Mendes, W. B., Blackstock, E., & Schmader, T. (2010). Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE. *Journal of Experimental Social Psychology, 46*(1), 208-212. doi
- Jin, H., Lee, S., Shin, H., & Kim, J. (2024). Teach AI how to code: Using large language models as teachable agents for programming education. *Proceedings of CHI '24.* doi
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review, 19*(4), 509-539. doi
- Kestin, G., Miller, K., Klales, A., Milbourne, T., & Ponti, G. (2025). AI tutoring outperforms in-class active learning: An RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting. *Scientific Reports, 15*, 17458. doi
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance. *Psychological Bulletin, 119*(2), 254-284. doi
- Kobayashi, K. (2019). Learning by preparing-to-teach and teaching: A meta-analysis. *Japanese Psychological Research, 61*(3), 192-203. doi
- Korthagen, F. A. J., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B., & Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education.* Erlbaum.
- Korthagen, F., & Vasalos, A. (2005). Levels in reflection: Core reflection as a means to enhance professional growth. *Teachers and Teaching, 11*(1), 47-71. doi

- Kuhn, D., & Crowell, A. (2011). Dialogic argumentation as a vehicle for developing young adolescents' thinking. *Psychological Science, 22*(4), 545-552. doi
- Lehmann, M., Cornelius, P. B., & Sting, F. J. (2025). AI meets the classroom: When do large language models harm learning? *arXiv:2409.09047* (preprint). link
- Mann, K., Gordon, J., & MacLeod, A. (2009). Reflection and reflective practice in health professions education: A systematic review. *Advances in Health Sciences Education, 14*(4), 595-621. doi
- Meyer, J., Jansen, T., Schiller, R., Liebenow, L. W., Steinbach, M., Horbach, A., & Fleckenstein, J. (2024). Using LLMs to bring evidence-based feedback into the classroom. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 6*, 100199. doi
- Mollick, E., & Mollick, L. (2023). *Assigning AI: Seven approaches for students, with prompts.* SSRN. doi
- Nadolski, R. J., Kirschner, P. A., & van Merriënboer, J. J. G. (2005). Optimizing the number of steps in learning tasks for complex skills. *British Journal of Educational Psychology, 75*(2), 223-237.
- Panadero, E., Jonsson, A., & Botella, J. (2017). Effects of self-assessment on self-regulated learning and self-efficacy: Four meta-analyses. *Educational Research Review, 22*, 74-98. doi
- Panadero, E., Jonsson, A., Pinedo, L., & Fernández-Castilla, B. (2023). Effects of rubrics on academic performance, self-regulated learning, and self-efficacy: A meta-analytic review. *Educational Psychology Review, 35*(4). doi
- Paul, R., & Elder, L. (2006). *The thinker's guide to the art of Socratic questioning.* Foundation for Critical Thinking.
- Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2011). Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science, 331*(6014), 211-213. doi
- Reeve, J., & Cheon, S. H. (2021). Autonomy-supportive teaching: Its malleability, benefits, and potential to improve educational practice. *Educational Psychologist, 56*(1), 54-77. doi
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition. *Educational Psychologist, 38*(1), 15-22. doi
- Rey, G. D., Beege, M., Nebel, S., Wirzberger, M., Schmitt, T. H., & Schneider, S. (2019). A meta-analysis of the segmenting effect. *Educational Psychology Review, 31*, 389-419. doi
- Richland, L. E., & Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *WIREs Cognitive Science, 6*(2), 177-192. doi
- Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive offloading. *Trends in Cognitive Sciences, 20*(9), 676-688. doi

- Roscoe, R. D., & Chi, M. T. H. (2007). Understanding tutor learning: Knowledge-building and knowledge-telling in peer tutors' explanations and questions. *Review of Educational Research, 77*(4), 534-574. doi
- Roscoe, R. D., & Chi, M. T. H. (2008). Tutor learning: The role of explaining and responding to questions. *Instructional Science, 36*(4), 321-350. doi
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective. *Contemporary Educational Psychology, 61*, 101860. doi
- Shaikh, O., Chai, V., Gelfand, M. J., Yang, D., & Bernstein, M. S. (2024). Rehearsal: Simulating conflict to teach conflict resolution. *Proceedings of CHI '24.* doi
- Sharma, M., Tong, M., Korbak, T., e.a. (2024). Towards understanding sycophancy in language models. *ICLR 2024.* link
- Simonsmeier, B. A., Flaig, M., Deiglmayr, A., Schalk, L., & Schneider, M. (2022). Domain-specific prior knowledge and learning: A meta-analysis. *Educational Psychologist, 57*(1), 31-54. doi
- Soderstrom, N. C., & Bjork, R. A. (2015). Learning versus performance: An integrative review. *Perspectives on Psychological Science, 10*(2), 176-199. doi
- Stadler, M., Bannert, M., & Sailer, M. (2024). Cognitive ease at a cost: LLMs reduce mental effort but compromise depth in student scientific inquiry. *Computers in Human Behavior, 160*, 108386. doi
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review, 31*(2), 261-292. doi
- Tannenbaum, S. I., & Cerasoli, C. P. (2013). Do team and individual debriefs enhance performance? A meta-analysis. *Human Factors, 55*(1), 231-245. doi
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review, 22*(3), 271-296. doi
- Vogel, F., Wecker, C., Kollar, I., & Fischer, F. (2017). Socio-cognitive scaffolding with computer-supported collaboration scripts: A meta-analysis. *Educational Psychology Review, 29*(3), 477-511. doi
- Wineburg, S., Breakstone, J., McGrew, S., Smith, M. D., & Ortega, T. (2022). Lateral reading on the open Internet: A district-wide field study in high school government classes. *Journal of Educational Psychology, 114*(5), 893-909. doi
- Wineburg, S., & McGrew, S. (2019). Lateral reading and the nature of expertise: Reading less and learning more when evaluating digital information. *Teachers College Record, 121*(11).
- Winstone, N. E., Nash, R. A., Parker, M., & Rowntree, J. (2017). Supporting learners' agentic engagement with feedback: A systematic review and a taxonomy of recipience processes. *Educational Psychologist, 52*(1), 17-37. doi

- Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2020). The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. *Frontiers in Psychology, 10*, 3087. doi
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*(2), 89-100. doi
- Zheng, L. (2016). The effectiveness of self-regulated learning scaffolds on academic performance in computer-based learning environments: A meta-analysis. *Asia Pacific Education Review, 17*(2), 187-202. doi
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64-70. doi

6.3 AI als procesbegeleider

Functie. AI ondersteunt het verloop van een complexe taak, zodat de lerende aandacht heeft voor de inhoud. Bij Mollick heet deze rol AI-teamgenoot; wij vullen haar bewust anders in.

Standaardgedrag van een chatbot. Levert het eindproduct in één keer en neemt daarmee het denkwerk over waar de opdracht om draaide.

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Ondersteun de organisatie (principe; was: neem de organisatie over)	Bewaakt stappen, voortgang en tussenresultaten, voor zover plannen niet zelf het leerdoel is	Richt de aandacht op de inhoud	Procesregie overdragen	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Bied overzichtelijke stappen (werkwijze)	Deelt de taak op in betekenisvolle onderdelen en maakt tussenresultaten en afhankelijkheden zichtbaar	Werkt per onderdeel en houdt zicht op het geheel	Procesregie overdragen	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Vraag inhoudelijk door (werkwijze)	Laat tussenresultaten toetsen aan doel en criteria en laat keuzes onderbouwen	Onderbouwt en verbetert	Socratisch doorvragen; Feedback geven	Aanpak stevig · AI ontbreekt

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Laat de lerende uitwerken (principe)	Neemt geen inhoudelijke beslissingen over	Neemt de relevante beslissingen en werkt ze uit	Bewust uitbesteden	Aanpak stevig · AI verkennend
Bouw de procesregie af (principe)	Laat steeds meer plannen, bewaken en bijsturen door de lerende, passend bij wat die al aankan	Plant, bewaakt en stuurt bij	Procesregie overdragen; Zelfregulatie	Aanpak stevig · AI ontbreekt

Wat onderzoek laat zien. Er is nog geen onderzoek naar precies deze rol; de onderbouwing is indirect. Samenwerkingsscripts hebben een groot effect op samenwerkingsvaardigheden (d = 0,95) en een klein effect op vakkennis (d = 0,20). Voor vakkennis werken ze beter met inhoudelijke steun en als lerenden op elkaars redeneringen voortbouwen (Vogel e.a., 2017). Ondersteuning van zelfregulatie in digitale leeromgevingen verbetert prestaties (Zheng, 2016). Studenten die met ChatGPT schreven, lieten aanwijzingen zien voor minder plannen, bewaken en evalueren (Fan e.a., 2025).

Aandachtspunt. Als leren plannen zelf het leerdoel is, moet de ondersteuning juist gelegenheid geven om dat te oefenen. Een gebouwde toepassing kan de volgorde afdwingen, bijvoorbeeld door een stap pas te openen na een tussenproduct.

Waaraan zie je het leren. De kwaliteit van tussenproducten en eindproduct, en of de lerende het proces een volgende keer met minder steun zelf kan plannen.

6.4 AI als simulator

Functie. AI speelt een herkenbare situatie waarin de lerende een vaardigheid oefent en leert van de gevolgen van eigen keuzes.

Standaardgedrag van een chatbot. Valt snel uit de rol, wordt te meegaand of te makkelijk en geeft ongevraagd tips.

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Baken de oefening af (werkwijze)	Maakt vaardigheid, situatie, rollen en succescriteria duidelijk en beperkt onnodige complexiteit	Weet wat hij oefent en waaraan succes te zien is	Voorkennis onderzoeken	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Houd de situatie geloofwaardig (werkwijze)	Laat reacties en gevolgen aansluiten bij de vaardigheid en de werkelijkheid	Ervaart de gevolgen van eigen keuzes	Nabespreken	Aanpak stevig · AI verkennend
Kies het feedbackmoment bewust (principe; was: scheid spelen en feedback)	Geeft feedback tijdens, tussen of na oefenmomenten, afhankelijk van doel en benodigde steun	Verwerkt feedback zonder dat de oefening stukgaat	Feedback geven	Aanpak stevig · AI verkennend
Stem uitdaging en steun af (principe)	Varieert complexiteit, beschikbare informatie, voorbeelden en begeleiding op basis van het handelen van de lerende	Werkt aan de rand van wat hij kan	Hulp doseren en afbouwen; Uitgewerkte voorbeelden	Aanpak sterk · AI ontbreekt

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Bespreek na en oefen opnieuw (werkwijze)	Laat reconstrueren wat er gebeurde, keuzes en gevolgen onderzoeken, een verbeterpunt kiezen en opnieuw oefenen; varieert later de situatie	Analyseert, kiest een verbeterpunt en probeert opnieuw	Nabespreken; Oefenen en transfer	Aanpak sterk · AI ontbreekt

Wat onderzoek laat zien. Simulaties hebben in het hoger onderwijs een groot effect op complexe vaardigheden (g = 0,85). Beginners profiteren vooral van voorbeelden, gevorderden van reflectiemomenten (Chernikova e.a., 2020). Nabesprekingen verbeteren prestaties met gemiddeld d = 0,67 (Tannenbaum & Cerasoli, 2013). In een AI-studie met 40 deelnemers gebruikten mensen die conflicten oefenden met een gesimuleerde gesprekspartner, in een vervolggesprek met een acteur minder escalerende strategieën dan een groep die lesmateriaal bestudeerde (Shaikh e.a., 2024). Dat zegt nog niets over dagelijkse conflicten. Die toepassing gaf zelf ook feedback tijdens het oefenen.

Waaraan zie je het leren. Een verbeterde tweede poging, daarna toepassing in een gevarieerde situatie en uiteindelijk in de praktijk, zoals op stage.

6.5 AI als mentor *(in versie 1 stonden deze principes onder coach)*

Functie. AI geeft doorlopende, evenwichtige feedback om een product of vaardigheid te verbeteren aan de hand van criteria. Dit is de AI-mentor van Mollick. Het referentiekader ligt buiten de lerende: de criteria van de taak.

Standaardgedrag van een chatbot. Prijst te veel, geeft tien punten tegelijk of herschrijft het werk meteen zelf.

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Maak kwaliteit concreet (werkwijze)	Verheldert doel en criteria, toont voorbeelden en laat eerst zelf beoordelen	Beoordeelt eigen werk aan de criteria	Feedback geven; Uitgewerkte voorbeelden	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Geef gerichte feedback (principe)	Verbindt feedback aan waarneembaar werk, taak en aanpak; stemt hoeveelheid, timing en concreetheid af op wat de lerende ermee kan	Ontvangt een paar bruikbare punten	Feedback geven	Aanpak sterk · AI experimenteel
Laat feedback verwerken (werkwijze; was: laat de lerende herzien)	Laat feedback begrijpen, wegen en verwerken; vraagt welke aanpassing de lerende kiest en waarom; herschrijft niet zelf	Kiest en onderbouwt aanpassingen en herziet	Feedback verwerken	Aanpak stevig · AI experimenteel
Oefen gericht opnieuw (werkwijze)	Kiest een relevante deelvaardigheid en laat die oefenen en toepassen in een volgende taak	Past de deelvaardigheid toe in een nieuwe taak	Oefenen en transfer	Aanpak stevig · AI ontbreekt

Wat onderzoek laat zien. Feedback werkt gemiddeld goed, vooral als die veel informatie bevat (Wisniewski e.a., 2020). Ruim een derde van de feedbackinterventies verslechtert prestaties, vaak als de aandacht naar de persoon gaat (Kluger & DeNisi, 1996). In een gerandomiseerde studie met 459 scholieren verbeterde AI-feedback de herziening van

een betoog (d = 0,19) en de motivatie (d = 0,36), vergeleken met herzien zonder feedback (Meyer e.a., 2024). De vergelijking was met geen feedback, niet met feedback van een docent.

Waaraan zie je het leren. Een betere herziening, een nauwkeuriger zelfbeoordeling en dezelfde deelvaardigheid beter in de volgende taak.

6.6 AI als coach *(in versie 1 deels onder mentor)*

Functie. AI helpt de lerende nadenken over het eigen leren: hoe leer ik, wat werkt voor mij, wat speelt mee en wat probeer ik de volgende keer? Dit is de AI-coach van Mollick, gericht op metacognitie. Denk aan aanpak en planning, studiegewoonten, motivatie en omgaan met spanning rond toetsen. De coach werkt naast de menselijke begeleider.

Standaardgedrag van een chatbot. Geeft meteen advies en bevestigt hoe de lerende het zelf ziet. Bij persoonlijk advies bevestigen taalmodellen gebruikers bijna de helft vaker dan mensen doen (Cheng e.a., 2026). Een chatbot glijdt ook snel af naar vakinhoudelijke hulp, zoals bleek bij onze test met een faalangstcoach (hoofdstuk 8).

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Vertrek vanuit een concrete leerervaring (werkwijze)	Laat een recente toets, opdracht of studieweek reconstrueren en onderscheidt wat er gebeurde van interpretaties	Beschrijft hoe hij te werk ging (zelfobservatie)	Reflectie	Aanpak beperkt · AI ontbreekt
Breng het eigen leren in kaart (werkwijze)	Onderzoekt aanpak, planning, gedachten, gevoelens, motivatie en omstandigheden	Herkent wat het eigen leren helpt of hindert	Reflectie; Zelfregulatie	Aanpak stevig · AI ontbreekt

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Laat zelf een aanpak kiezen (principe)	Helpt doelen en mogelijke leerstrategieën verkennen; geeft opties of informatie als de lerende vastloopt; laat de keuze bij de lerende	Kiest een eigen aanpak (eigenaarschap)	Zelfregulatie	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Plan een kleine stap en kijk vooruit (werkwijze)	Vertaalt inzicht naar een haalbare actie en een moment om terug te kijken; vraagt wat er mis kan gaan en wat de lerende dan doet	Maakt een concreet plan en bereidt zich voor op obstakels	Zelfregulatie	Aanpak stevig · AI ontbreekt
Kijk terug en stel bij (werkwijze)	Bespreekt later wat de aanpak opleverde en wat de volgende stap is	Evalueert en stelt de aanpak bij	Zelfregulatie; Nabespreken	Aanpak stevig · AI ontbreekt

Wat onderzoek laat zien. Training in zelfregulatie en metacognitie verbetert schoolprestaties (Dignath & Büttner, 2008). Autonomie-ondersteunende begeleiding is goed te leren en verhoogt betrokkenheid (Reeve & Cheon, 2021). Reflectie op ervaringen is vooral theoretisch en kwalitatief onderzocht (Mann e.a., 2009). Bij toetsangst zijn er effectieve, onderzochte aanpakken (Huntley e.a., 2019). Mollick en Mollick geven voor deze rol onder meer een reflectieprompt en een pre-mortem: vooraf bedenken wat er mis kan gaan. AI-onderzoek naar deze rol ontbreekt nog.

Grenzen. Dit is onderwijsgerichte ondersteuning, geen behandeling. De coach stelt geen diagnose en verwijst bij signalen van ernstige of langdurige klachten naar menselijke begeleiding. Vakinhoudelijke hulp komt alleen aan bod als die bij de gekozen hulpvraag past.

Waaraan zie je het leren. De lerende beschrijft hoe hij leert en wat werkt, kiest een eigen aanpak en vertelt later wat die opleverde. Op termijn doorloopt de lerende die cyclus met minder hulp.

6.7 AI als hulpmiddel

Functie. AI voert een deeltaak uit die de lerende zelf aanstuurt, zoals samenvatten, opzoeken of een eerste opzet maken. Zelfstandig en verantwoord met AI werken kan ook zelf het leerdoel zijn; dan sluit deze rol direct aan op KIES.

Standaardgedrag van een chatbot. Doet alles wat gevraagd wordt, ook het denkwerk dat bij het leerdoel hoort. Brengt fouten even stellig als feiten.

Principe	AI of de toepassing	De lerende	Verdieping	Onderbouwing
Kies bewust wat je uitbesteedt (principe)	De opdracht of toepassing maakt per deeltaak de relatie met het leerdoel zichtbaar	Bepaalt wat AI overneemt en welk denken hij zelf oefent	Bewust uitbesteden	Aanpak stevig · AI experimenteel
Beoordeel de uitkomst (werkwijze)	De opdracht vraagt om controle buiten de AI	Controleert beweringen, bronnen, redeneringen en bruikbaarheid	Uitkomsten controleren	Aanpak stevig · AI verkennend
Gebruik en verantwoord (werkwijze)	De opdracht vraagt om een korte verantwoording	Selecteert, past aan of verwerpt en legt uit waarom de uitkomst klopt en past	Zelfverklaren	Aanpak beperkt · AI ontbreekt

Bij deze rol stuurt de lerende de AI aan. De docent ontwerpt dus vooral de opdracht en de afspraken. AI-gebruik zichtbaar maken is een afspraak over integriteit; die hoort bij de Spelregels van KIES en is daarom geen leerprincipe in dit raamwerk.

Wat onderzoek laat zien. Taken uitbesteden verhoogt de directe prestatie, maar kan onthouden en begrip verzwakken (Risko & Gilbert, 2016). Controleren buiten de bron, zoals factcheckers doen, is aantoonbaar te leren (Wineburg e.a., 2022). AI-gebruikers overschatten hun eigen prestatie (Fernandes e.a., 2026).

Waaraan zie je het leren. De lerende legt uit wat hij uitbesteedde en waarom, vindt fouten in AI-uitvoer en verantwoordt zijn keuzes inhoudelijk.

7.6 Oefenen en transfer *(nieuw)*

- **Functie.** Kennis en vaardigheden duurzaam maken en bruikbaar in nieuwe situaties.

- **Onderzoek.** Ophalen levert meer op dan opnieuw lezen (Adesope e.a., 2017) en gespreid oefenen meer dan alles in één keer (Cepeda e.a., 2006). Afwisselen van probleemsoorten helpt vooral als die op elkaar lijken en de lerende ze moet leren onderscheiden (Brunmair & Richter, 2019). **Grens:** transfer naar ver afliggende situaties gaat niet vanzelf (Barnett & Ceci, 2002), en onderzoek met AI ontbreekt.
- **Onze vertaling.** Laat eerst ophalen en daarna pas uitleggen. Varieer de context. Kom gespreid terug en toets transfer met een nieuwe situatie.
- **Wanneer.** Na een eerste begrip, en bij vaardigheden na feedback.
- **AI of de toepassing.** Stelt ophaalvragen voor nieuwe uitleg en varieert opgaven en contexten. Een gebouwde toepassing kan herhaalmomenten plannen; een chatbot kent eerdere gesprekken niet altijd.
- **De lerende.** Haalt op zonder hulp en past toe in een andere context.
- **Zo beoordeel je het.** Later en in een nieuwe situatie, zonder hulp.
- **Ontwerpfouten.** Steeds dezelfde opgave herhalen. Alles in één sessie. Oefenen met hulp aan en dat als beheersing zien.

7.7 Feedback geven

- **Functie.** Het verschil tussen het huidige en het gewenste niveau helpen verkleinen.
- **Onderzoek.** Feedback werkt gemiddeld goed (d = 0,48) met grote verschillen; feedback met veel informatie werkt het best (Wisniewski e.a., 2020). Feedback op taak, aanpak en zelfregulatie werkt beter dan feedback op de persoon (Hattie & Timperley, 2007). Ruim een derde van de feedbackinterventies verslechtert prestaties (Kluger & DeNisi, 1996). **Grens:** studies naar AI-feedback vergelijken meestal met geen feedback, en taalmodellen prijzen snel te veel.
- **Onze vertaling.** Beantwoord drie vragen: waar werkt de lerende naartoe, hoe staat het werk ervoor en wat is de volgende stap? Koppel elk punt aan de criteria en aan een plek in het werk. Prijs alleen wat echt goed is.
- **Wanneer.** Stem hoeveelheid en timing af op de lerende: beginners krijgen concrete punten, gevorderden meer ruimte om zelf te zoeken.
- **AI of de toepassing.** Laat eerst zelf beoordelen, citeert het werk en geeft standaard maximaal twee verbeterpunten.
- **De lerende.** Vergelijkt de feedback met de eigen beoordeling.
- **Zo beoordeel je het.** Komt de feedback terug in de herziening? Zie 7.8.
- **Ontwerpfouten.** Lange lijsten met punten. Algemene lof. Feedback op de persoon. AI die het werk herschrijft.

7.8 Feedback verwerken *(nieuw)*

- **Functie.** Zorgen dat feedback leidt tot begrip en handelen. Goede feedback formuleren en zorgen dat de lerende er iets mee doet, zijn twee verschillende ontwerpopgaven.
- **Onderzoek.** Lerenden gebruiken feedback vaak niet vanzelf; verwerken vraagt eigen inzet en ondersteuning (Winstone e.a., 2017). Feedbackgeletterdheid omvat feedback waarderen, zelf oordelen, emoties hanteren en actie ondernemen (Carless & Boud, 2018). **Grens:** het onderzoek komt vooral uit het hoger onderwijs en er is weinig experimenteel onderzoek naar specifieke werkvormen.
- **Onze vertaling.** Maak verwerken een opdracht: de feedback in eigen woorden samenvatten, wegen, een aanpassing kiezen, herzien en die keuze onderbouwen. Gemotiveerd een punt verwerpen mag ook.
- **Wanneer.** Altijd als er een herziening mogelijk is. Zonder herzienmoment levert feedback weinig op.
- **AI of de toepassing.** Vraagt de lerende de feedback samen te vatten, vraagt welke aanpassing en waarom, herschrijft niet zelf en bekijkt daarna de herziening.
- **De lerende.** Interpreteert, weegt, herziet en onderbouwt.
- **Zo beoordeel je het.** Vergelijk de versies en de onderbouwing van de keuzes.
- **Ontwerpfouten.** Feedback zonder herzienmoment. AI die de herziening uitvoert. Geen ruimte om feedback gemotiveerd te verwerpen.

7.9 Nabespreken

- **Functie.** Een ervaring omzetten in inzicht en een verbeterpunt.
- **Onderzoek.** Nabesprekingen verbeteren prestaties met gemiddeld d = 0,67, bij individuen en teams (Tannenbaum & Cerasoli, 2013). Reflectiefasen helpen vooral gevorderden (Chernikova e.a., 2020). **Grens:** niet al het leren gebeurt in de nabespreking; feedback tijdens het oefenen kan ook passend zijn.
- **Onze vertaling.** Bouwstenen naar het PEARLS-model (Eppich & Cheng, 2015): reacties, beschrijving, analyse en leerpunt, gevolgd door een nieuwe poging. Een korte variant mag.
- **Wanneer.** Uitgebreid na een volledig scenario, kort na een deeloefening.
- **AI of de toepassing.** Stapt uit de rol, vraagt eerst de lerende, vult aan met eigen observaties, spreekt één verbeterpunt af en biedt een nieuwe poging aan.
- **De lerende.** Reconstrueert wat er gebeurde, analyseert keuzes en gevolgen en kiest een verbeterpunt.
- **Zo beoordeel je het.** De tweede poging is beter op het afgesproken punt.

- **Ontwerpfouten.** AI die een lijst tips geeft. Geen nieuwe poging. Een nabespreking zonder concrete momenten uit het gesprek.

7.10 Socratisch doorvragen

- **Functie.** De lerende helpen de eigen redenering te onderzoeken en aan te scherpen.
- **Onderzoek.** Vragen waarmee lerenden hun denken expliciet maken, stimuleren productief denken (Chin, 2007). Dialoog met tegenargumenten ontwikkelde in een meerjarig programma de argumentatievaardigheid van jongeren (Kuhn & Crowell, 2011). Met AI steeg de betrokkenheid, maar een gerandomiseerde studie vond geen hogere leeropbrengst (Blasco & Charisi, 2024). **Grens:** doorvragen werkt slecht zonder voldoende kennis en kan frustreren.
- **Onze vertaling.** Zes vraagsoorten als gereedschap, naar Paul en Elder (2006): verhelderen, aannames, redenen en bewijs, perspectieven, gevolgen en de vraag zelf. Kies de vraagsoort die het antwoord het verst brengt; er is geen vaste volgorde.
- **Wanneer.** Bij een standpunt, conclusie, ontwerp of redenering die de lerende al heeft. Bij nieuwe stof zonder basis past de tutor beter.
- **AI of de toepassing.** Stelt standaard één vraag per beurt en bouwt voort op het antwoord. Geeft bij vastlopen of een feitelijke misvatting informatie of een tegenvoorbeeld. Blijft eerlijk als de lerende aandringt.
- **De lerende.** Verwoordt, onderbouwt, weegt en herziet.
- **Zo beoordeel je het.** Een herziene conclusie met onderbouwing en een gewogen tegenargument.
- **Ontwerpfouten.** Vraag op vraag zonder richting. Steeds alleen "waarom?". Meebuigen. Nooit iets inhoudelijks zeggen.

7.11 Procesregie overdragen

- **Functie.** De lerende leert een proces zelf te plannen, te bewaken en bij te sturen.
- **Onderzoek.** Ondersteuning van zelfregulatie in digitale leeromgevingen verbetert prestaties (Zheng, 2016). Steun hoort af te nemen naarmate de lerende meer aankan (Wood e.a., 1976; van de Pol e.a., 2010). Bij schrijven met ChatGPT waren er aanwijzingen voor minder plannen en evalueren (Fan e.a., 2025). **Grens:** hoe snel afbouwen het best werkt, is onbekend.
- **Onze vertaling.** Maak doel en route zichtbaar, laat de volgende stap zelf plannen, bewaak met korte vragen, laat terugkijken op de aanpak en geef per ronde minder structuur.
- **Wanneer.** Bij langere of terugkerende opdrachten. Niet afbouwen als de lerende overbelast raakt.

- **AI of de toepassing.** Toont de route, vraagt de lerende om te plannen, checkt de voortgang en laat structuur geleidelijk los. Een gebouwde toepassing kan stappen eerst vastzetten en later vrijgeven.
- **De lerende.** Plant, bewaakt en stuurt bij.
- **Zo beoordeel je het.** Kan de lerende bij een volgende opdracht zelf een plan maken en volgen?
- **Ontwerpfouten.** Altijd volledige structuur bieden. Afbouwen zonder te kijken of het lukt. Vergeten dat plannen soms zelf het leerdoel is.

7.12 Zelfregulatie *(nieuw)*

- **Functie.** Zelf een doel kiezen, een aanpak proberen, volgen wat er gebeurt en bijstellen. Dit omvat zelfobservatie, eigenaarschap en omgaan met gedachten, gevoelens en motivatie.
- **Onderzoek.** Zelfregulatie verloopt als een cyclus van voorbereiden, uitvoeren en terugkijken (Zimmerman, 2002). Training in zelfregulatie verbetert prestaties in po en vo (Dignath & Büttner, 2008). Autonomie-ondersteuning verhoogt betrokkenheid (Reeve & Cheon, 2021). Bij toetsangst zijn gedragsmatige en cognitieve aanpakken effectief (Huntley e.a., 2019). **Grens:** onderzoek met AI ontbreekt, en korte technieken zoals zorgen opschrijven of spanning anders bekijken berusten op enkele studies (Ramirez & Beilock, 2011; Jamieson e.a., 2010).
- **Onze vertaling.** Een cyclus in kleine stappen: een concrete situatie, wat de lerende daarbij merkt, een doel, een kleine aanpak, uitproberen, terugkijken en bijstellen.
- **Wanneer.** Bij studievaardigheden, uitstelgedrag, spanning en keuzes.
- **AI of de toepassing.** Vraagt naar een concrete situatie en wat de lerende merkte, helpt een doel en een kleine aanpak kiezen en plant een moment om terug te kijken. Geeft opties als de lerende vastloopt en laat de keuze bij de lerende. Stelt geen diagnose en verwijst bij ernstige klachten naar menselijke begeleiding.
- **De lerende.** Observeert, kiest, probeert en evalueert.
- **Zo beoordeel je het.** Het plan is uitgevoerd en de lerende evalueert het zelf. Op termijn doorloopt de lerende de cyclus met minder hulp.
- **Ontwerpfouten.** Algemene tips geven. AI die de aanpak kiest. Geen moment om terug te kijken. Vakinhoud die het coachingdoel ongemerkt overneemt.

7.13 Reflectie

- **Functie.** Van een ervaring leren door die te onderzoeken en te verbinden met een vervolgactie.

- **Onderzoek.** Het ALACT-model beschrijft reflectie als cyclus van handelen, terugblikken, de kern bewust maken, alternatieven zoeken en uitproberen (Korthagen e.a., 2001; Korthagen & Vasalos, 2005). Reflectie wordt breed gewaardeerd, maar bewijs voor effect op handelen is vooral kwalitatief (Mann e.a., 2009). **Grens:** alleen reflectievragen doorlopen leidt niet vanzelf tot inzicht of ander handelen.
- **Onze vertaling.** Volg de ALACT-cyclus. Onderscheid wat er gebeurde van interpretaties. Eindig altijd met een concrete actie.
- **Wanneer.** Na een stage, een project of een lastige situatie.
- **AI of de toepassing.** Vraagt eerst naar wat er gebeurde, daarna naar gedachten, gevoelens en het perspectief van anderen. Vult geen interpretaties in. Eindigt met een actie en een moment om terug te kijken.
- **De lerende.** Reconstrueert, ontdekt de kern en kiest een alternatief.
- **Zo beoordeel je het.** Een herkenbare kern en een concrete actie; later de vraag of die actie is uitgevoerd.
- **Ontwerpfouten.** Een vragenlijst afwerken. Reflectie zonder actie. AI die interpretaties invult of meteen advies geeft.

7.14 Bewust uitbesteden

- **Functie.** Per deeltaak bepalen wat AI mag overnemen en welk denken de lerende zelf moet oefenen.
- **Onderzoek.** Taken uitbesteden verhoogt de directe prestatie, maar kan onthouden en begrip verzwakken (Risko & Gilbert, 2016). Vrije AI-toegang tijdens het oefenen ging samen met lagere prestaties zonder AI (Bastani e.a., 2025). **Grens:** welke deeltaken veilig uit te besteden zijn, hangt af van het leerdoel en is niet algemeen te onderzoeken.
- **Onze vertaling.** Ons model cognitive offloading onderscheidt helpend uitbesteden (ontlasten, verplaatsen, verdiepen) van schadelijk uitbesteden (vermijden, overgave, waarden afstaan). Toets elke deeltaak met de KIES-vraag: leer ik hierdoor minder, hetzelfde of meer?
- **Wanneer.** Bij elke opdracht waarin AI is toegestaan, en als zelfstandig met AI werken het leerdoel is.
- **AI of de toepassing.** De opdracht benoemt per deeltaak wat de lerende zelf doet. Een gebouwde toepassing kan deeltaken afschermen.
- **De lerende.** Kiest wat AI doet en onderbouwt die keuze vanuit het leerdoel.
- **Zo beoordeel je het.** De lerende legt uit wat hij uitbesteedde en waarom, en kan het eigen deel zonder AI.
- **Ontwerpfouten.** Een algemeen verbod of een vrijbrief zonder keuze per deeltaak. Uitbesteden van precies het denkwerk dat getoetst wordt.

7.15 Uitkomsten controleren

- **Functie.** Belangrijke beweringen, bronnen, redeneringen en bruikbaarheid van AI-uitvoer beoordelen.
- **Onderzoek.** Lateraal lezen, het controleren van een bron via andere bronnen zoals factcheckers doen, is aantoonbaar te leren; in een veldstudie verbeterden scholieren na zes lessen (Wineburg e.a., 2022; Wineburg & McGrew, 2019). AI-gebruikers overschatten hun eigen prestatie (Fernandes e.a., 2026). **Grens:** dit onderzoek gaat over webbronnen, niet specifiek over AI-uitvoer.
- **Onze vertaling.** Haal de twee of drie belangrijkste beweringen eruit, controleer ze buiten de AI, check of genoemde bronnen bestaan en dit echt zeggen, leg de uitkomst naast je vakkennis en leg vast wat je overnam, aanpaste of verwierp.
- **Wanneer.** Altijd als AI-uitvoer in eigen werk terechtkomt. Hoe zwaarder de beslissing, hoe grondiger.
- **AI of de toepassing.** De opdracht vraagt om controle buiten de AI. Een toepassing kan bronnen laten tonen en de lerende laten aangeven wat gecontroleerd is.
- **De lerende.** Controleert en legt vast.
- **Zo beoordeel je het.** De lerende vindt een geplaatste fout in AI-uitvoer en onderbouwt het oordeel.
- **Ontwerpfouten.** De AI vragen of de AI klopt. Alleen controleren of een bron bestaat, niet wat erin staat.