

AI voor Docenten

Raamwerk BOUW

Een denkraam voor het vibecoden van leeromgevingen

Versie 2026 · Eerste editie · Voor docenten en onderwijsontwikkelaars in PO, VO, MBO, HBO en WO

Marcel Mutsaarts

AI voor Docenten · aivoordocenten.nl · marcel@aivoordocenten.nl

Voorwoord

Dit raamwerk is geschreven vanuit een eenvoudig vertrekpunt: voor het eerst in de geschiedenis van het onderwijs kan een docent zonder programmeerkennis zélf leertechnologie maken. Wie in gewone taal beschrijft wat hij wil, krijgt een werkende app terug. Dat heet vibecoden, en het verandert de verhouding tussen docent en technologie fundamenteel. De docent is niet langer alleen gebruiker of inkoper van andermans leermiddelen — hij kan maker worden.

Die mogelijkheid roept bij de meeste docenten eerst een technische vraag op: kan ik dat wel? Het eerlijke antwoord is inmiddels: ja, vrijwel zeker. De werkelijke vraag is een andere, en die is didactisch: *draagt wat ik bouw bij aan het leren?* Een app maken is makkelijk geworden. Een app maken waar leerlingen en studenten écht iets van leren, vraagt om precies de professionaliteit die docenten al bezitten — mits ze die bewust inzetten bij het bouwen.

Dit raamwerk reikt daarvoor de taal en de kaders aan. Het is geen programmeercursus en geen toollijst. Het beschrijft wat een leeromgeving waardevol maakt, wanneer AI in die omgeving meerwaarde heeft, en hoe je als docent het bouwproces regisseert zonder zelf code te hoeven lezen. Het is bewust beknopt gehouden: vier onderdelen, één ladder met drie treden, drie vragen die er werkelijk toe doen. Meer past niet in het hoofd op het moment dat je begint te bouwen.

Ik ben me bewust van de beperkingen. Vibecoden is jong, de wetenschappelijke literatuur over zelfgebouwde leeromgevingen bestaat nog nauwelijks, en het veld beweegt snel. Ik kies ervoor om nu te beginnen, transparant te zijn over wat BOUW wel en niet claimt, en bij te sturen waar de praktijk dat vraagt. Dit raamwerk is bovendien niet op de tekentafel ontstaan: het bundelt de lessen uit daadwerkelijk gebouwde leeromgevingen, met alle successen en valkuilen die daarbij hoorden. Iedereen die ermee werkt, beschouw ik als meeontwikkelaar.

In dit raamwerk gebruik ik de combinatie *leerlingen en studenten* om alle onderwijsniveaus te omvatten, en *docent* waar ook *leraar* of *onderwijsontwikkelaar* gelezen kan worden.

Marcel Mutsaarts · AI voor Docenten · 2026

Inhoud

Voorwoord

1. Inleiding

2. Theoretische grondslag

2.1 Van gebruiker naar maker

2.2 Wat maakt een leeromgeving waardevol?

2.3 Ontwerpkaders voor instructie

2.4 Motivatie, zelfregulatie en de plaats van AI

2.5 De vier D's toegepast op bouwen

2.6 Nationale en internationale context

2.7 Kritische noot bij raamwerken

3. Het denkraam: vier onderdelen

B — Bedoeling

O — Ontwerp

U — Uitvoering

W — Waarborgen

4. De ladder: drie treden van vibecoden

5. Relatie tot nationale en internationale kaders

6. Jaarlijkse actualisering

Literatuur en bronnen

1. Inleiding

De opkomst van generatieve AI heeft niet alleen veranderd hoe docenten en leerlingen met technologie *werken*, maar ook wie technologie kan *maken*. Waar het bouwen van een digitale leeromgeving tot voor kort was voorbehouden aan edtech-bedrijven met ontwikkelteams, kan een docent nu op een vrije middag een oefenapp, een simulatie of een complete leeromgeving bouwen door in gewone taal te beschrijven wat hij wil. Vibecoden — bouwen door te beschrijven, zonder zelf de code te schrijven of te lezen — democratiseert het maken van leermiddelen.

Daar ligt een grote kans. De docent kent zijn leerlingen, zijn vak en zijn leerdoelen beter dan welke uitgever ook. Een zelfgebouwde omgeving kan precies passen waar generieke tools knellen: dat ene struikelconcept, die ene oefening die nergens te vinden is. Tegelijk verschuift er iets wezenlijks: wie bouwt voor leerlingen, maakt geen persoonlijk hulpmiddel meer maar een leermiddel dat het leren van anderen vormt. Dat vraagt om dezelfde zorgvuldigheid die we van professionele leermiddelen verwachten — didactisch voorop, en praktisch waar nodig.

De vierde invalshoek

In het *Raamwerk AI-geletterdheid voor docenten* onderscheiden we drie manieren waarop AI het onderwijs raakt: onderwijs **over** AI, onderwijs **met** AI en onderwijs **verstoord door** AI. Vibecoden voegt daar een vierde aan toe: onderwijs **gebouwd met** AI. Deze invalshoek heeft eigen vragen en een eigen urgentie. Niet "hoe gebruik ik deze tool?" maar "wat voor tool moet er bestaan — en deugt wat ik gemaakt heb?"

Waar BOUW over gaat — en waarover niet

BOUW beantwoordt drie vragen:

- **Wat maakt een app of leeromgeving didactisch waardevol?** Niet elke werkende app is een goed leermiddel. De leerwetenschap geeft hier een eenduidig antwoord, en dat antwoord vormt het hart van dit raamwerk.
- **Wanneer is AI in de omgeving (een chatbot) een meerwaarde — en wanneer niet?** De verleiding om overal een chatbot in te bouwen is groot. Soms is dat de sprong die alles mogelijk maakt; vaak is een goed ontworpen knop beter.
- **Hoe regisseer je het bouwproces als docent?** De bouwer hoeft geen code te lezen, maar moet wél de juiste opdrachten geven en de juiste bewijzen eisen.

BOUW is geen handleiding voor specifieke tools (die verouderen per maand), geen programmeercursus en geen vervanging van de twee zuster raamwerken. Integendeel: het *Raamwerk AI-geletterdheid voor docenten* beschrijft de basis die de bouwende docent zelf nodig heeft, en *KIES* beschrijft de vaardigheid die de leerlingen in de gebouwde omgeving ontwikkelen. BOUW completeert het drieluik: geletterd handelen, vaardig leren, verantwoord bouwen.

2. Theoretische grondslag

2.1 Van gebruiker naar maker

De twee zusterraamwerken beschrijven persoonlijke bekwaamheid: wat een docent of leerling moet kennen en kunnen. BOUW beschrijft daarnaast een *product*: iets dat blijft bestaan nadat de maker is uitgelogd, en dat het leren van anderen stuurt. Die verschuiving heeft een theoretische consequentie. Bij persoonlijke bekwaamheid is reflectie het instrument; bij een product komt daar *ontwerp* bij — en ontwerp van leermiddelen is een vakgebied met een halve eeuw aan onderzoek, van instructional design (Merrill, 2002; Van Merriënboer & Kirschner, 2018) tot multimedialeren (Mayer, 2021) en e-learningontwerp (Clark & Mayer, 2023). BOUW maakt dat vakgebied toegankelijk voor de vibecodende docent: niet als studieboek, maar als set ontwerpeisen die je aan je bouw-AI kunt meegeven.

Het TPACK-model (Mishra & Koehler, 2006) beschreef al dat goed onderwijs met technologie ontstaat op het snijvlak van vakinhoud, didactiek en technologie. Vibecoden maakt de T van TPACK maakbaar: de docent hoeft de technologie niet meer te beheersen, maar moet haar wel kunnen *aansturen* vanuit de P en de C. Dat is precies waar dit raamwerk op mikt.

2.2 Wat maakt een leeromgeving waardevol?

Dit is de kernvraag van BOUW, en de leerwetenschap geeft er een helder antwoord op: **een leeromgeving is waardevol in de mate waarin ze de leerling effectieve leerhandelingen laat verrichten**. Niet de uitleg, de vormgeving of de hoeveelheid content bepaalt de leerwinst, maar wat de leerling *doet*.

Drie onderzoekslijnen convergeren op dit punt:

- **De rangorde van leerstrategieën.** Dunlosky en collega's (2013) beoordeelden tien studiestrategieën en vonden er slechts twee met hoge gebruikswaarde: **retrieval practice** (jezelf toetsen; Roediger & Karpicke, 2006; Adesope et al., 2017) en **spaced practice** (gespreid oefenen; Cepeda et al., 2006). Herlezen, markeren en samenvattingen ontvangen — precies wat veel apps faciliteren — scoren onderaan. Successive relearning, de combinatie van deze twee strategieën, geeft in echte cursussen grote winst (Rawson & Dunlosky, 2011).
- **Het ICAP-raamwerk.** Chi en Wylie (2014) tonen aan dat leeractiviteiten oplopend effectief zijn van passief via actief naar constructief en interactief. Een leeromgeving die de leerling laat kijken en klikken is per definitie zwakker dan één die de leerling laat construeren en in dialoog brengt. Koedinger en collega's (2015) kwantificeerden dit als het *doer effect*: zelf doen levert een veelvoud van de leerwinst van kijken of lezen.
- **Generatief leren.** Fiorella en Mayer (2015, 2016) beschrijven acht generatieve strategieën — waaronder zelf uitleggen, zelf tekenen en zelf mappen — die het gemeenschappelijk hebben dat de leerling zélf betekenis construeert. Zelf een conceptmap bouwen verslaat het bestuderen van een kant-en-klare map (Schroeder et al., 2018); zelf ophalen uit het geheugen verslaat nog eens herlezen (Karpicke & Blunt, 2011).

Daar hoort een tweede inzicht bij dat voor bouwers contra-intuïtief is: **goed leren voelt niet altijd prettig**. Wenselijke moeilijkheden (Bjork & Bjork, 2011) — spreiden, mengen, ophalen zonder hulp — verlagen de prestatie *tijdens* het oefenen maar verhogen het leren. En het gevoel van leren is een onbetrouwbare gids: vloeiende uitleg voelt leerzamer dan hij is (Deslauriers et al., 2019; Carpenter et al., 2013). Voor de bouwer betekent dit: een omgeving die alleen op tevredenheid en gemak wordt geoptimaliseerd, optimaliseert vrijwel zeker de verkeerde kant op. De maatstaf is leerwinst en groeiende zelfstandigheid, niet gebruiksduur.

De praktische samenvatting die door heel BOUW terugkeert: **bouw een gedragsmachine, geen uitlegmachine**. De waarde van je omgeving zit in de leerhandelingen die ze uitlokt — en, waar nodig, afdwingt.

2.3 Ontwerpkaders voor instructie

Voor de inrichting van de omgeving zelf bestaat robuuste ontwerp kennis:

- **First Principles of Instruction** (Merrill, 2002): leren gedijt rond hele, betekenisvolle taken, met activering van voorkennis, demonstratie, toepassing en integratie. Voor complexe vaardigheden werkt het 4C-ID-model dit uit (Van Merriënboer & Kirschner, 2018).
- **Directe instructie en scaffolding**: nieuwe stof begint met voordoen en uitgewerkte voorbeelden, in kleine stappen met veel oefening (Rosenshine, 2012; Sweller, Van Merriënboer & Paas, 2019). Cruciaal voor een adaptieve omgeving is het *expertise reversal effect* (Kalyuga, 2007): wat beginners helpt (voorbeelden, sturing) gaat gevorderden hinderen. Goede ondersteuning bouwt dus zichtbaar af.
- **Multimediacprincipes**: gesproken uitleg bij beeld, labels in de figuur, segmentering in leerling-getempode stappen, geen decoratieve franje (Mayer, 2021; Noetel et al., 2022; Clark & Mayer, 2023). Interessante-maar-irrelevante toevoegingen verlagen aantoonbaar het leren (Sundararajan & Adesope, 2020) — soberheid is bij leermiddelen geen stijlkeuze maar een ontwerpkeis.
- **Universal Design for Learning** (CAST, 2024): een omgeving die je zelf bouwt, kun je vanaf dag één toegankelijk maken — meerdere representaties, bedienbaarheid, begrijpelijke taal. Voor een edtech-product is dat een dure verbouwing achteraf; voor een vibecoder is het één zin in de bouwopdracht.

2.4 Motivatie, zelfregulatie en de plaats van AI

Een leeromgeving draait niet alleen op cognitie. De zelfdeterminatietheorie (Deci & Ryan, 2000) wijst op drie behoeften die bepalen of leerlingen terugkomen en doorzetten: competentie (echte, bewezen groei zien), autonomie (keuzes binnen kaders) en verbondenheid (de omgeving voedt de klas en de docent, in plaats van ze te vervangen). Formatief handelen (Black & Wiliam, 1998; Wiliam, 2011) geeft de omgeving haar motor: elke interactie is informatie over waar de leerling staat en wat de volgende stap is. En omdat een online omgeving een groter beroep doet op zelfregulatie dan een klaslokaal (Broadbent & Poon, 2015), horen doelen stellen, plannen en reflecteren in de taakflow te zitten — als onderdeel van het werk, niet als losse pushberichten, die op schaal aantoonbaar weinig uitrichten (Kizilcec et al., 2020).

En dan de vraag die elke bouwer zich moet stellen: **wanneer is AI in de omgeving een meerwaarde?** Het antwoord van dit raamwerk: AI in de omgeving (een chatbot, een beoordelaar, een dialoogpartner) is een meerwaarde wanneer ze iets mogelijk maakt wat zonder AI niet kan:

- **Open antwoorden begrijpen**. Zonder AI kan een app alleen gesloten vragen aan (meerkeuze, invulvelden). Met AI kan de leerling in eigen woorden formuleren — en juist het zelf formuleren is de sterkste leerhandeling die er is. Dit is misschien wel de grootste didactische sprong die AI een zelfbouwer biedt.
- **Dialoog als leerhandeling**. Uitleggen aan een ander, doorvragen, Socratisch bevraagd worden (Mollick & Mollick, 2023): dit zijn interactieve activiteiten in ICAP-termen — de hoogste categorie — en ze bestaan alleen met een gesprekspartner.
- **Vers materiaal in wisselende contexten**. AI kan oneindig nieuwe oefenvragen, voorbeelden en transfertaken genereren, passend bij precies deze leerling — geen statische itembank die leerlingen doorgeven.
- **Adaptiviteit die regels niet aankunnen**. Doorvragen op een half goed antwoord, een misconceptie herkennen in een formulering, feedback op maat van de fout: dat vraagt taalbegrip.

Even belangrijk is het spiegelbeeld: **AI is géén meerwaarde wanneer een goed ontworpen regel of knop hetzelfde kan**. Een spaced-repetition-schema is een rekensom, geen gesprek. Navigatie, voortgang en oefenvolgorde zijn logica, geen taalbegrip. Wie dat toch aan een chatbot overlaat, haalt onvoorspelbaarheid en kosten binnen zonder didactische winst. En er is één situatie waarin AI in de omgeving actief schaaft: wanneer ze het denkwerk overneemt dat de leerling juist moest verrichten. Onbeperkte AI-hulp verhoogde in onderzoek de oefenprestatie met tientallen procenten, maar verlaagde de toetsprestatie zonder AI (Bastani et al., 2025) —

leerlingen leunden in plaats van te leren. De les voor bouwers is niet "geen AI", maar: geef de AI in je omgeving een rol die het denken uitlokt in plaats van vervangt, en bouw de grens in de omgeving in plaats van erop te hopen. Molenaar (2022) noemt dit hybride regie: de omgeving mag sturen, mits ze de regie stapsgewijs teruggeeft aan de leerling.

2.5 De vier D's toegepast op bouwen

Net als de zuster raamwerken bouwt BOUW op het AI-fluency-raamwerk van Dakan en Feller (2025). De vier D's blijken naadloos te passen op de docent als bouwer:

4D	Bij de bouwende docent
Delegation	Kiezen wat je de AI laat bouwen en wat je zelf beslist. De code delegeer je volledig; de bedoeling, de didactische keuzes en de eindverantwoordelijkheid delegeer je nooit.
Description	De bouwopdracht formuleren: eerst een visie en ontwerpeisen in gewone taal, dan pas bouwen. Wie vaag beschrijft, krijgt een generieke app; wie didactische eisen meegeeft, krijgt een leermiddel.
Discernment	Beoordelen wat er staat — niet door code te lezen, maar door bewijzen te eisen: laat de omgeving zien dat ze doet wat bedoeld is, en test haar zoals een kritische leerling dat zou doen.
Diligence	Verantwoordelijkheid nemen voor wat je uitrolt: transparant naar leerlingen, zorgvuldig met hun gegevens, en eerlijk over wat de omgeving wel en niet kan.

Deze vertaling verbindt de drie raamwerken van AI voor Docenten tot één samenhangend geheel: dezelfde vier vaardigheden, op drie niveaus van handelen — als professional (docentenraamwerk), als lerende (KIES) en als maker (BOUW).

2.6 Nationale en internationale context

BOUW positioneert zich bewust in het bestaande landschap. De geletterdheidskaders (AI-GO van Npuls, 2025; UNESCO, 2024; het US Department of Labor-framework, 2026; de Europese AI Act) beschrijven wat mensen moeten kennen en kunnen, maar niet hoe je een leeromgeving bouwt. Het iXperium-raamwerk docentcompetenties onderwijs met ict (Uerz et al.) benoemt het (her)ontwerpen van technologierijk onderwijs als docentcompetentie, maar dateert van vóór het vibecoden. Kennisnet bepleit in *Waarden wegen* dat digitalisering vanuit onderwijswaarden gestuurd wordt in plaats van vanuit ICT, en biedt met het Ethiekkompas een gespreksinstrument — BOUW deelt dat vertrekpunt en maakt het concreet voor de bouwende docent. De SLO-kerndoelen digitale geletterdheid (waaronder kerndoel AI) verankeren aan de leerlingkant wat KIES vertaalt; BOUW sluit daar via de omgeving op aan. Voor zover ons bekend is BOUW het eerste raamwerk dat zich specifiek richt op het vibecoden van leeromgevingen in het onderwijs.

2.7 Kritische noot bij raamwerken

Voor BOUW geldt dezelfde kritiek als voor elk raamwerk: het suggereert ordelijkheid waar de praktijk rommelig is, het richt zich op de maker terwijl de context meebepaalt, en het veroudert snel. Twee beperkingen zijn hier extra eerlijk om te benoemen. Ten eerste: de evidentie over *leren* is stevig, maar de evidentie over *vibecoded leeromgevingen* bestaat nog nauwelijks — we passen gevestigde leerwetenschap toe op een nieuwe maakpraktijk, en dat is beredeneerd extrapoleren. Ten tweede: dit raamwerk kan het bouwen niet risicovrij maken; het kan wel de kans vergroten dat wat er gebouwd wordt didactisch deugt. Daarom is BOUW een denkraam met een jaarlijkse actualisering, geen keurmerk — al formuleert de W één ondergrens die niet onderhandelbaar is.

3. Het denkraam: vier onderdelen

BOUW bestaat uit vier onderdelen, in de volgorde waarin ze zich aandienen tijdens het maken: eerst de bedoeling scherp, dan het ontwerp, dan de uitvoering met de AI, en daaromheen de waarborgen die het geheel professioneel maken. Ze versterken elkaar en zijn in de praktijk niet strikt te scheiden. Didactiek is geen apart onderdeel maar de rode draad: B en O zijn didactiek, U en W staan in dienst ervan.

B — Bedoeling

Kerngedachte

Elke goede leeromgeving begint vóór de eerste prompt: met een scherp beeld van het leerprobleem dat ze oplost. Vibecoden verleidt tot beginnen bij wat er *kan* ("laat ik eens een quiz-app maken"); BOUW draait dat om naar wat er *moet* ("mijn leerlingen halen begrip en toepassing door elkaar — wat voor oefening dwingt het onderscheid af?"). De bedoeling bepaalt alles wat volgt: welke leerhandelingen centraal staan, welke trede van de ladder nodig is, en waaraan je achteraf afmeet of de omgeving geslaagd is.

Kernthema's

- *Het leerprobleem eerst.* Welk concreet leerdoel, welke doelgroep, welk struikelpunt? Een omgeving die "alles" wil, wordt niets; de kracht van zelfbouw is juist precisie.
- *De leerhandeling als ontwerpanker.* Formuleer de bedoeling als handeling van de leerling ("de leerling haalt op, past toe in nieuwe contexten, legt uit in eigen woorden"), niet als functie van de app ("de app biedt uitleg en vragen").
- *Succescriterium: zelfstandigheid.* Een leeromgeving is geslaagd als leerlingen er iets kunnen ná dat ze er niet konden vóór — en uiteindelijk zonder de omgeving. Gebruiksduur, tevredenheid en aantallen sessies zijn geen bewijs van leren.
- *Waarom een app?* Soms is het eerlijke antwoord op een leerprobleem: een werkvorm, een gesprek, een stapel kaartjes. De app moet iets toevoegen wat zonder app niet kan. Bouwen omdat het kan is prima voor jezelf, maar geen reden om het je leerlingen voor te zetten.

De drie vragen die elke bouwbeslissing toetsen

1. **Welke leerhandeling lokt dit uit — en staat die handeling bekend als effectief?** (Ophalen, spreiden, uitleggen, construeren, toepassen: ja. Herlezen, kijken, ontvangen: nee.)
2. **Wat kan de leerling hierna zonder de omgeving?** (Groeï naar zelfstandigheid is het doel; afhankelijkheid is het risico.)
3. **Waarom is hiervoor een app nodig?** (Wat kan de omgeving dat een werkblad, een boek of de les zelf niet kan?)

Wie deze drie vragen bij elke feature opnieuw stelt, bouwt vanzelf een gedragsmachine in plaats van een uitlegmachine.

Indicatoren

Vragen die je jezelf stelt	Wat een sterke omgeving laat zien
Kan ik het leerprobleem in één zin uitleggen?	Eén heldere kernfunctie, geen featureverzameling
Is mijn succescriterium een leerresultaat?	Voortgang gekoppeld aan bewezen kunnen, niet aan activiteit
Weet ik welke leerhandeling centraal staat?	De leerling produceert meer dan hij consumeert
Heb ik overwogen of een app wel het antwoord is?	De omgeving doet iets wat analoog niet kan

Verbinding met onderzoek

B operationaliseert Delegation op het hoogste niveau (wat besteed je nooit uit: de bedoeling) en rust op de leerwetenschappelijke kern uit 2.2: leerwinst volgt uit leerhandelingen (Chi & Wylie, 2014; Dunlosky et al., 2013; Koedinger et al., 2015).

O — Ontwerp

Kerngedachte

Het ontwerp vertaalt de bedoeling naar de inrichting van de omgeving: wat de leerling ziet, doet en níét kan. Hier komt de ontwerp kennis uit een halve eeuw onderwijs onderzoek samen — en het mooie van vibecoden is dat je die kennis letterlijk als eis kunt meegeven aan je bouw-AI. "Hard-code de multimediaprincipes" is een geldige bouw instructie.

Kernthema's

- *Ontwerp de leerhandeling, dwing haar waar nodig af.* De effectiefste omgevingen maken de gewenste handeling de makkelijkste of zelfs de enige route: eerst zelf antwoorden, dan pas de uitleg; eerst zelf schetsen, dan pas het diagram; eerst een eigen poging, dan pas een hint. Wat vrijblijvend is, wordt overgeslagen — juist door de leerlingen die het het hardst nodig hebben.
- *Frictie hoort erbij.* Behoud de moeilijkheid die het leren draagt (ophalen zonder bron, gespreide herhaling, gemengde oefening) en breng haar met warmte: hoge verwachtingen, oordeelloze herkansing, eerlijke uitleg waarom oefenen zwaar mag voelen (Bjork & Bjork, 2011).
- *Scaffolding die afbouwt.* Begin nieuw materiaal met voordoen en uitgewerkte voorbeelden; laat de ondersteuning zichtbaar afnemen naarmate de leerling groeit (Rosenshine, 2012; Kalyuga, 2007).
- *Sober en gericht.* Eén taak per scherm, labels in de figuur, leerling-getempode stappen, geen decoratie, geen punten-voor-snelheid, geen ranglijsten (Mayer, 2021; Sundararajan & Adesope, 2020; Hanus & Fox, 2015). Alles wat de aandacht trekt zonder het leren te dienen, gaat eruit.
- *Feedback die verder helpt.* Nooit kaal goed/fout: altijd een verklaring of wedervraag die een nieuwe denkstap uitlokt (William, 2011). Fouten zijn informatie — laat de omgeving dat ook uitstralen.
- *Toegankelijk vanaf dag één.* Neem UDL-principes (CAST, 2024) op in de bouwopdracht: begrijpelijke taal, bedienbaar zonder muis, ondersteunend voor wie meer moeite heeft.
- *Een bewuste niet-doen-lijst.* Sterke omgevingen worden mede gedefinieerd door wat ze weigeren: geen samenvat-knop die het verwerken overslaat, geen "markeer als gekend" zonder bewijs, geen voortgang op kijktijd, geen leerstijlen-intake (Kirschner & Van Merriënboer, 2013). En leg elke weigering uit ín de omgeving — de uitleg is zelf een leermoment.

Indicatoren

Vragen die je jezelf stelt	Wat een sterke omgeving laat zien
Wat is op elk scherm de éne handeling?	Eén taak per scherm, geen zijpaden tijdens het werken
Waar komt de leerling zonder eigen poging niet langs?	Hulp en antwoorden pas ná een eigen stap
Hoe bouwt de ondersteuning af?	Zichtbare afname van steun bij groei
Wat heb ik bewust wéggelaten?	Een uitgelegde niet-doen-lijst

Verbinding met onderzoek

O bundelt de ontwerpvaardigheden uit 2.3 (Merrill; 4C-ID; Rosenshine; CLT; multimediaprincipes; UDL) met de motivationele basis uit 2.4 (SDT; formatief handelen).

U — Uitvoering

Kerngedachte

Vibecoden is een werkwijze, en de docent is daarin opdrachtgever en regisseur. De kwaliteit van wat er ontstaat, wordt bepaald door de kwaliteit van de opdracht (Description) en de kwaliteit van de controle (Discernment). Je hoeft de code niet te kunnen lezen, maar je moet wél weten wat je wilt zien voordat je het vertrouwt.

Kernthema's

- *Visie vóór code.* Schrijf eerst in gewone taal op wat de omgeving moet doen, voor wie, en welke ontwerpisen gelden (de uitkomsten van B en O). Laat de AI desnoods eerst meedenken over die visie voordat er iets gebouwd wordt. Een middag denken bespaart een week verbouwen.
- *Bouw klein en testbaar.* Werk in stappen die je telkens zelf kunt uitproberen: eerst de kern-leerhandeling werkend, dan pas uitbreiden. Elke stap eindigt met iets dat een echte leerling zou kunnen gebruiken.
- *Eis bewijzen, geen beweringen.* Vraag de AI om te láten zien dat de omgeving doet wat is afgesproken: "toon mij dat de leerling de uitleg niet kan openen vóór een eigen poging", "laat zien wat er gebeurt bij een leeg antwoord, een absurd lang antwoord, een tweede apparaat". Laat de AI ook zichzelf tegenspreken: "wat is er mis met wat je zojuist bouwde?" levert vaak echte gebreken op.
- *Test als je lastigste leerling.* Probeer de omgeving te slim af te zijn: antwoorden ontfutselen, stappen overslaan, onzin invoeren. Wat jij in vijf minuten vindt, vinden dertig leerlingen in één les.
- *Itereer met echte gebruikers.* Laat twee of drie leerlingen de omgeving gebruiken vóór de hele klas; kijk mee waar ze blijven haken en wat ze omzeilen. De eerste versie is nooit af — en dat hoeft ook niet.
- *Blijf eigenaar van de beslissingen.* De AI stelt voor, bouwt en repareert; de docent beslist wat erin komt en wat eruit gaat. Elke feature langs de drie vragen van B.

Indicatoren

Vragen die je jezelf stelt	Wat een sterk bouwproces laat zien
Stond mijn bedoeling op papier vóór de eerste prompt?	Een korte visie/eisenlijst als startdocument
Kan ik elke stap zelf uitproberen?	Kleine, werkende tussenversies
Welk bewijs heb ik gezien (niet: gehoord)?	Gedemonstreerd gedrag bij normaal én raar gebruik
Wie heeft dit getest behalve ik?	Een miniproef met echte leerlingen vóór de uitrol

Verbinding met onderzoek

U is Description en Discernment (Dakan & Feller, 2025) op bouwniveau, en sluit aan bij wat over ontwerponderzoek in onderwijs bekend is: itereren met gebruikers in kleine cycli verslaat groots-en-in-één-keer.

W — Waarborgen

Kerngedachte

Wie bouwt voor leerlingen, maakt een leermiddel — en leermiddelen verdienen professionele zorg. De W maakt die zorg concreet en, belangrijker, *proportioneel*: op de laagste trede van de ladder is dit onderdeel een korte checklist, op de hoogste een serieus hoofdstuk. De W is er niet om het bouwen af te remmen, maar om het vertrouwen waar te maken dat leerlingen en collega's in jouw omgeving stellen.

Kernthema's

- *Dataminimalisatie als ontwerphouding*. De beste privacybescherming is data die niet bestaat. Vraag alleen wat het leren dient, bewaar diagnose in plaats van gesprekken, en kies waar mogelijk voor opslag op het apparaat van de leerling zelf (zie trede 1). Wat je wél centraal opslaat van leerlingen valt onder de AVG — dan horen afspraken met de school erbij.
- *Grenzen in de omgeving, niet in beloften*. Alles wat er echt toe doet — wie welke gegevens ziet, wat de AI wel en niet mag, waar voortgang op gebaseerd is — hoort technisch vast te liggen, niet als vriendelijke instructie. Een instructie aan een chatbot is een verzoek; een grens in de omgeving is een garantie.
- *Transparant naar leerlingen en collega's*. Leerlingen weten dat ze met een zelfgebouwde omgeving werken, wat die bewaart en waarom hij soms weigert. Diezelfde openheid geldt richting team en schoolleiding.
- *Kosten en houdbaarheid*. AI-gebruik kost geld per gesprek: zet een plafond. Modellen en tools veranderen: noteer waarop je omgeving draait en reken op onderhoud. En stel de eerlijke vraag: wat gebeurt er met deze omgeving (en haar data) als jij er volgend jaar niet meer naar omkijkt?
- *De docent blijft in de lus*. De omgeving voedt het onderwijs in plaats van het te vervangen: signalen over waar leerlingen vastlopen horen bij de docent te landen, niet in een dashboard dat niemand bekijkt. En de eindverantwoordelijkheid voor wat de omgeving doet, zegt en bewaart ligt bij de maker — precies zoals bij elk ander leermiddel dat je de klas in brengt.

De ondergrens

BOUW is een denkraam, geen keurmerk. Maar één grens is niet onderhandelbaar: een omgeving die persoonsgegevens van leerlingen centraal verwerkt zonder dat de school dat weet en zonder passende beveiliging, hoort niet voor een klas. Twijfel je op trede 2 of 3? Betrek de privacy-verantwoordelijke van je school — of zak bewust een trede.

Indicatoren

Vragen die je jezelf stelt	Wat een sterke omgeving laat zien
Welke gegevens verzamel ik — en welke dus niet?	Aantoonbare dataminimalisatie
Wat ligt technisch vast in plaats van beloofd?	Gedemonstreerde grenzen (zie U: bewijzen)
Weten leerlingen en school waar ze mee werken?	Korte, eerlijke uitleg in en om de omgeving
Wat kost dit per maand en wie onderhoudt het?	Kostenplafond en een houdbaarheidsplan

Verbinding met onderzoek

W is Diligence op productniveau en sluit aan bij het pleidooi van Kennisnet (*Waarden wegen*) om digitalisering vanuit onderwijswaarden te sturen, bij digital agency (Saab, 2025) — de maker als bewuste vormgever in plaats van meegestuurde gebruiker — en bij de wettelijke kaders (AVG; EU AI Act).

4. De ladder: drie treden van vibecoden

Vibecoden gebeurt op drie herkenbare niveaus. De ladder is zowel technisch (elke trede is moeilijker te bouwen en te beheren) als didactisch (elke trede ontsluit leerhandelingen die eronder niet kunnen). De treden zijn geen rapportcijfers: **de beste omgeving is de laagste trede die de bedoeling waarmaakt**. Veel waardevolle leermiddelen zijn en blijven trede-1-apps.

Trede 1 — De platte app

Wat het is. Een app zonder centrale opslag: alles gebeurt in de browser van de leerling. Denk aan een oefenset met directe feedback, een simulatie met schuifjes, een stappenplan, een flashcard-trainer, een teken- of sorteeroefening.

Didactische kracht. Groter dan vaak gedacht. Retrieval practice, worked examples, oefening met feedback, predict-observe-explain-simulaties: het kan allemaal op trede 1. En belangrijk: **ook geheugen kan** — met lokale opslag (in de browser van het apparaat) onthoudt de app voortgang, plant ze gespreide herhaling en bouwt ze een reeks op. Spaced repetition is dus géén reden om meteen naar trede 2 te klimmen. De beperkingen zijn er ook: de voortgang leeft op één apparaat (ander apparaat of gewiste browser = opnieuw beginnen), de docent kijkt niet mee, en alle vragen en routes zijn vooraf bedacht — open antwoorden begrijpt de app niet.

Wanneer kies je deze trede? Voor een afgebakend leerdoel, één oefencontext, gebruik in de les of als huiswerk-op-hetzelfde-apparaat. En als instaptrede: hier leer je bouwen zonder dat er iets op het spel staat.

BOUW op deze trede. B en O volledig van kracht (juist hier: de verleiding van de uitlegmachine is op trede 1 het grootst). U licht. W minimaal — er verlaat geen leerlingdata het apparaat, dus privacy is vrijwel geen thema; vermeld hooguit dat voortgang lokaal staat.

Trede 2 — De app met database

Wat het is. De omgeving krijgt centrale opslag: gegevens bestaan buiten het apparaat, per leerling.

Didactische kracht. Dit is de sprong van een oefening naar een léértraject. Voortgang overleeft apparaten en weken; spaced repetition wordt een agenda over maanden in plaats van een sessie; er ontstaat een leerlingmodel (wat beheerst deze leerling, waar hapert het) dat elke volgende oefening slimmer maakt; en de docent kan meekijken op het niveau dat ertoe doet — patronen en struikelpunten, geen surveillance. Successive relearning (Rawson & Dunlosky, 2011), mastery-criteria over meerdere dagen en klassikaal gebruik met een klascode worden hier pas echt mogelijk.

Wanneer kies je deze trede? Zodra de bedoeling om duurzaamheid vraagt: leren over weken, meerdere apparaten, meerdere leerlingen, zicht voor de docent. Niet eerder — een database die je niet nodig hebt, brengt alleen verantwoordelijkheid met zich mee.

BOUW op deze trede. B en O onverminderd; U wordt serieuzer (test met meerdere accounts: ziet leerling B echt niets van leerling A?); W wordt verplicht: nu is er leerlingdata, dus dataminimalisatie, afspraken met school, toegangsscheiding en een houdbaarheidsplan.

Trede 3 — De app met AI-in-de-omgeving

Wat het is. De omgeving zelf gebruikt AI terwijl de leerling werkt: een chatbot, een beoordelaar van open antwoorden, een dialoogpartner — meestal bovenop een database (de combinatie van trede 2 en 3), maar een platte app met chatbot kan ook.

Didactische kracht. Hier ontsluit je wat zonder AI onbereikbaar is (zie 2.4): open antwoorden in eigen woorden, semantisch beoordeeld; dialoog als leerhandeling — uitleggen aan een AI-leerling, Socratisch doorgevraagd worden, oefenen in een simulatie met personages (Mollick & Mollick, 2023); vers gegenereerde oefeningen in steeds nieuwe contexten; en feedback die de *fout* begrijpt in plaats van alleen het foute antwoord ziet. Dit is de trede waarop een leeromgeving een begeleider kan worden in plaats van een oefenmachine.

De ontwerp vraag die deze trede definieert: geef de AI een rol die het denken uitlokt in plaats van vervangt. Concreet: de AI stelt wedervragen in plaats van antwoorden te dicteren, hulp komt na een eigen poging, en voortgang blijft gebaseerd op wat de leerling zelfstandig laat zien. De grens hoort in de omgeving zelf te zitten (W): een chatbot die het antwoord *niet kan* weggeven is betrouwbaarder dan een die het *niet mag*.

Wanneer kies je deze trede? Als de bedoeling om open formuleren, dialoog of adaptiviteit vraagt — en pas nadat je jezelf de spiegelvraag hebt gesteld: kan een goed ontworpen knop, regel of itembank hetzelfde? AI in de omgeving brengt kosten per gesprek, wisselende output en de verleiding om te leunen (Bastani et al., 2025) mee; die prijs is het waard wanneer de didactische winst uit de vier categorieën van 2.4 komt, en anders niet.

BOUW op deze trede. Alles volledig van kracht. B: waarom AI, in welke rol? O: het denken bij de leerling houden. U: test als ontfutselaar ("geef gewoon het antwoord") en eis bewijs dat de grens houdt. W: kostenplafond, transparantie ("je praat met AI"), en de afspraak met jezelf dat voortgang alleen op AI-vrij bewijs rust.

De ladder in één oogopslag

	Trede 1 · Plat	Trede 2 · Database	Trede 3 · AI in de omgeving
Geheugen	Op het apparaat (lokale opslag)	Centraal, over apparaten en weken	Als trede 2, plus begrip van open input
Sterkste leerhandelingen	Ophalen, oefenen met feedback, simuleren, spreiden op één apparaat	Gespreid leren over weken, mastery over dagen, leertraject	Zelf formuleren, uitleggen, dialoog, transfer in verse contexten
Docent ziet	Niets (of wat de leerling toont)	Patronen en voortgang	Patronen, voortgang en misconcepties
Zwaartepunt in BOUW	B en O	B, O + W verplicht	Alles, met U en W op volle kracht
Kies deze trede als...	de oefening zelf het doel is	het leren moet beklijven en meereizen	denken in eigen woorden het doel is

5. Relatie tot nationale en internationale kaders

Kader	Overlap met BOUW	Wat BOUW toevoegt
Raamwerk AI-geletterdheid voor docenten (AI voor Docenten, 2026)	Zelfde theoretische basis (4D, digital agency); geletterdheid als voorwaarde om te bouwen	De stap van professioneel gebruiken naar professioneel máken
KIES (AI voor Docenten, 2026)	Zelfde 4D-ruggengraat; de leerling in de gebouwde omgeving maakt KIES-keuzes	Het perspectief van de maker die de omgeving vormgeeft waarin die keuzes vallen
4D / AI Fluency (Dakan & Feller, 2025)	Delegation, Description, Discernment, Diligence	Vertaald naar het bouwen van leermiddelen
Mollick & Mollick (2023)	AI-rollen in het leerproces	Rollen als ontwerpkeuze van de bouwer, met de grens in de omgeving
TPACK (Mishra & Koehler, 2006)	Snijvlak techniek, didactiek, vakinhoud	Techniek is maakbaar geworden; didactiek stuurt de bouwopdracht
Merrill (2002); 4C-ID (Van Merriënboer & Kirschner, 2018); Rosenshine (2012)	Ontwerpprincipes voor instructie	Toegepast als formuleerbare eisen aan een bouw-AI
Mayer (2021); Clark & Mayer (2023); Noetel et al. (2022)	Multimedia- en e-learningontwerp	Hard-coden van principes in plaats van richtlijnen achteraf
UDL (CAST, 2024)	Toegankelijk ontwerp	Toegankelijkheid als bouwstructuur vanaf dag één
iXperium docentcompetenties onderwijs met ict	(Her)ontwerpen van technologierijk onderwijs als docentcompetentie	Geactualiseerd voor het tijdperk waarin de docent zelf bouwt
Kennisnet — Waarden wegen / Ethiekkompas	Digitalisering sturen vanuit onderwijswaarden	Concrete vertaling naar het maakproces van één docent
AI-GO (Npuls, 2025); UNESCO (2024); US DoL (2026)	AI-geletterdheid als fundament	Productperspectief: niet wat je weet, maar wat je maakt
EU AI Act; AVG	Wettelijke kaders	Proportionele vertaling per trede van de ladder
SLO-kerndoelen digitale geletterdheid	AI en digitale geletterdheid aan de leerlingkant	De omgeving als plek waar die geletterdheid geoefend wordt

6. Jaarlijkse actualisering

BOUW is een levend document dat jaarlijks wordt geactualiseerd. Die actualisering betreft nieuwe inzichten uit onderzoek naar leren met en bouwen van digitale leeromgevingen, ontwikkelingen in het vibecode-landschap die de ladder of de onderdelen raken, ervaringen van docenten die met BOUW bouwen, en wijzigingen in wet- en regelgeving. Eén element verdient aparte vermelding: ook elke gebóúwde omgeving veroudert. Wie met BOUW werkt, plant daarom niet alleen de bouw maar ook het jaarlijkse onderhoudsmoment. Vragen, suggesties en feedback zijn welkom via marcel@aivoordocenten.nl. Iedereen die met BOUW werkt is meeontwikkelaar.

Literatuur en 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.
- Bastani, H., et al. (2025). Generative AI can harm learning. *PNAS*.
- Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. In *Psychology and the real world*. Worth.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7–74.
- Broadbent, J., & Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education. *The Internet and Higher Education*, 27, 1–13.
- Carpenter, S. K., Wilford, M. M., Kornell, N., & Mullaney, K. M. (2013). Appearances can be deceiving: Instructor fluency increases perceptions of learning without increasing actual learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 1350–1356.
- CAST (2024). *Universal Design for Learning Guidelines 3.0*. CAST.
- 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.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2023). *e-Learning and the science of instruction* (5e druk). Wiley.
- Dakan, R., & Feller, J. (2025). *AI Fluency Framework*. Anthropic.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning. *PNAS*, 116(39), 19251–19257.
- 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.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2015). *Learning as a generative activity*. Cambridge University Press.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28, 717–741.
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom. *Computers & Education*, 80, 152–161.
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19, 509–539.
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331, 772–775.
- Kennisnet (2021). *Waarden wegen. Een ethisch perspectief op digitalisering in het onderwijs* (incl. Ethiekkompas). Kennisnet.
- Kirschner, P. A., & Van Merriënboer, J. J. G. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169–183.
- Kizilcec, R. F., Reich, J., et al. (2020). Scaling up behavioral science interventions in online education. *PNAS*, 117(26), 14900–14905.

- Koedinger, K. R., Kim, J., Jia, J. Z., McLaughlin, E. A., & Bier, N. L. (2015). Learning is not a spectator sport: Doing is better than watching for learning from a MOOC. *Proceedings of Learning@Scale*.
- Mayer, R. E. (red.) (2021). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (3e druk). Cambridge University Press.
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43–59.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Molenaar, I. (2022). Towards hybrid human-AI learning technologies. *European Journal of Education*, 57(4), 632–645.
- Mollick, E., & Mollick, L. (2023). Assigning AI: Seven approaches for students, with prompts. *SSRN / arXiv:2306.10052*.
- Noetel, M., et al. (2022). Multimedia design for learning: An overview of reviews. *Review of Educational Research*, 92(3).
- Npuls (2025). *AI-GO: AI-Geletterdheid Onderwijs Raamwerk*. Npuls / Nationaal Groeifonds.
- Rawson, K. A., & Dunlosky, J. (2011). Optimizing schedules of retrieval practice for durable and efficient learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(3), 283–302.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255.
- Rosenshine, B. (2012). Principles of instruction: Research-based strategies that all teachers should know. *American Educator*, 36(1), 12–19.
- Saab, N. (2025). *Digital agency in onderwijs en samenleving* (oratie). Universiteit Leiden.
- Schroeder, N. L., Nesbit, J. C., Anguiano, C. J., & Adesope, O. O. (2018). Studying and constructing concept maps: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30, 431–455.
- SLO (2025). *Kerndoelen digitale geletterdheid*. SLO, Amersfoort.
- Sundararajan, N., & Adesope, O. (2020). Keep it coherent: A meta-analysis of the seductive details effect. *Educational Psychology Review*, 32, 707–734.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31, 261–292.
- Uerz, D., et al. (iXperium/Centre of Expertise Leren met ict). *Raamwerk docentcompetenties onderwijs met ict*.
- UNESCO (2024). *AI Competency Framework for Teachers / AI Competency Framework for Students*. UNESCO Publishing.
- US Department of Labor (2026). *AI Literacy Framework for Education and Workforce*.
- Van Merriënboer, J. J. G., & Kirschner, P. A. (2018). *Ten steps to complex learning* (3e druk). Routledge.
- William, D. (2011). *Embedded formative assessment*. Solution Tree Press.
- AI voor Docenten · aivoordocenten.nl · marcel@aivoordocenten.nl
 Marcel Mutsaarts · AI voor Docenten · 2026