

WIJZE LESSEN

Digitale didactiek



Wouter Buelens • Mitte Schroeven
Tim Surma • Kristel Vanhoywegen • Paul A. Kirschner



ten brink uitgevers

WIJZE LESSEN

Digitale didactiek

Wouter Buelens • Mitte Schroeven • Tim Surma
Kristel Vanhoywegen • Paul A. Kirschner



Colofon

Wijze lessen. Digitale didactiek

Auteurs: Wouter Buelens, Mitte Schroeven, Tim Surma,
Kristel Vanhoyweghen, Paul A. Kirschner

Eindredactie: Ankie Lok

Uitgever Ten Brink Uitgevers, Meppel
Grote Voort 247
8041 B Zwolle
085 - 273 63 67 info@tenbrinkuitgevers.nl

Vormgeving Uitgeverij Ten Brink

Drukwerk Veldhuis Media

ISBN/EAN 9789077866825

NUR 840

Eerste druk mei 2024

© Ten Brink Uitgevers 2024

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt,
op welke wijze dan ook, zonder vooraf schriftelijke toestemming van de
uitgever die alleen na overleg met de auteurs verstrekt kan worden.

Bij dit boek hoort een online dossier op www.wijzelessen.nu, waar de meeste
kernartikelen plus doorleessuggesties te vinden zijn.

Dit boek is met grote nauwkeurigheid samengesteld. De uitgever kan niet
verantwoordelijk worden gesteld voor eventuele onjuistheden.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	5
LEESWIJZER	8
DE DIGITALE (R)EVOLUTIE IN HET ONDERWIJS	20
De uitgebleven digitale transformatie	25
Basis voor een duurzame en ambitieuze evolutie	32
De rol van de leraar in de recente technologische (r)evolutie	33
INZICHTEN UIT DE WETENSCHAP	47
Onze wetenschappelijke basis	47
De menselijke cognitieve architectuur	52
De zes inzichten van <i>Wijze lessen. Digitale didactiek</i>	54
1. De didactiek bepaalt de tool, niet omgekeerd	54
2. Leerlingen leren niet anders in het digitale tijdperk	58
3. Afleiding staat leren in de weg	62
4. EdTech kán cognitief actief leren bevorderen	67
5. Lezen (en leren) van een scherm is anders dan van papier	71
6. Geschreven (digitale) aantekeningen kunnen leren bevorderen	76
Tot slot	79
Bronnen	80
TWAALF BOUWSTENEN VOOR EFFECTIEVE DIGITALE DIDACTIEK	89
1. Activeer relevante voorkennis	92
2. Geef duidelijke, gestructureerde en uitdagende instructie	100
3. Gebruik voorbeelden	111
4. Combineer woord en beeld	121
5. Laat leerstof actief verwerken	138
6. Achterhaal of de hele klas het begrepen heeft	151
7. Ondersteun bij moeilijke opdrachten	161
8. Spreid oefening met leerstof in de tijd	170
9. Zorg voor afwisseling in oefentypen	178
10. Gebruik toetsing als leer- en oefenstrategie	187
11. Geef feedback die leerlingen aan het denken zet	196
12. Leer je leerlingen effectief leren	209
SLOTBESCHOUWING	222
WOORDENLIJST	226
OVER DE AUTEURS	232

VOORWOORD

Al meer dan een eeuw horen we dat technologie het onderwijs ingrijpend zal veranderen. Al te vaak echter blijken nieuwe onderwijs technologieën slechts voorbijgaande trends en tijdsverspilling te zijn, die leerlingen en leraren niet echt helpen. Om daadwerkelijk de mogelijkheden van onderwijs technologie te kunnen benutten, is een stevige wetenschappelijke basis nodig – en dat is precies wat dit boek biedt.

Een veelvoorkomende valkuil bij toepassingen van onderwijs technologie is dat het uitgangspunt vaak de technologie zelf is, in plaats van het probleem dat ze proberen op te lossen. Bijna elke nieuwe trend op het vlak van informatietechnologie uit de 20^e en 21^e eeuw werd aangepronzen als de toekomst van het onderwijs. Denk aan de televisie, het internet, de laptop, de mobiele telefoon, het interactieve whiteboard, en nu ook virtuele realiteit en kunstmatige intelligentie.

Zoals dit boek aantont, is deze aanpak de omgekeerde wereld. We starten beter van de doelen die we nastreven. En wanneer we het doel en de obstakels die het in de weg staan helder hebben, kunnen we vervolgens bepalen met welke technologie we dat doel kunnen bereiken. Anders krijg je oplossingen die alleen maar meer problemen opleveren. Of, zoals dit boek stelt: als we EdTech in ons onderwijs willen gebruiken, moeten we doelgericht (en niet toolgericht) werken. Het leren van de leerlingen staat altijd voorop.

Dit geldt zeker nu scholen haast overspoeld worden door digitale trends. Bij nieuwe technologie is het verleidelijk om onze armen in de lucht te gooien en aan te nemen dat we niet genoeg weten over de technologie om een beslissing te nemen. Of dat leerlingen vast beter snappen hoe de technologie werkt dan hun leraren. Ook vinden we het soms al te vanzelfsprekend dat nieuwe technologie een vorm van vooruitgang is.

Dit boek toont dat deze manier van denken ongegrond is. Juist in het licht van nieuwe technologieën moeten we vasthouden aan de doelen en waarden die we belangrijk vinden. Fundamenteel onderzoek naar hoe het menselijk brein werkt is daarbij nog steeds zeer relevant, zelfs voor de nieuwste en meest geavanceerde technologieën. Het is aangewezen deze beide uitgangspunten te combineren: we kunnen het onderwijs versterken door wetenschappelijke inzichten over hoe mensen leren als basis te gebruiken wanneer we nieuwe technologieën inzetten in functie van onze doelen.

Smartphones zijn een goed voorbeeld van wat er gebeurt als we deze principes negeren. In veel landen hebben scholen gekozen voor een laissez-faire-benadering.

Maar wat dit boek ons laat zien is dat we ons bewust moeten zijn van wat smartphones met de aandacht van leerlingen doen en wat het negatieve gevolg daarvan is op leren. Aandacht is een kostbaar en beperkt goed, en een voorwaarde voor leren. We kunnen alleen iets leren als we er aandacht aan besteden. Smartphones maken deel uit van een internetecosysteem dat drijft op winst op basis van aandacht. De slimste, rijkste en machtigste bedrijven ter wereld ontwerpen apps om onze aandacht op te eisen. Het is aangewezen om daar rekening mee te houden als we de vraag beantwoorden of smartphones het leren kunnen helpen of belemmeren.

Een ander belangrijk vraagstuk gaat over studeren van een scherm of op papier. Ook hierbij is het verleidelijk om aan te nemen dat er geen verschil bestaat tussen het lezen van informatie op een scherm en het lezen op papier. Aangezien schermen vaak praktische voordelen hebben, kan het logisch lijken om daarop over te stappen. Maar ook hier kan wetenschappelijk onderzoek ons meer inzichten geven. Niet ieder medium is even geschikt om iedere vorm van informatie over te brengen. Verschillende media hebben verschillende sterktes en zwaktes. Zoals Neil Postman¹ al in 1985 schreef: filosofische traktaten worden niet verspreid met rooksignalen. Bepaalde media lenen zich nu eenmaal beter om specifieke inhouden over te brengen. Lezen op een scherm gebeurt vaak door te skimmen (diagonaal lezen), scannen en snellezen en dit beïnvloedt de verwerking van complexere inhoud. Deze kennis dringt geleidelijk tot beleid en praktijk door, onder andere doordat precies dezelfde toets op een scherm en op papier kan leiden tot totaal verschillende resultaten.²

Educatieve technologie betekent niet dat wij – of onze leerlingen – geen informatie meer hoeven te onthouden of niet meer kritisch hoeven na te denken. Technologie heeft niet geleid tot het ontstaan van een nieuwe menselijke soort, de zogeheten digital natives, die veel beter dan de generaties voor hen weten om te gaan met digitale toepassingen. Dit is een wijdverspreide mythe die in dit boek wordt behandeld. Jongeren maken zich nieuwe technologieën weliswaar vaak makkelijker eigen en dat is niet zo verwonderlijk; deze technologie is net ontworpen om haast vanzelf deel te gaan uitmaken van onze dagelijkse gewoontes. Maar het feit dat leerlingen zulke nieuwe apps leuk vinden, betekent niet dat ze ook weten hoe ze technologie kunnen gebruiken om te leren.

Met de inzichten van dit boek kunnen we het leerproces van onze leerlingen versterken. Want ook al maakt nieuwe onderwijs technologie haar beloftes lang niet altijd waar, dát ze er is, blijft een feit. De grote belofte van technologie in ieder onderdeel van de samenleving is dat deze op grote schaal bijdraagt aan de kwaliteit van ons bestaan. De wereldwijde vraag naar onderwijs groeit, toch is er enorme ongelijkheid in het aanbod ervan. Als we de implementatie van onderwijs technologie verkeerd aanpakken, zullen bestaande knelpunten

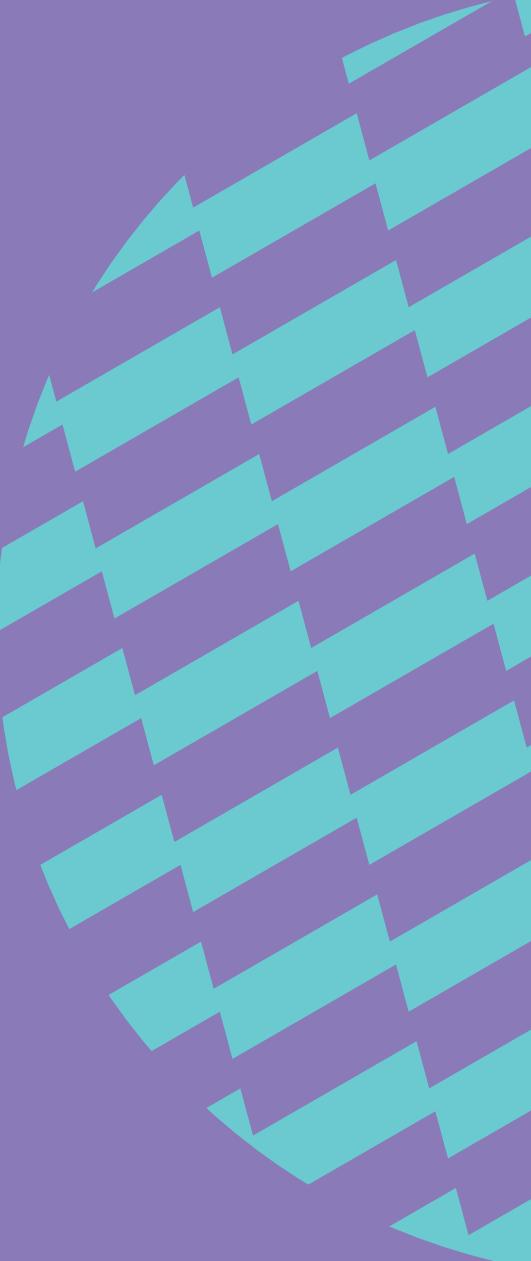
in onze onderwijsystemen alleen maar groter worden. Maar als we onderwijstechnologie op de juiste manier gebruiken, kan ze bijdragen aan gelijkheid en kwaliteit.

Nu scholen worstelen met de nasleep van de coronapandemie en kunstmatige intelligentie zich blijft ontwikkelen, zullen deze kwesties alleen maar urgenter worden – en dit boek alleen maar relevanter.

Daisy Christodoulou, directeur onderwijs bij No More Marking en auteur van *Teachers vs Tech? The case for an ed tech revolution*.

Bronnen

- 1 Postman, N. (2005). *Amusing ourselves to death: Public discourse in the age of show business*. Penguin.
- 2 Jerrim, J. (2016). PISA 2012: How do results for the paper and computer tests compare? *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 23, 495-518. <https://doi.org/10.1080/0969594x.2016.1147420>



Intro:

Leeswijzer





Leeswijzer:

VOOR WIE?	11
WAT KOMT AAN BOD IN DIT BOEK?	12
QR-CODES	15
WAT IS DIT BOEK NIET?	16
DE 12 BOUWSTENEN	18

Leeswijzer

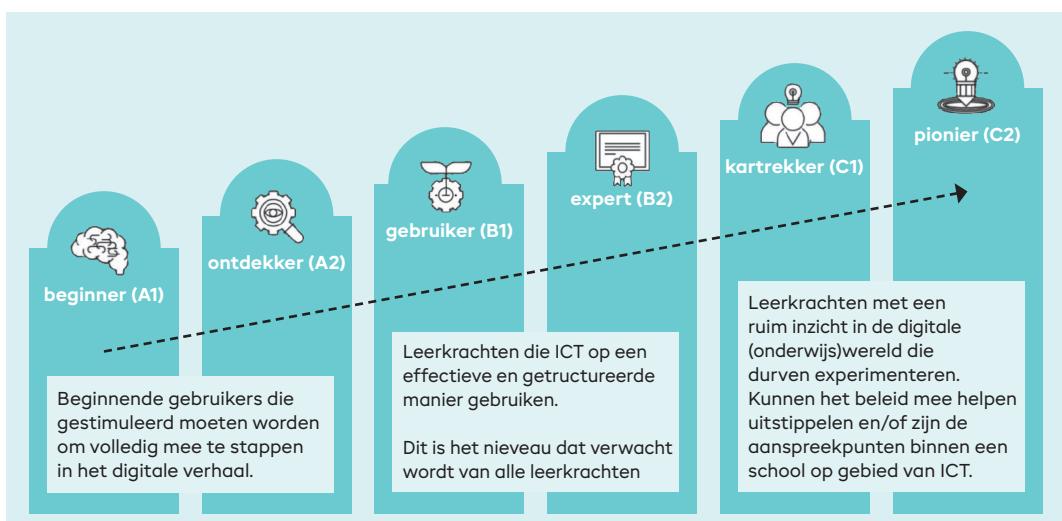
**Om je leven als lezer iets aangenamer te maken,
staan we even stil bij de opbouw van Wijze lessen.
Digitale didactiek. We beschrijven eerst de
doelgroep die we voor ogen hebben, daarna de
inhoud en onderverdeling, maar ook waar het boek
niet over gaat.**

We trachten (Engelstalig) vakjargon in de mate van het mogelijke te vermijden. Een aantal begrippen, principes of effecten komt echter frequent voor in het boek – en in andere onderwijskundige bronnen. Deze termen worden beknopt beschreven in een woordenlijst (zie pagina 226)

Voor wie?

We richten ons vooral tot leraren (in opleiding) en directeurs/schoolleiders uit het primair/basisonderwijs en het secundair/voortgezet onderwijs. De principes en theoretische achtergronden zijn evengoed van toepassing in het hoger onderwijs, en het volwassenenonderwijs. Meer nog, vaak wordt onderwijskundig onderzoek in het algemeen en onderzoek specifiek gericht op de effectiviteit van het inzetten van educatieve technologie (EdTech)¹ net bij studenten in het hoger onderwijs uitgevoerd. Als er aanwijzingen zijn dat de beschreven resultaten met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden op basis van de leeftijd van de leerlingen, zullen we je daar steeds op attenteren.

We hebben ook getracht rekening te houden met verschillen in digitale competenties. Het boek is bedoeld voor leraren die volgens het DigCompEdu-raamwerk onder vaardigheidsniveau ‘Ontdekker’ vallen, maar ook voor leraren die de badge van het niveau ‘Pionier’ mogen opspelden (zie Figuur 1). We trachten daarom steeds digitale toepassingen aan te bieden en handvatten aan te reiken waar lezers met verschillende voorkennis mogelijkheden in zien. Daarnaast is onze voornaamste insteek niet om de lezer technisch vaardig te maken, maar wel om evidence-informed met educatieve technologie aan de slag te gaan en zo de didactiek te versterken.



Figuur 1.
Overzicht van niveaus van ICT-competenties volgens het Europees DigCompEdu-raamwerk. Bron: Kenniscentrum DigiSprong (z.d.). Niveaus van competenties volgens het Europees raamwerk voor digitale competenties van leraren.

Naast de individuele leraar in de klas kunnen ook pedagogisch ICT-coördinatoren, vakgroepverantwoordelijken, teamleiders of andere digitale trekkers die collega's op sleeptouw willen nemen met dit boek aan de slag. We gaan ervan uit dat ook zij in *Wijze lessen. Digitale didactiek* de nodige onderbouwing en diepgang zullen terugvinden om hun volgelingen voor te gaan op het pad van effectieve inzet van EdTech.

Wat komt aan bod in dit boek?

Het boek dat je momenteel met hooggespannen verwachtingen ter hand hebt genomen, is complementair aan *Wijze lessen*. Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek (hierna *Wijze lessen*, zie Figuur 2)².

Wijze lessen beschrijft de meest robuuste en belangrijke wetenschappelijke inzichten op het vlak van leren en instructie. Deze inzichten vormen de kern voor twaalf aanpakken (bouwstenen) waarvan wetenschap en praktijk hebben aangetoond dat ze bijzonder kansrijk zijn voor beter leren en lang onthouden. Vooral de meest kwetsbare leerlingen plukken de vruchten van deze effectieve, door onderzoek geïnformeerde aanpakken. In het zusterboek over digitale didactiek kijken we met een digitale bril naar deze inzichten en bouwstenen. We trachten een antwoord te geven op de vraag: wanneer en hoe kan educatieve technologie bijdragen aan effectieve instructie en leren?

Wijze lessen. Digitale didactiek is opgebouwd uit drie delen:

- **Deel 1: De digitale (r)evolutie in het onderwijs** werpt een historische blik op de vaak met veel poeha aangekondigde digitale innovaties van de afgelopen decennia. Een rode draad is dat van deze innovaties voorspeld werd dat ze de rol van de leraar tot in de kern zouden raken. De tijd heeft echter uitgewezen dat veel revolutionaire voorspellingen een wankele basis hadden en een kort leven beschoren waren. Een duurzame digitale evolutie in de school houdt rekening met het karakter van ons onderwijs en steunt op cruciale inzichten over instructie en menselijk leren.

- **Deel 2: Inzichten uit de wetenschap** beschrijft de twee onderzoeksgebieden waarop we ons baseren in dit boek, namelijk de cognitieve psychologie en mediavergelijkingsstudies (media comparison studies).

Vervolgens beschrijven we zes inzichten over het gebruik van EdTech die gebaseerd zijn op deze onderzoeksgebieden:

INZICHTEN UIT DE WETENSCHAP OVER EDTECH	
De didactiek bepaalt de tool, niet omgekeerd.	We doen er goed aan om digitale toepassingen te kiezen op basis van de didactiek die we inzetten.
Leerlingen leren niet anders in het digitale tijdperk.	De breinen van onze leerlingen zijn de afgelopen decennia niet dusdanig geëvolueerd dat ze nu anders zouden leren. Gebruik van EdTech dat hiermee rekening houdt, kan het leren versterken.
Afleiding staat leren in de weg.	Apps zijn ontwikkeld om aandacht op te eisen. Om te zorgen dat leren niet belemmerd maar juist ondersteund wordt, is doordacht EdTech-gebruik en -beleid nodig.
EdTech kán cognitief actief leren bevorderen.	We willen dat onze leerlingen actief leren, maar niet iedere vorm van activiteit bevordert het leren. EdTech dient cognitieve activiteit te ondersteunen.
Lezen (en leren) van een scherm is anders dan van papier.	Laptops en tablets vinden steeds meer hun weg naar de klas als medium waarvan leerlingen lezen en leren. Huidig onderzoek wijst op de voordelen van papier, maar ook op de kansen en uitdagingen van digitale teksten.
Geschreven (digitale) aantekeningen kunnen leren bevorderen.	Onderzoek naar het effect van het medium op de kwaliteit van aantekeningen die leerlingen maken, geeft wisselende resultaten. De schrijfbeweging lijkt het vormen van een geheugenspoor te versterken.

- **Deel 3: Twaalf bouwstenen voor effectieve digitale didactiek** behandelt de bouwstenen voor effectieve didactiek uit *Wijze lessen* (zie Figuur 3). Hier bespreken we of, wanneer en hoe EdTech de instructie kan versterken. Iedere bouwsteen is opgebouwd uit vier onderdelen:

1. Een korte **samenvatting** van de bouwsteen. We verwijzen daarnaast in een voetnoot steeds rechtsreeks naar het respectievelijke onderdeel in *Wijze lessen*, zodat je een uitgebreide beschrijving van de bouwsteen makkelijk kan raadplegen.
2. In '**Met de bouwsteen aan de slag**' beschrijven we hoe je de principes van iedere bouwsteen concreet kunt maken en hoe EdTech daar een ondersteunende rol in kan spelen. We wijzen op de kansen van digitale toepassingen maar ook op eventuele aandachtspunten bij de inzet van EdTech.
3. Vervolgens staan we stil bij **wat onderzoek ons vertelt**. Relevant wetenschappelijk onderzoek dat verricht werd naar het inzetten van EdTech komt hier aan bod. We trachten ook telkens aan te geven hoe uitgebreid en robuust het beschikbare onderzoek is. Op deze manier kun je je als lezer een beeld vormen van de mate



Figuur 2.
Het boek *Wijze lessen*, waarin twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek beschreven worden.

"Ondersteunende randvoorwaarden zijn essentieel voor een geslaagde implementatie van ICT. In dit boek ligt de focus op het versterken van de didactiek van de leraar in de klas."

waarin digitale toepassingen voor die bouwsteen inzetbaar zijn – of misschien zelfs niet aangewezen.

4. In ‘**Recht uit de klas**’ lees je hoe je digitale toepassingen daadwerkelijk kan gebruiken. De meeste voorbeelden komen specifiek van pas in de klascontext, waar je als leraar EdTech inzet tijdens fysiek contactonderwijs (face to face-instructie). Daarnaast besteden we ook aandacht aan het gebruik van EdTech voor huiswerk, of in een online of blended leeromgeving.

Doorheen het boek werken we met ‘kaderstukken’. Deze zijn verdiepend of illustrerend bij de verschillende wetenschappelijke inzichten of didactische bouwstenen. Dit neemt niet weg dat deze informatie razend interessant is; als je de kaderstukken overslaat, is het alsof je een dame blanche eet zonder een toefje slagroom.

Ten slotte zal je in het boek slechts in beperkte mate aanbevelingen terugvinden die relevant zijn voor schoolbrede EdTech-implementatie. Dit betekent niet dat klasoverschrijdende randvoorwaarden niet belangrijk zijn voor doelmatig en doeltreffend inzetten van EdTech – en bij uitbreiding alle

Figuur 3.

Een overzicht van de twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek.
Zie voor de volledige beschrijving van de bouwstenen pagina 18 en 19.

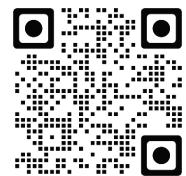
 1	ACTIVEER RELEVANTE VOORKENNIS	 2	GEEF DUIDELIJKE, GESTRUCTUREERDE EN UITDAGENDE INSTRUCTIE	 3	GEBRUIK VOORBEELDEN	 4	COMBINEER WOORD EN BEELD
 5	LAAT LEERSTOF ACTIEF VERWERKEN	 6	ACHTERHAAL OF DE HELE KLAS HET BEGREPEN HEEFT	 7	ONDERSTEUN BIJ MOEILIJKE OPDRACHTEN	 8	SPREID OEFENING MET LEERSTOF IN DE TIJD
ZORG VOOR AFWISSELING IN OEFENTYPES	9	GEBRUIK TOETSING ALS LEER- EN OEFEN-STRATEGIE	10	GEEF FEEDBACK DIE LEERLINGEN AAN HET DENKEN ZET	 11	LEER JE LEERLINGEN EFFECTIEF LEREN	 12

verbeteringen van het onderwijs. Denk maar aan de noodzaak van een visie op onderwijs, het uitwerken van een ICT-beleidsplan binnen die visie en de beschikbaarheid of het ontwikkelen van digitaal leermateriaal. De beschrijving van deze essentiële randvoorwaarden is echter geen hoofddoel van dit boek. Alleen het belang van een visie en van de deskundigheid en professionalisering van de leraar als randvoorwaarden voor een geslaagde integratie van EdTech in de klas komen aan bod.

Overigens: wij willen niet te ver vooruitlopen op wat in dit boek aan bod komt, maar het is beter om (1) dit boek op papier te lezen (kopen of uitprinten) en (2) je mobeltje ergens anders te leggen om niet afgeleid te worden bij het lezen en het maken van met de hand geschreven (digitale) aantekeningen.

QR-codes

De theoretische beschouwingen worden in het boek geïllustreerd met concrete voorbeelden waarbij we een QR-code voorzien hebben. Je kan deze code scannen met je smartphone of tablet en de desbetreffende toepassing in de rol van deelnemer/leerling uittesten. Zo kan je je een beeld vormen van de werking ervan en zie je de mogelijkheden in de context van het respectievelijke wetenschappelijke inzicht of de besproken bouwsteen. We illustreren het gebruik van de QR-codes meteen met een voorbeeld. Dankzij de tool **Thinglink** maakten we een interactieve samenvatting van deze leeswijzer. De voetnoot achter de naam van de toepassing geeft telkens aan of je een inlogcode nodig hebt en welke opties we in de context van het inzicht of de bouwsteen willen benadrukken. Heb je nog geen QR-codescanner? Geen probleem, zowel in de Apple Store als in Google Play vind je meerdere (gratis) toepassingen terug. Je kan vervolgens deze code scannen om de interactieve media te openen, zo ben je helemaal 'QlaaR' voor de rest van het boek.



Scan de QR-code voor de tool **Thinglink**

De digitale toepassingen die we concreet vermelden zijn slechts voorbeelden, voornamelijk gebaseerd op eigen ervaring en met opties die effectieve instructie kunnen ondersteunen. Het is echter niet onze wens of bedoeling een volledig overzicht te schetsen van bestaande toepassingen of bepaalde tools te promoten als betere voorbeelden dan andere. Op dit ogenblik staan er op onze sociale media geen foto's van de auteurs die genieten van decadente snoepjes aangeboden door Big Tech-bedrijven (bij dezen hebben we hen wel een kleine hint gegeven)³.

Daarnaast zijn de digitale toepassingen die als voorbeelden dienen onder een bepaalde bouwsteen vaak ook inzetbaar in de context van andere bouwstenen. Een quiztool kan bijvoorbeeld gebruikt worden om leerlingen actief informatie te laten ophalen uit het geheugen (Bouwsteen 10), maar ook om leermomenten te spreiden (Bouwsteen 8) of relevante voorkennis te activeren (Bouwsteen 1). Indien je dus tijdens het lezen uitroeft: 'Maar die tool kan je toch ook inzetten voor...', heb je waarschijnlijk gelijk. Dit is trouwens niet uitsluitend eigen aan door EdTech ondersteunde didactiek. Ook niet-technologische werkvormen kan je gebruiken voor verschillende didactische principes, zoals ook in het boek *Wijze lessen* beschreven staat.



Wat is dit boek niet?

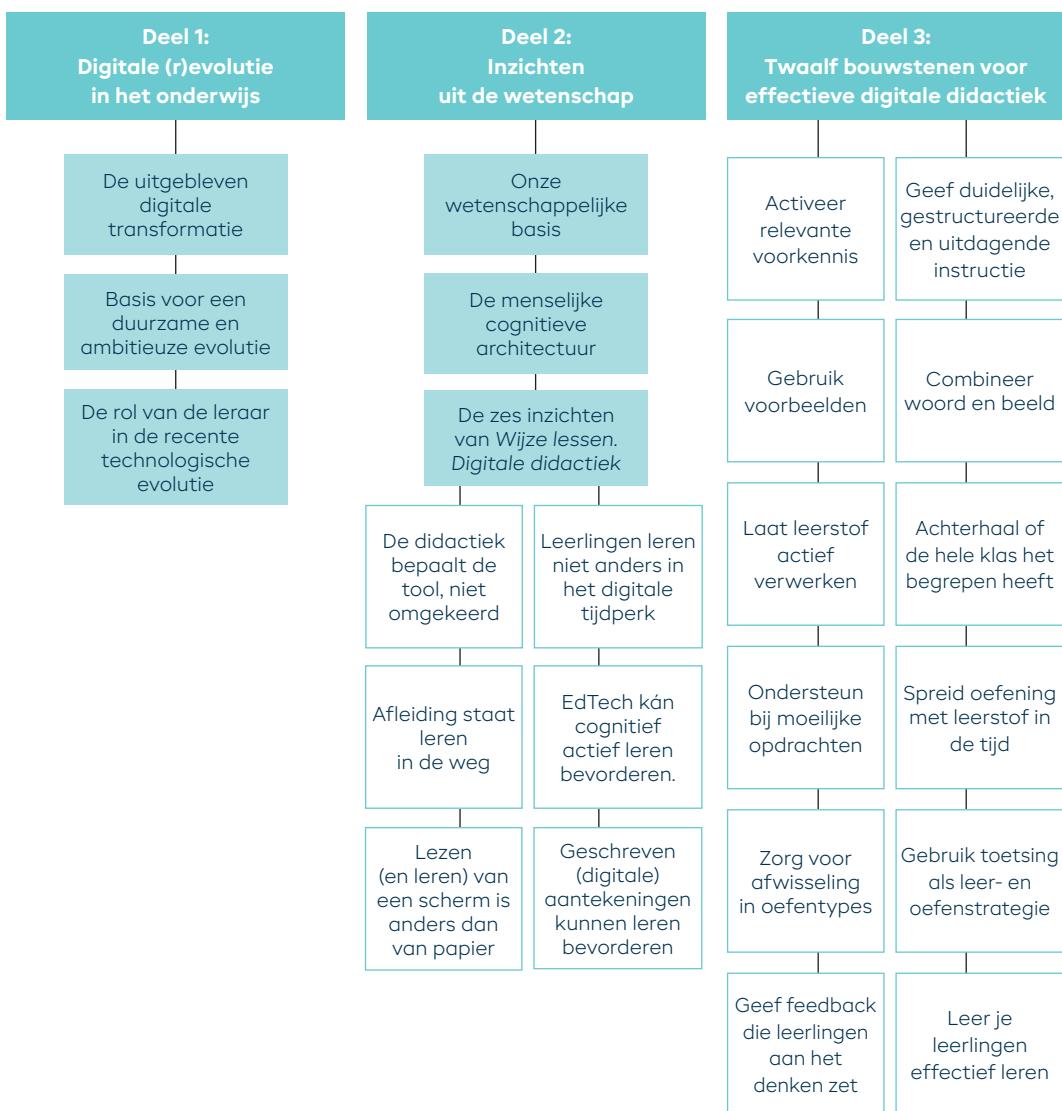
Het is ook van belang erop te wijzen wat dit boek niet is. Het is geen grote EdTech goed-nieuws-show, noch een pleidooi voor of tegen digitale toepassingen in de klas. We trachten een realistisch en nuchter beeld te schetsen, zonder voorbij te gaan aan valkuilen én mogelijkheden. We staan voor EdTech die goed gebruikt wordt en dus effectief, efficiënt en bevredigend onderwijs en lesgeven ondersteunt. Zowel zij die zich tot de believers rekenen als leraren en schoolleiders met een enigszins terughoudende kijk op digitale toepassingen kunnen zo een gerichte afweging maken over de inzet van educatieve technologie in de klas.

Het boek is evenmin een handleiding om met verschillende vormen van EdTech aan de slag te gaan in je les en je technisch wegwijs te maken in het gebruik van specifieke digitale toepassingen. Op het wereldwijde web zijn tal van sites en blogs terug te vinden waar je (Nederlandstalige) handleidingen of instructievideo's kan raadplegen met gedetailleerde stappenplannen.

Dit lijkt ons voldoende als leeswijzer. Hoog tijd to boldly go op het effectieve digitale pad where no (wo)man has gone before.⁴

Noten

- 1 De term die we in dit boek doorgaans hanteren is ‘educatieve technologie’ of EdTech. Om storende herhaling te vermijden wordt de term ‘digitale toepassingen’ of ‘digitale tools’ als synoniem voor EdTech gebruikt.
- 2 Het boek *Wijze lessen. Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek* kun je downloaden op de website van het Expertisecentrum Onderwijs en Leren van de Thomas More hogeschool. Via Ten Brink Uitgevers is het mogelijk om een papieren exemplaar te bestellen
- 3 In het boek ondernemen we soms (on)gelukkige pogingen om grappig te zijn. Aan de lezer om onze veelal gesmaakte humor te onthalen op een glimlach of een bedenkelijke frons.
- 4 Een ietwat vrije adaptatie van de quote van kapitein James T. Kirk in de tv-serie Star Trek.





ACTIVEER RELEVANTE VOORKENNIS

1

Wat je al weet, bepaalt wat en hoe snel je leert. Nieuwe informatie wordt beter onthouden wanneer ze kleeft aan voorkennis.

- Herhaal op een actieve wijze de voorkennis die de leerling nodig heeft om de nieuwe leerstof te begrijpen.
- Bied een kapstok om nieuwe stof te verbinden aan de eerder geleerde stof en richting te geven aan het verdere verloop van je les.



GEEF DUIDELIJKE, GESTRUCTUREERDE EN UITDAGENDE INSTRUCTIE

2

De tijd die gespendeerd is aan duidelijke, gestructureerde en uitdagende instructie is van belang.

- Afgebakende lesfasen en doelen brengen structuur.
- Stel uitdagende doelen waar je veel verwacht van elke leerling.
- Een warm leerclimaat motiveert je leerlingen.



GEBRUIK VOORBEELDEN

3

Op het moment dat leerlingen hun eerste stappen zetten in het verwerven van nieuwe kennis of vaardigheden, is het effectief om te werken met voorbeelden

- Gebruik uitgewerkte voorbeelden die uitleggen hoe een oefening wordt opgelost.
- Demonstreer een nieuwe vaardigheid aan je leerlingen.
- Illustrer de leerstof met concrete voorbeelden.



COMBINEER WOORD EN BEELD

4

Leerlingen slaan informatie die zowel via woorden als beelden wordt gepresenteerd, gemakkelijker op dan wanneer alleen maar woorden worden gebruikt.

- Verrijk woorden met beelden maar zorg niet voor overbelasting.
- Hou rekening met de multimedia-principes in je lessen.



LAAT LEERSTOF ACTIEF VERWERKEN

5

Productieve strategieën verplichten de leerling om leerstof te herkneden tot een nieuw product. Leerlingen onthouden meer door productieve strategieën te gebruiken dan wanneer ze de leerstof pp een meer passieve wijze consumeren.

- Laat leerlingen schema's of mondelinge samenvattingen maken in je les.
- Laat leerlingen leerstof verklaren aan zichzelf of anderen.
- Leer hun de strategieën zelf ook aan.



ACHTERHAAL OF DE HELE KLAS HET BEGREPEN HEEFT

6

Door regelmatig na te gaan of de leerlingen hebben begrepen wat je beoogt met je les, houd je je leerlingen betrokken en blijft de focus liggen opverder leren.

- Stel regelmatig vragen die informatie opleveren over de mate van begrip.
- Staar je niet blind op een bepaalde prestatie van leerlingen op een bepaald moment in je les: leren is langetermijnwerk.

Wanneer leerlingen opdrachten nog niet zelfstandig aan kunnen, is tijdelijke, individuele en aanpasbare steun (scaffolds) van de leraar noodzakelijk.

- Begeleid leerlingen wanneer ze hun eerste stappen in de leerstof zetten.
- Naarmate de leerling bekwamer wordt, vermindert de ondersteuning van de leraar.
- Bied zelfstandige oefenkansen wanneer je de leerlingen daartoe in staat acht.

ONDERSTEUN BIJ MOEILIJKE OPDRACHTEN



7

Voor het onthouden en toepassen van de leerstof is het beter dat de oefeningen verspreid in de tijd over meerdere kortere oefensessies aan bod komen dan dat de leermomenten in één lange oefensessie geconcentreerd zijn.

- Zorg dat basisvaardigheden en -kennis op meerdere momenten in het schooljaar worden geoefend.
- Geef huiswerk waarbij eerder gezien leerstof aan bod komt.
- Start de les met een herhaling van eerdere leerstof.

SPREID OEFENING MET LEERSTOF IN DE TIJD



8

Door te varieren in oefeningentypes en inhouden kunnen leerlingen leren om verschillende oplossingsstrategieën te gebruiken. Daarnaast doet verandering van spijs ook eten.

- Wissel gelijkaardig uitziende oefentypes af.
- Wissel uitgewerkte voorbeelden af met gewone oefeningen en deels-uitgewerkte voorbeelden.
- Zet productieve strategieën afwisselend in.

ZORG VOOR AFWISSELING IN OEFENTYPES



9

Wanneer leerlingen oefenen om actief informatie op te halen uit hun geheugen (retrieval practice), versterkt hun geheugen meer in vergelijking met passieve technieken, zoals herlezen.

- Geef regelmatig oefentoetsjes in de vorm van een quiz bij aanvang of slot van de les.
- Elke opdracht waarbij je leerlingen informatie laat herinneren, is een geslaagd voorbeeld van retrieval practice.

GEBRUIK TOETSING ALS LEER- EN OEFEN-STRATEGIE



10

Feedback geeft informatie over waar leerlingen staan en geeft leerlingen houvast bij het werken en behalen van de leerdoelen. Als de feedback de leerlingen niet aan het denken en in actie zet, is feedback ineffectief en is eerst iets anders nodig.

- Geef feedback die leerlingen aanzet tot 'detective-werk'.
- Directe feedback is belangrijk bij de start van het leerproces.
- Als leerlingen de feedback (nog) niet begrijpen, is extra instructie om de kennis te versterken zinvoller.

GEEF FEEDBACK DIE LEERLINGEN AAN HET DENKEN ZET



11

De bouwstenen kunnen gebruikt worden om lessen effectiever, efficiënter en aangenamer te maken, maar er zijn ook vele handvatten vorhanden die leerlingen helpen hoe zij zelf hun leren op een efficiënte, effectieve en aangename wijze kunnen organiseren.

- Leer leerstrategieën expliciet aan.
- Koppel leerstrategieën telkens aan concrete inhouden. Leerlingen leren leren door iets te leren.

LEER JE LEERLINGEN EFFECTIEF LEREN



12



Deel 1:

De digitale (r)evolutie in het onderwijs



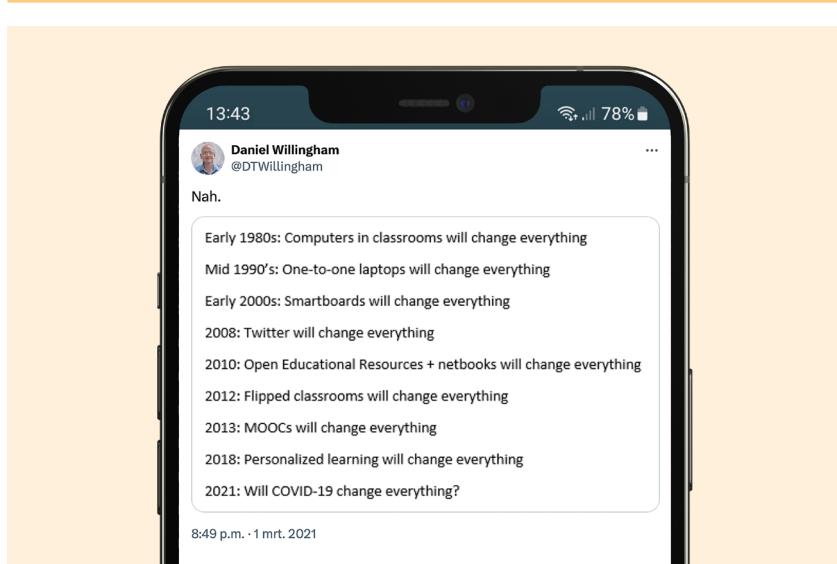


Inhoud:

DE UITGEBLEVEN DIGITALE TRANSFORMATIE	25
BASIS VOOR EEN DUURZAME EN AMBITIEUZE EVOLUTIE	32
DE ROL VAN DE LERAAR IN DE RECENTE TECHNOLOGISCHE (R)EVOLUTIE	33
IN HET KORT	39

DE DIGITALE (R)EVOLUTIE IN HET ONDERWIJS

Technologische onderwijsinnovaties zijn van alle tijden. Tot in de 15^e eeuw was boeken met de hand kopiëren letterlijk en figuurlijk een monnikenwerk. Het optimaliseren van drukpersen met losse letters in Europa (Gutenberg) zorgde ervoor dat boeken niet alleen sneller maar ook op grote schaal geproduceerd konden worden. Op deze manier vonden ze ook hun weg naar de scholen. Projectoren (*laterna magica*, overhead), de fonograaf en film (Edison), radio en televisie dateren allemaal van eind 19^e en 20^e eeuw. Hoewel vaak aangekondigd als revolutionaire innovaties, hebben ze zelden of nooit tot een structurele verandering van het onderwijs geleid en al evenmin tot een spectaculaire verbetering ervan (zie Figuur 1). Ook de rol van de leraar zou volgens sommige voorspellingen fundamenteel veranderen door technologische innovaties en zelfs geheel of gedeeltelijk op de schop gaan. Deze voorspellingen zijn sinds eind 2022 weer brandend actueel met het vrij beschikbaar komen van generatieve artificiële toepassingen zoals DALL-E en ChatGPT – en ongetwijfeld allerlei andere toepassingen die nog niet bestonden toen dit boek gepubliceerd werd.



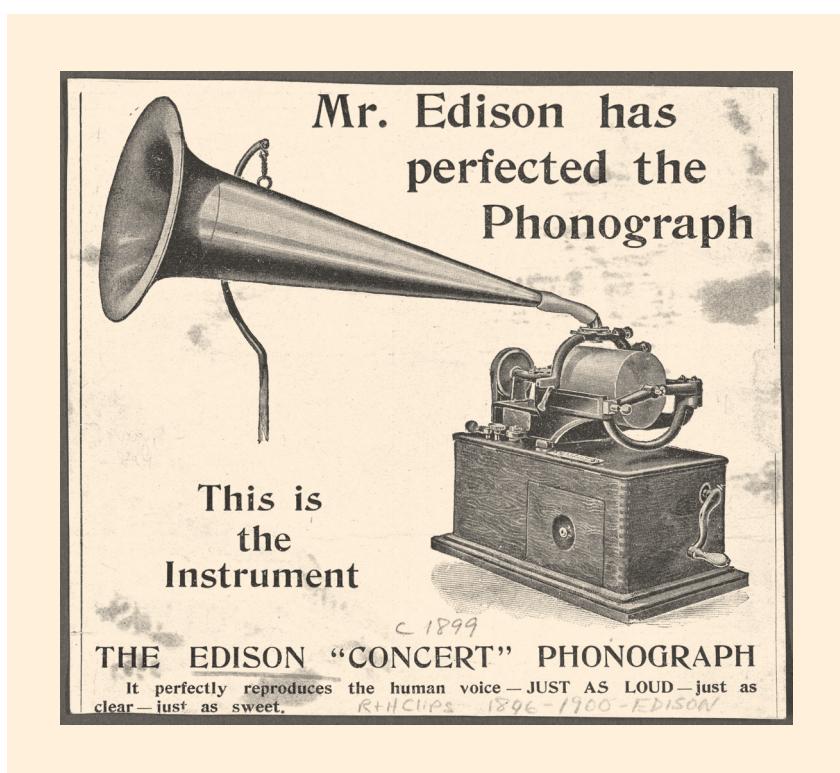
Figuur 1.
Recente (technologische) ontwikkelingen die het onderwijs niet revolutionair veranderd hebben, aldus Daniel Willingham op X (toen nog Twitter), 1 maart 2021.

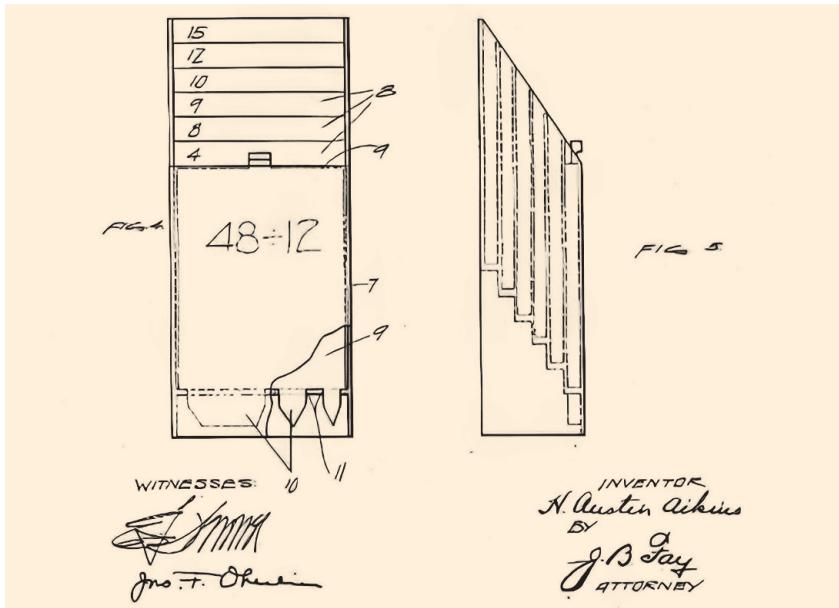
Als de geschiedenis ons leert dat het omarmen van recente technologische hypotheses niet geleid heeft tot een spectaculaire verbetering van ons onderwijs, moeten we dan het pad van EdTech-integratie verlaten? Dat is zeker niet het pleidooi dat we in dit boek gaan houden. Integendeel. We pleiten voor een duurzame én ambitieuze technologie-integratie die geleidelijk verloopt en die het vakmanschap van de leraar versterkt. Geleidelijk en ambitieus lijken misschien tegengesteld, maar ze gaan bij technologie-integratie hand in hand. Je hebt immers meer kans om kwaliteitsvol onderwijs te realiseren als je stap voor stap iets toevoegt, dan wanneer je halsoverkop inzet op weinig onderbouwde hypotheses. Bovendien blijft het belangrijk om bij de implementatie rekening te houden met de specifieke context van het onderwijs – die toch nog altijd sterk verschilt van andere sectoren. En uiteraard ook met wetenschappelijke inzichten over effectieve instructie en hoe mensen leren.¹

We duiken eerst nog wat dieper in een historisch overzicht van een aantal utopische technologische onderwijsinnovaties. Daarna lichten we de context toe waarbinnen technologie-integratie een meerwaarde kan betekenen voor instructie en dus ook voor het leren van onze leerlingen. We sluiten af met de belangrijke rol die de leraar in dit proces blijft vervullen.

Figuur 2.

De fonograaf van Edison die een ‘perfecte’ opname maakte van de menselijke stem. Bron: NYPL Digital Collections.





Figuur 3.

H. A. Aikins' educational appliance. Door blokken op een juiste manier in elkaar te passen komt het antwoord op een vraag naar voren. Bron: Hack Education.

De uitgebleven digitale transformatie

Al sinds de 19^e eeuw gaan er stemmen op dat educatieve technologie het onderwijs en zelfs de wijze van leren fundamenteel zou veranderen. In de praktijk blijkt deze structurele transformatie echter niet te hebben plaatsgevonden.¹ Een eerste voorbeeld dateert al van juni 1878, toen Thomas Edison voorstelde om de door hem uitgevonden fonograaf voor onderwijsdoeleinden in te zetten (zie Figuur 2). Het toestel kon de uitleg van de leraar opnemen, zodat leerlingen de mogelijkheid hadden om de lessen op ieder ogenblik opnieuw te beluisteren. De fonograaf zou op deze manier de ‘voornaamste leraar’ van kinderen worden.

In 1922 voorspelde diezelfde Edison dat bewegende beelden tot gevolg gingen hebben dat de – volgens hem – erg inefficiënte schoolboeken overbodig zouden worden.²⁻⁴ Een eeuw later heeft er echter nog geen collectieve boekverbranding in het onderwijs plaatsgevonden, behalve ten tijde van niet zo democratische regimes die er een gevaar voor hun ideologie in zagen. Dat boeken nog steeds hun plaats hebben in het onderwijs is een heuglijke vaststelling. Recent onderzoek wijst er immers op dat we behoedzaam moeten omgaan met het vervangen van lesmateriaal op papier door lezen, schrijven en leren met een scherm. Vooral het leren van jongeren met beperkt leesbegrip zou hierdoor belemmerd worden, zoals we verder in dit boek nog gedetailleerd zullen beschrijven.⁵

In 1913 vroeg psycholoog Herbert Austin Aikins een octrooi aan voor wat soms beschouwd wordt als een eerste – weliswaar nog niet geautomatiseerde – teaching machine. Leerlingen konden zelfstandig met dit ‘educatief apparaat’ aan de slag gaan om antwoorden op vragen te geven waarbij door een vernuftig blokkensysteem aangegeven werd of dit antwoord juist was (zie Figuur 3).⁶

**"Education is not just complicated,
but complex. Trying to accelerate it by
ramping up technology is like putting
rockets on butterfly wings. More force
does not lead linearly to more progress."**

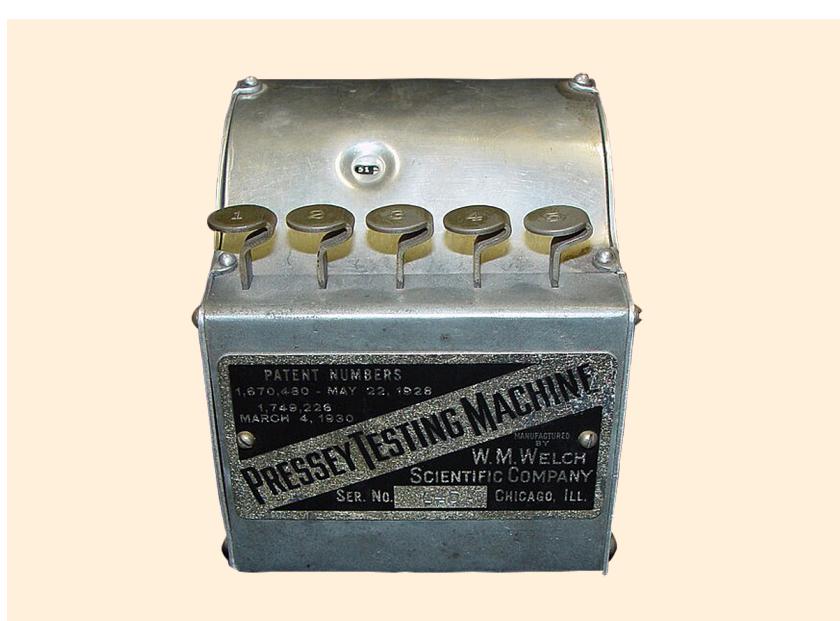
~ Larry Cuban (2018)

In 1924 demonstreerde Sidney Pressey een eerste geautomatiseerde versie van een teaching machine. Zijn automatic teacher (zie Figuur 4) was een primitieve vorm van zogeheten adaptieve technologie. Leerlingen beantwoordden eerst meerkeuzevragen door een druk op een van de toetsen en ze konden pas verder naar de volgende vraag nadat ze het juiste antwoord gaven. Zo hadden leerlingen de mogelijkheid om zelfstandig te oefenen, werd hun voortgang bepaald door de gegeven antwoorden en volgde er onmiddellijk feedback op de correctheid van het antwoord. Pressey zag in zijn automatic teacher vooral een aanvullende instructierol voor leraren en handboeken weggelegd. Leraren zouden hun tijd in de klas dankzij de toestellen efficiënter kunnen spenderen, bijvoorbeeld door uitleg te geven aan leerlingen die nood hebben aan extra ondersteuning.

Figuur 4.

De testing machine van S. Pressey.

Bron: Afbeelding van Gomer Bolstrood, beschikbaar voor publieke domein.





Figuur 5.
De teaching machine van Burrhus F. Skinner.
Bron: Afbeelding van Silly Rabbit, onder CC BY 3.0 licentie.

De gedragspsycholoog Burrhus F. Skinner was deze idee eveneens genegen, maar volgens hem zouden teaching machines handboeken en klassikale instructie zelfs helemaal overbodig maken.⁷⁻⁸ Leerlingen konden dankzij zijn houten mechanische doos op eigen tempo, vraag per vraag over de leerstof beantwoorden en kregen het juiste antwoord onmiddellijk te zien door een vensterertje in de doos (zie Figuur 5). Volgens Skinner een revolutionaire verbetering die zowel het leren effectiever maakte als de motivatie van leerlingen bevorderde.⁹⁻¹⁰ Deze teaching machines tonen tevens aan dat de hedendaagse adaptieve technologie – denk aan oefenprogramma's op een tablet of computer – weliswaar sterk geëvolueerd is, maar dat de ideeën die eraan ten grondslag liggen allesbehalve innovatief zijn.

Hetzelfde fenomeen zien we bij computerondersteunde instructie (CAI; Computer-Assisted Instruction). Dit is een verzamelnaam voor alle moderne vormen van de teaching machines waarbij de computer een rol speelt – alleenstaand of in netwerken via internet met elkaar verbonden. Denk maar aan laptops of tablets voorzien van educatieve software of leeromgevingen in de cloud. Onderzoek naar de effectiviteit van deze moderne teaching machines wijst in de richting van (beperkt) positieve resultaten, maar ze hebben er evenmin voor gezorgd dat de leraar overbodig wordt.¹¹⁻¹² Integendeel, ook bij adaptieve leerpaden blijft de rol van de leraar in het leerproces cruciaal.¹³

In de jaren vijftig en zestig van de 20^{ste} eeuw vond een ander medium zijn weg naar het onderwijs, namelijk onderwijs- of schooltelevisie (zie Figuur 6). Wat in Vlaanderen en Nederland ingeburgerd raakte als SchoolTV werd in lerarenkringen aanvankelijk niet alleen als een bedreiging van hun persoonlijke band met leerlingen gezien, maar zelfs van hun rol als primaire ‘overdrager van kennis’.

Figuur 6.

Leerlingen kijken naar School TV in het begin van de jaren 50.

Bronnen: links: GettyImages en rechts: SchoolTV.



Tegenwoordig zijn via waardevolle initiatieven als het Vlaamse Het Archief voor Onderwijs en het Nederlandse Beeld en Geluid op School archieven met educatief beeldmateriaal vrij toegankelijk voor het onderwijs. Ondanks deze beschikbaarheid en zelfs technisch-didactische toevoegingen aan het videomateriaal, heeft ook het medium video of televisie de leraar niet overbodig gemaakt. Uit onderzoek blijkt immers dat digitale toepassingen die alleen ingezet worden als alternatief medium om informatie over te dragen niet per definitie leiden tot effectiever leren.¹⁴ Daarom werden al in de beginjaren van SchoolTV ‘voorlichtende lessen’ gegeven aan leraren, gericht op ondersteuning en verrijking van de lessen en dus niet om de plaats van de leraar in te nemen.¹⁵

Ook recent stierven tal van EdTech-projecten die de ‘traditionele leraar’ gingen vervangen een stille dood. Denken we maar aan het grootschalige iPadprogramma in Los Angeles in 2013 en O4NT in Nederland (Onderwijs voor een Nieuwe Tijd), die zowel om financiële als onderwijswetenschappelijke redenen flopten. Het principe O4NT dat de Nederlandse iPadscholen (een initiatief van Maurice de Hond) hanteerden, bleek op zijn zachtst gezegd op los zand gebouwd. Leerlingen hadden geen boeken maar leerden door het gebruik van educatieve apps van een bedenkelijke kwaliteit, kregen geen les maar werden gecoacht tijdens individuele of groepsprojecten, en van enige structuur was nauwelijks sprake.¹⁶⁻¹⁸ Deze mislukkingen zijn schoolvoorbeelden van in het beste geval goedbedoelde initiatieven die geen rekening hielden met de kern van goed onderwijs – de leraar – en waren gedoemd om na enkele jaren alweer te verdwijnen.



"De ideeën van genieën als Edison en Skinner zorgden niet voor een transformatie in het onderwijs, maar bleken wel degelijk waardevol voor een duurzame implementatie van educatieve technologie."

Het is belangrijk aan te geven dat we in dit historisch overzicht voornamelijk willen wijzen op de valkuilen van de – soms als noodzakelijk voorgestelde – onderwijs-technologische transformatie van het ‘traditioneel onderwijs’. We hopen dat het je als lezer zal wapenen voor de volgende tech-goeroe die roept dat ‘het onderwijs fundamenteel zal veranderen’. Hoe geniaal Edison, Pressey en Skinner ook waren, een structurele transformatie is er vooralsnog niet gekomen en dat is niet verwonderlijk. Hoe mensen leren, is niet wezenlijk veranderd de voorbije decennia. De ‘bedrading’ in onze hersenen werkt nog op dezelfde manier als tweehonderd jaar geleden. Nog steeds hebben mensen kennis nodig als brandstof om na te kunnen denken, hebben ze oefening nodig om een vaardigheid onder de knie te krijgen, en hebben ze een model nodig dat hen de vaardigheden uitlegt die ze (nog) niet kennen en kunnen. Dit betekent niet dat we de uitvindingen zoals de *teaching machines* en de ideeën waarop deze gebaseerd waren helemaal verwerpen. Evidence-informed toepassingen van EdTech die in dit boek aan bod zullen komen, vinden immers hun oorsprong in een aantal van de beschreven historische voorbeelden. Denk maar aan het effectief gebruik van tekst en bewegende beelden in video’s (combineren van woord en beeld), en adaptieve leerplatformen die zich aanpassen aan het niveau van leerlingen tijdens het zelfstandig oefenen (ondersteunen bij moeilijke opdrachten). Dit boek biedt essentiële inzichten die elke leraar, schoolleider en educatieve ontwikkelaar nodig heeft om EdTech duurzaam te laten landen in de klas.¹

Onderwijs waarbij afgewisseld wordt tussen online en fysieke contactmomenten (*blended learning*) is zeker geen recente – of mislukte – onderwijsinnovatie. In de nasleep van het afstandsonderwijs in coronatijd overwegen scholen echter om er doordachter op in te zetten. In het eerste kaderstuk van dit boek lichten we de mogelijkheden en randvoorwaarden van *blended learning* toe.

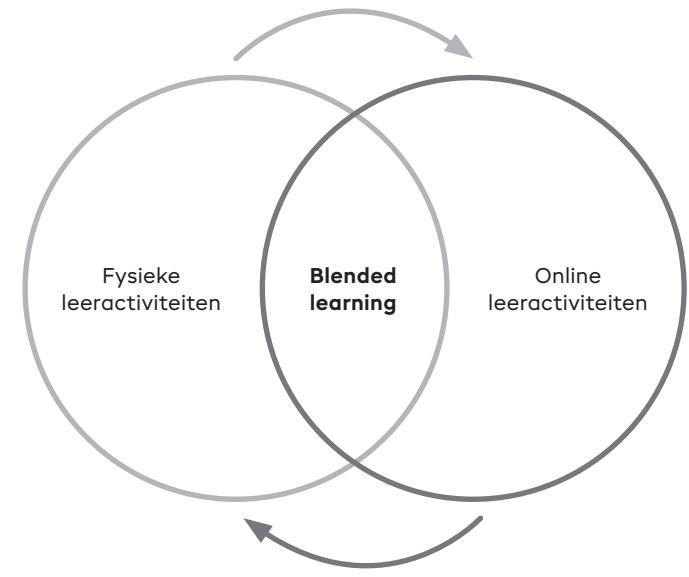
Kader 1

Blended learning en flipping the classroom

Blended learning is de ‘blend’ van online en fysiek onderwijs. Belangrijk hierbij is dat deze online en fysieke leeractiviteiten onderling op elkaar afgestemd zijn en dat alle leerlingen eraan deelnemen (zie Figuur 7).²

Figuur 7.

Afwisseling en afstemming tussen fysieke en online leeractiviteiten.
Bron: Buelens, W., Versmissen, F., Wever, B., de Rotsaert, T., Schellens, T., Tondeur, J., Surma, T., Valcke, M., & Vanderlinde, R. (2022). Blended learning in het Vlaams secundair onderwijs: Van noodzaak naar structurele implementatie. Inspiratiegids.



Een vaak ingezette vorm van *blended learning* is *flipping the classroom*. In deze aanpak bestuderen leerlingen de leerstof voorafgaand aan de les, bijvoorbeeld door een tekst te lezen of een kennisclip of presentatie te bekijken. Vervolgens passen ze die leerstof toe tijdens de les. Denk aan het stellen van vragen, reflecteren op het geleerde, groepsdiscussies of het uitvoeren van opdrachten, individueel of in groep. Je *flips* zo de fase waarin de leraar eerst ‘informatie deelt’ en de fase waarin leerlingen leerstof verwerken, bijvoorbeeld tijdens huiswerk.

Onderzoek naar het effect van *flipping the classroom* in het leerplichtonderwijs toont aan dat deze onderwijsvorm een positief effect kan hebben op leeruitkomsten. Naarmate leerlingen ouder zijn – laatste jaren van het secundair/voorgezet onderwijs – is het positieve effect groter. Beter ontwikkelde zelfregulerende vaardigheden verklaren wellicht dit verschil.

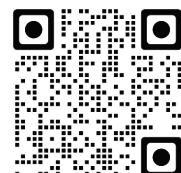
De vraag wordt soms gesteld of het *flipped* concept op zich leidt tot betere leerresultaten, of dat het komt doordat de leraar heel goed heeft moeten nadenken over hoe zo'n *flipped* les eruit moet zien (waardoor de didactische kwaliteit hoger is). Met andere woorden, het is misschien wel de sterke didactiek die het leren versterkt, en niet noodzakelijk de afwisseling tussen online en fysiek onderwijs.¹⁹ Deze bedenking sluit aan bij de bevindingen van David van Alten en collega's op basis van een overzichtsstudie naar het effect van *flipping the classroom*.²⁰ Zij stelden vast dat niet iedere *flipped classroom* tot betere prestaties leidde. Het ontwerp en welke didactiek erin toegepast wordt, bepaalt het effect. Op basis van de studies die de onderzoekers analyseerden, kwamen ze tot een aantal richtlijnen voor de effectieve geflakte klas:

- Verminder de synchrone contacttijd met de leerlingen niet.
- Voeg quizzen toe om zo de positieve effecten van zichzelf testen te benutten (zie ook Bouwsteen 10).
- Laat je leerlingen in kleine groepen samenwerken tijdens de verwerking in de klas? Zorg dan voor een gestructureerde leertaak, waarbij leerlingen op een positieve manier onderling afhankelijk van elkaar zijn en individueel verantwoordelijkheid dienen te nemen.
- Voorzie nog steeds instructiemomenten tijdens de les. Dit kan bijvoorbeeld op basis van een formatieve quiz die je afneemt voor de les of bij aanvang van de les.
- Bouw voldoende zelfregulerende ondersteuning in (zie ook Bouwsteen 12). Houd ten slotte rekening met de motivatie van je leerlingen bij het ontwerpen van een *flipped classroom*. Als leerlingen niet bereid zijn om de leerstof vooraf door te nemen, kunnen ze ook de toepassingen in de klas niet uitvoeren. Het bespreken van de voordelen van het thuiswerk kan de motivatie om het daadwerkelijk uit te voeren verhogen. Een exacte herhaling in de klas van wat de leerlingen thuis hadden moeten bestuderen, ondermijnt dan weer de motivatie om vooraf aan de slag te gaan.

Hoe dan ook biedt *flipping the classroom* – en andere vormen van *blended learning* – mogelijkheden om effectieve didactische principes te ondersteunen of zelfs te versterken.

Blended learning is dus zeker geen nieuw concept, maar krijgt wel vernieuwde aandacht. In Vlaanderen maakt wetgeving bijvoorbeeld sinds het voorjaar van 2023 interactief afstandsonderwijs in het leerplichtonderwijs mogelijk. Een uitgebreide beschrijving van hoe je *blended onderwijs* kan organiseren, ontwerpen en implementeren valt buiten de scope van dit boek. Lezers die zich verder willen verdiepen in de ontwerpprincipes van *blended learning* verwijzen we graag naar onze website (zie QR-codes), waar zowel een gids voor het secundair/voortgezet als het hoger onderwijs terug te vinden is.

Praktijkgids
secundair/
voortgezet
onderwijs:



Praktijkgids
hoger onderwijs:



Basis voor een duurzame en ambitieuze evolutie

Het wordt tijd om een positievere pet over EdTech op te zetten. Het idee dat deze oudere EdTech-uitvindingen de onderwijskwaliteit kunnen ondersteunen is niet per definitie verkeerd. Er bestaat bijvoorbeeld onderzoek dat aantoon dat het op voorhand kunnen bekijken of na een les herbekijken van een video van de leerstof positieve effecten kan hebben op het leren.²¹ Maar dat wil niet zeggen dat de leraar overbodig wordt: ook al is voorinstructie (pre-teaching) door middel van een video zinvol, deze aanpak zal zelden even effectief zijn als persoonlijke uitleg door de leraar, al is het maar door het positieve intermenselijke effect. Hetzelfde geldt voor het gebruik van recente adaptieve technologie. Deze maakt aangepaste oefeningen en feedback voor grote groepen leerlingen mogelijk. Maar naast de data die de digitale toepassing verzamelt en analyseert, blijkt de inschatting van de leraar in het leerproces van de leerlingen essentieel. Je zou kunnen zeggen dat een goede leraar het meest gesofisticeerde adaptieve leermiddel is dat wij kennen. Toch kan EdTech wel bepaalde instructiestrategieën praktisch mogelijk maken, en efficiënter of zelfs effectiever laten verlopen.²²

Er bestaat grootschalig onderzoek dat de effectiviteit van EdTech en de randvoorwaarden voor deze effectiviteit aantoon. Volgens een overzichtsstudie van de in Engeland opgezette Education Endowment Foundation (EEF) heeft het doeltreffend inzetten van digitale technologie een ‘gemiddeld positief effect’ op de leerwinst van leerlingen.²³ Een gemiddeld positief effect zegt natuurlijk niet alles: er zijn al meerdere mensen verdronken in een rivier van gemiddeld een halve meter diep. De doeltreffendheid van EdTech wordt volgens de EEF vooral bepaald door de leer- en onderwijsdoelen en niet door een specifieke technologie. De technologie zelf mag daarom geen doel op zich zijn. Leraren en scholen kunnen steeds de afweging maken of en hoe nieuwe technologie zal bijdragen aan een verbetering van hun onderwijs.

De hamvraag blijft wat een essentieel kenmerk is van technologie die het leren en de instructie kan versterken. Wetenschappers Kam Leung Yeung en collega's trachten hierop een antwoord te geven door 65 onderzoeken te analyseren waarin instructie met en zonder EdTech-gebruik vergeleken werd. Net als de EEF kwamen ze tot de conclusie dat de inzet van EdTech een positief effect had op leeruitkomsten. Maar wat waren de kenmerkende eigenschappen van deze door technologie ondersteunde instructie die het leren positief beïnvloedde?²⁴ Yeung en de zijnen kwamen tot de vaststelling dat EdTech een hefboom moest zijn voor volgende principes:

- **Herhaling** door vaker aan de slag te gaan met lesmateriaal;
- **Gespreide leermomenten** in plaats van op één ogenblik gedurende lange tijd een bepaalde leerinhoud te bestuderen;
- **Oefentoetsing** waarbij leerlingen actief leerinhoud ophalen tijdens een leermoment in plaats van bijvoorbeeld herlezen.

Deze bevinding was uiteraard geen toeval. De effectiviteit van deze drie principes werd immers al voor het digitale tijdperk veelvuldig in robuust wetenschappelijk onderzoek aangetoond.²⁵ Het uitgangspunt dat ook wij bij het schrijven van dit boek steeds voor ogen gehouden hebben, is nagaan of en hoe educatieve

technologie datgene wat we weten over goed lesgeven kan versterken. We bouwen in dit boek daarom verder op de wetenschappelijke inzichten en evidence-informed instructiestrategieën die beschreven staan in het boek *Wijze lessen*. De centrale gedachte van ons boek luidt dan ook:

"EdTech kan een toegevoegde waarde hebben binnen het onderwijs, indien de inzet ervan aansluit bij principes over effectieve instructie en wetenschappelijke inzichten over hoe mensen leren."

Vanuit dit principe trachten we mee te werken aan een ambitieuze maar duurzame implementatie van EdTech, die bijdraagt aan excellent onderwijs voor alle leerlingen. Hierbij houden we onze ogen en oren open voor de mogelijkheden van recente ontwikkelingen zoals de algemene beschikbaarheid van artificieel intelligentie toepassingen, zonder voorbij te gaan aan het DNA van het onderwijs. Evidence-informed werken houdt immers in dat we de complexiteit van de context van de klaspraktijk en de ervaring van expert-leraren erkennen. De kernvraag luidt dan ook: hoe kan technologie de centrale rol versterken die leraren in het leerproces van leerlingen vervullen?

De rol van de leraar in de recente technologische (r)evolutie

Uit de geschiedenis blijkt dat van technologische innovaties soms verwacht werd dat deze een grote impact zouden hebben op de rol van de leraar. Volgens de meest verregaande voorspellingen zou technologie de instructie zelfs gedeeltelijk of geheel voor haar rekening gaan nemen. Door de opkomst en razendsnelle evolutie van onder andere generatieve artificiële intelligentie (GAI) is deze vraag nog steeds erg actueel. Mogelijk heb je de voorbije periode met enige verbazing – en misschien zelfs ongerustheid – de talloze berichten over de mogelijkheden van ChatGPT en verwante diensten gelezen. Het vaak vermelde ChatGPT is zelfs slechts het topje van de ijsberg: AI-toepassingen binnen en buiten het onderwijs schoten het voorbije jaar als paddenstoelen uit de grond. Ook in heel wat goed ingeburgerde (onderwijs)platformen - zoals Microsoft 365, Canva of LessonUp - zien we artificiële intelligentie opduiken. Artificiële intelligentie wordt dan ook omschreven als een systeemtechnologie. Dit is een vorm van technologie die niet alleen doordringt tot in de kern van onze samenleving maar deze ook fundamenteel zal veranderen, net zoals dat bijvoorbeeld bij de uitvinding en distributie van elektriciteit het geval was. De algemene beschikbaarheid en nauwelijks te volgen evolutie van generatieve artificiële intelligentie heeft ongetwijfeld ook een impact op het onderwijs, zowel voor leraren als leerlingen. Zal deze systeemtechnologie de rol van de leraar – in tegenstelling tot alle vorige ontwikkelingen – wél fundamenteel gaan wijzigen? Als Madame Soleil nog leefde, konden we wellicht een beroep doen op haar met ChatGPT uitgeruste glazen bol, maar de Franse astrologe is sinds 1996 niet meer onder ons. We kunnen in het volgende kaderstuk slechts een poging doen om de huidige stand van zaken met betrekking tot generatieve artificiële intelligentie te beschrijven in de context van leren en lesgeven. We zijn er ons echter van bewust dat voorspellingen doen – zeker in deze materie – haast onmogelijk is.

Generatieve artificiële intelligentie

Sinds de toepassing **ChatGPT** in november 2022 vrij toegankelijk is geworden, is er heel wat te doen om deze en andere generatieve artificieel intelligente toepassingen (GAIT). Deze toepassingen zijn weliswaar ‘getraind’ door mensen, maar ze zijn in staat om autonoom inhoud te creëren. De inhoud kan bestaan uit afbeeldingen en audio, maar ook tekst. Aan chatbots als **Gemini**, **Microsoft Copilot** en **Perplexity** kan je in een dialoogformaat eenvoudige vragen stellen zoals ‘Wat is de hoofdstad van Nederland?’, maar je kan de chatbot ook verzoeken een blogpost van vijfhonderd woorden over de moord op JFK te schrijven. Vragen en opdrachten (*prompts*) kunnen ook in het Nederlands gesteld worden. Het blijft echter wel belangrijk om te beseffen wat de beperkingen zijn van deze tools. Ze zijn erg goed in het produceren van teksten, maar met de waarheid durven ze voorlopig wel eens een loopje te nemen. Dit noemt men hallucineren.³ **Perplexity** ‘verzon’ bijvoorbeeld dat een van de auteurs van dit boek – Paul Kirschner – expert was op het gebied van Joseph Conrad (auteur van de roman *Heart of Darkness*) en dat hij stierf in 2020. Navraag bij Paul leert dat hij zelf niet van zijn overlijden op de hoogte is.

Om een antwoord te bieden op de hele en halve onwaarheden in de antwoorden die door GAIT gegenereerd worden, bestaan er prille initiatieven om te komen tot de ontwikkeling van generatieve modellen specifiek voor het onderwijs (EdGPT⁴). Deze toepassingen worden getraind op data waarvan de kwaliteit gewaarborgd is en die relevant zijn in de context van onderwijs. Behalve training op eerder domeinspecifiek vlak zouden deze modellen ook pedagogisch-didactische input kunnen krijgen. Op deze manier biedt de toepassing meer betrouwbare mogelijkheden bij het ondersteunen van leren en instructie, bijvoorbeeld bij het genereren van lesplannen of het aanbieden van oefeningen op maat. Voorbeelden van educatieve vormen van generatieve artificiële intelligentie zijn **MathGPT**, dat ondersteuning biedt bij het oplossen van wiskundige problemen, en **Diffit**, waarmee lesvoorbereidingen en leermaterialen aangemaakt kunnen worden.²⁶

De kwaliteit maar ook de mogelijkheden van GAIT gaan echter razendsnel vooruit. In een paper beschrijven Arran Hamilton, Dylan William en John Hattie dat de mens zich bij eerdere technologische ontwikkelingen nog steeds kon toeleggen op zogenoamde hogere-orde-denkvuldigheden. De auteurs stellen zich echter de vraag of er in geval van GAIT op termijn nog sprake is van vaardigheden die deze technologie niet en mensen wél kunnen uitvoeren – behalve misschien bepaalde fysieke vaardigheden.²⁷ Sommige wetenschappers merken daarentegen terecht op dat we niet mogen vergeten dat het om technologie gaat die tekst voorspelt en dat het verpersoonlijken ervan



Figuur 8.

In Bouwsteen 4 zullen we pleiten voor het gebruik van beelden die het leren ondersteunen en niet louter decoratief zijn. Bij wijze van uitzondering bovenstaande met AI gecreëerde 'struisvogel die hoofd in het zand steekt in robotstijl' gecreëerd met **Microsoft Copilot**.

en de vergelijking maken met menselijk denken onterecht en risicovol is.²⁸ Toch zijn er voorspellingen die variëren van slechts twee tot twintig jaar dat GAIT onze emotionele en empathische capaciteiten ‘technisch’ gaat benaderen. Als Descartes destijds beweerde dat we zijn doordat we denken (*cogito ergo sum; ik denk dus ik ben*), dan moeten we ons nu de vraag stellen wat computers zijn nu ze ook (lijken te) denken. Het is moeilijk te voorspellen wat dat ‘denken’ precies inhoudt en wat de mogelijkheden en gevolgen hiervan gaan zijn. Gaan artificieel intelligente tutors zo gesofisticeerd – en goedkoper – zijn dat ze leerlingen even goed of zelfs beter doorheen hun leerproces kunnen begeleiden? Of gaan ze als een waardevolle leraar-assistent bepaalde taken in onze plaats uitvoeren, zodat wij ons meer kunnen focussen op de niet na te bootsen kunst van het lesgeven? Belangrijk hierbij is of AI in de toekomst evolueert van voornamelijk eenrichtings- naar tweerichtingsverkeer. Momenteel is het zo dat we als leraar gegevens ontvangen van artificieel intelligente toepassingen op basis waarvan we kunnen handelen. Het zou interessant zijn als deze systemen ook ‘gevoed’ kunnen worden met gegevens die leraren verzamelen tijdens onontbeerlijke menselijke interactie met leerlingen.²⁹

In ieder geval is AI nu reeds in staat om bepaalde taken efficiënt over te nemen van de leraar of zelfs beter uit te voeren. Op de website van OpenAI – het bedrijf achter **ChatGPT** – vind je bijvoorbeeld informatie terug over hoe je prompts kan geven waarmee de chatbot in een mum van tijd een gedetailleerd lesplan ontwerpt. Dankzij een andere opdracht gedraagt **ChatGPT** zich als een artificieel intelligente tutor die niet alleen vragen beantwoordt maar de leerlingen ook vraagt hun redeneringen uit te leggen om daar vervolgens weer op te reageren. In recent onderzoek werd feedback door leraren op papers van leerlingen vergeleken met feedback door **ChatGPT**. De leraren deden het beter voor vier van de vijf criteria, maar de verschillen waren erg beperkt, ook op het vlak van ondersteunende toon van de feedback.³⁰

De rol van de leraar zal door de komst van GAIT niet binnen afzienbare tijd uitgespeeld zijn, maar dat leerlingen en leraren ermee zullen (samen)werken staat buiten kijf. Hoe die samenwerking er in het onderwijs precies kan of moet uitzien is een belangrijke vraag die de klascontext van de individuele leraar of zelfs de school overstijgt. De mogelijkheden, uitdagingen maar ook valkuilen die eigen zijn aan deze systeemtechnologie vereisen dat er op macroniveau nagedacht wordt over de implementatie ervan in het onderwijs – en daarbuiten. Maar ontkennen dat GAIT een invloed zal hebben op onze lespraktijk zou getuigen van een artificiële struisvogeltactiek (geïllustreerd door Figuur 8).

Ondanks de snelle ontwikkeling van toepassingen zoals artificiële intelligentie, blijf je als leraar vooralsnog de primaire, centrale plaats innemen in het leerproces. Fundamenteel is er met het gebruik van digitale toepassingen immers weinig of niets veranderd aan dit leerproces. Onze leerlingen, die vaak onterecht op het vlak van leren als *digital natives* worden bestempeld, verwerken nog steeds op dezelfde wijze informatie als in het Krijttijdperk⁵. In Deel 2 gaan we nog verder in op de misconcepties die bestaan rond deze onderwijsmythe.

De auteurs van dit boek zijn echter geen Luddieten⁶. We zijn er ons daarentegen van bewust dat recente technologische ontwikkelingen een invloed zullen en mogen hebben op de rol van de leraar. Als leraar moet je je daarom bewust zijn van het bestaan van snel evoluerende en vrij beschikbare digitale technologie. Niet alleen om deze doelbewust in te zetten in de les, maar ook omdat leerlingen er ongetwijfeld gebruik van zullen maken. Ook in deze laatste context hebben leraren een ondersteunende en modellerende rol te vervullen.

Om doordachte beslissingen te nemen en je instructie al dan niet te ondersteunen met EdTech, beschik je als leraar idealiter over verschillende vormen van kennis en vaardigheden binnen je vakgebied. Een geschikt model dat de noodzakelijke kennisdomeinen van leraren om EdTech te integreren

**"Als leraar de inschatting maken
wanneer EdTech juist niet
aangewezen is, valt ook onder
optimale inzet van ICT."**



in de klaspraktijk beschrijft, is het **TPACK-model**.³¹ TPACK is een Engels acroniem dat staat voor technologische (T=technological), vakdidactische (P=pedagogical⁷) en vakinhoudelijke (C=content) kennis (K=knowledge).

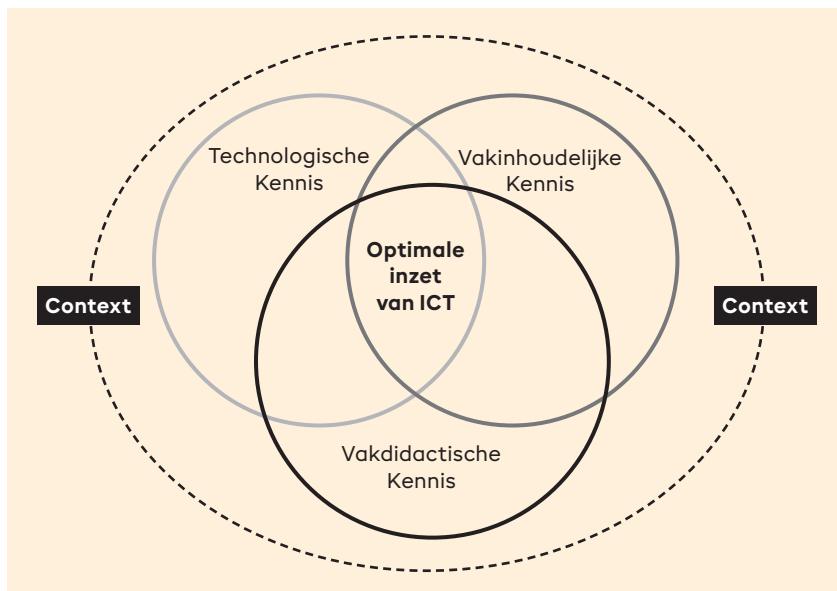
Technologische kennis verwijst naar kennis op het vlak van informatie- en communicatietechnologie (ICT). **Vakdidactische kennis** verwijst naar kennis over de nodige pedagogisch-didactische theorieën en de toepassing ervan in de praktijk, en veronderstelt kennis over hoe leerlingen leren. **Vakinhoudelijke kennis** verwijst naar kennis over de centrale feiten, concepten, theorieën en procedures van een bepaald vakgebied. Als leraar zal je dus moeten putten uit deze drie kennisdomeinen en ze op elkaar afstemmen om EdTech optimaal in te zetten (zie Figuur 9). We illustreren de drie kennisdomeinen aan de hand van de volgende situatie.

Een leraar basisonderwijs maakte de keuze voor de quiztool **Socrative** om de kennis van de leerlingen over het vervoegen van regelmatige Franse werkwoorden in kaart te brengen. In deze keuze werden de drie kennisdomeinen als volgt toegepast:

- Vakinhoudelijk: als je als leraar een digitale quiz over het vervoegen van Franse werkwoorden op ‘-er’ wil ontwikkelen, is kennis van de vervoegingen van Franse werkwoorden noodzakelijk. Deze kennis zorgt ervoor dat er geen inhoudelijke fouten in de quiz sluipen en bijvoorbeeld de automatische feedback over de juistheid van het antwoord correct is.
- Vakdidactisch: als leraar basisonderwijs weet je uit ervaring dat leerlingen vaak fouten maken in het al dan niet toevoegen van ‘-es’ aan de stam van regelmatige werkwoorden bij enkelvoudige persoonsvormen. Het is daarom aangewezen dat er voldoende gemengde oefeningen aan bod komen in de quiz over het vervoegen van werkwoorden in de eerste drie persoonsvormen.
- Technologisch: als je een digitale toepassing wil inzetten in je les, ben je als leraar idealiter op de hoogte van bestaande ICT-toepassingen, en weet je hoe deze werken en gebruikt worden. Je maakt verschillende vraagvormen aan, deelt de link naar de oefening met leerlingen en weet hoe je hun resultaten kan bekijken en analyseren. Je hebt dus best wat technische

kennis nodig om een digitale tool zinvol in te zetten in je lessen. Deze ‘knoppenkennis’ is weliswaar niet het uitgangspunt, maar pas als je een tool helemaal in de vingers hebt, kan je alle opties ervan benutten in functie van effectieve didactiek.

Figuur 9.
Illustratie
van de drie
kennisdomeinen
van het TPACK-
model. Bron:
Gebaseerd op
tpack.org



Bovenstaand voorbeeld illustreert dat het de combinatie is van de drie kennisdomeinen die ons als leraren in staat stelt om effectieve en efficiënte beslissingen te nemen over het zinvol gebruik van EdTech. Volgens het TPACK-model komen we op de dwarsdoorsnede van deze kennisdomeinen tot **optimale inzet van ICT**. Deze optimale inzet kan evenzeer betekenen dat we de beslissing nemen géén EdTech in te zetten. Stel dat je voor het starten met nieuwe leerinhouden die aansluiten op voorgaande leerstof snel wil nagaan of enkele scharnierbegrippen bij de leerlingen gekend zijn. Je les zit op dat ogenblik in een zekere flow die je niet wil onderbreken, maar anderzijds is het checken van begrip bij al je leerlingen toch essentieel. In plaats van iedereen een Chromebook of ander toestel te laten bovenhalen waarbij ze moeten inloggen op een digitale toepassing, maak je in dit geval de optimale keuze door enkele vragen te stellen en leerlingen te laten antwoorden door één, twee of drie vingers op te steken voor een welbepaalde antwoordoptie. Op deze manier krijg je snel een beeld van de noodzakelijke kennis van de scharnierbegrippen, zonder dat het tempo van je les onderbroken is.

In lijn met de definitie van evidence-informed onderwijs spelen ook de complexiteit en de specifieke context van de klaspraktijk een rol als je door technologie ondersteund wil lesgeven. Daarom is het misschien beter te spreken over XTPACK, waarbij de X staat voor ‘context’ (zie buitenste ring



**"Op basis van wetenschappelijke
evidentie maken expert-leraren
didactische keuzes in de context
van hun klaspraktijk."**

op Figuur 9).³² Noodzakelijke kennis hebben van de context kan om eerder materiële aspecten gaan, zoals ICT-infrastructuur ('De wifi doet het zelden op de derde verdieping!'), die je al dan niet kan belemmeren bij het inzetten van EdTech. Maar ook contextuele kennis die meer aanleunt bij het leerproces van je leerlingen is van belang. Het gebruik van bepaalde digitale tools zal bijvoorbeeld bepaald worden door de mate waarin je leerlingen al dan niet even ver staan in hun leerproces. De mate waarin je EdTech kan inzetten voor huiswerk is dan weer afhankelijk van de (digitale) mogelijkheden die de leerlingen thuis hebben.

In het kort

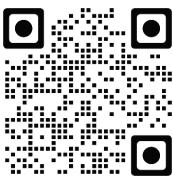
De geschiedenis leert ons dat oude en recente (r)evoluties op het vlak van educatieve technologie er niet toe geleid hebben dat ons onderwijs disruptief veranderd is. En meer specifiek, dat de rol van de leraar allesbehalve uitgespeeld is. Er is echter de realiteit dat innovatieve technologie zoals artificiële intelligentie de klaslokalen binnenkomt en dat het er niet naar uitziet dat dit zomaar zal overwaaien. Deze evolutie moet geenszins een doemscenario zijn dat maakt dat je schreeuwend het klaslokaal uitrent, achtervolgd door tot leven gewekte Dall-E-figuren⁸.

Om een ambitieuze maar duurzame implementatie van EdTech te realiseren kunnen we het heft zelf in handen nemen en zo vermijden dat het de digitale toepassingen zijn die de didactiek gaan bepalen. Dit gebeurt idealiter op een evidence-informed wijze, met oog voor het DNA van ons onderwijs en inzichten over hoe mensen leren. Digitale toepassingen die een hefboom zijn voor aangetoond effectieve instructie- en leerstrategieën kunnen de onderwijspraktijk wel degelijk versterken.

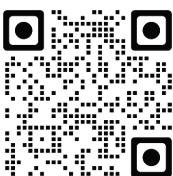
Ontwikkelingen op het vlak van EdTech maken leraren dus niet overbodig, maar ze zullen wel invloed hebben op wat er van leraren verwacht wordt. Om door technologie ondersteund te kunnen lesgeven, moeten niet alleen vakdidactische en vakinhoudelijke kennis tot ons arsenaal behoren, maar ook technologische. Gewapend zijn met deze drie kennisdomeinen, binnen de specifieke context van de klas, stelt leraren in staat te komen tot een optimale inzet van digitale toepassingen.

Noten

Teaching machines



Ednovation



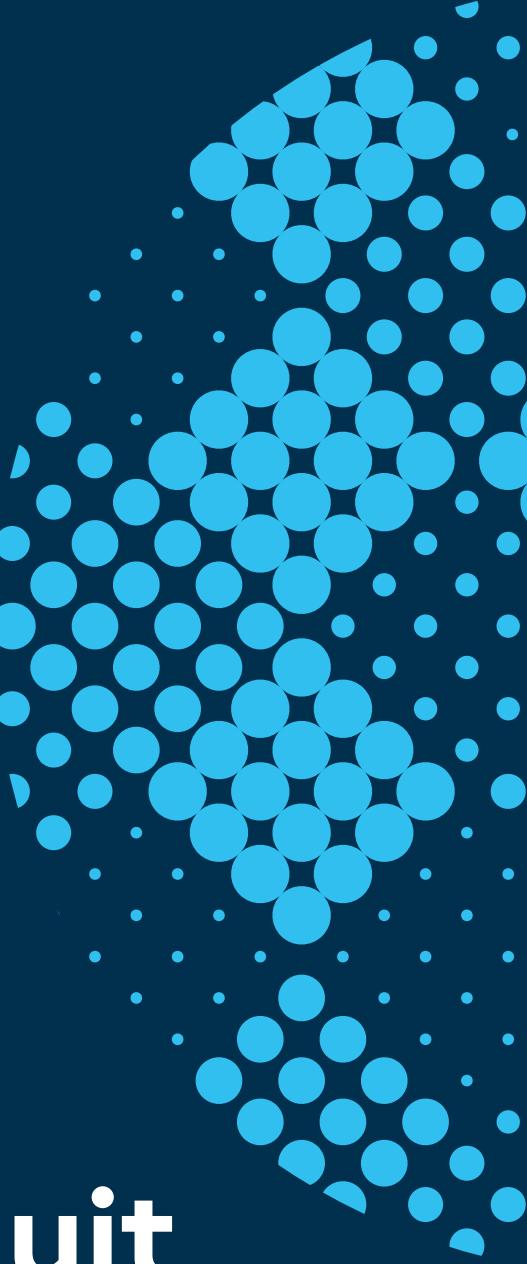
- 1 Meer historische achtergrond over **teaching machines**? Check dan deze knappe interactieve tijdlijn van Audrey Watters.
- 2 In hybride leren bestaan de online en fysieke leeractiviteiten naast elkaar. Een aantal leerlingen bevindt zich fysiek in je klas, terwijl andere leerlingen op afstand online de les meevalgen
- 3 Sommige experts keuren het gebruik van termen als 'hallucineren' in de context van AI af, omdat deze onterecht menselijke kenmerken toedichten aan de technologie.
- 4 In een rapport van UNESCO over generatieve artificiële intelligentie wordt EdGPT als een overkoepelende term beschreven. Het bedrijf **Ednovation** uit Singapore ontwikkelde een educatieve chatbot voor kinderen van 3 tot 7 jaar die specifiek de naam EdGPT draagt.
- 5 We verwijzen hiermee naar het gebruik van krijtbord en wissers, niet naar het geologisch tijdperk van 'Het Krijt'.
- 6 Het Luddisme was een sociale beweging in het Engeland van begin 19e eeuw, die zich verzette tegen industriële en technologische ontwikkelingen.
- 7 In de VS en VK vertaalt men didactiek als pedagogiek. Voor hen is didactiek synoniem voor klassikaal-frontaal onderwijs.
- 8 DALL-E is een artificieel intelligente toepassing die afbeeldingen genereert op basis van beschrijvingen.

Bronnen

- 1 Surma, T. (7 maart 2022). Over ambitieuze en duurzame onderwijsinnovatie (1): technologie. Expertisecentrum Onderwijs en Leren Thomas More. <https://excel.thomasmore.be/2022/03/over-ambitieuze-en-duurzame-onderwijsinnovatie-1-technologie/>
- 2 Reich, J. (2020). *Failure to disrupt: Why technology alone can't transform education*. Harvard University Press.
- 3 Norman, J. (z.d.). Edison describes future uses for his phonograph. History of Information. <https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=617>
- 4 Kirschner, P. A. & Hendrick, C. (2020). *How learning happens. Seminal works in educational psychology and what they mean in practice*. Routledge.
- 5 Stiegler-Balfour, J. J., Roberts, Z. S., LaChance, A. S., Sahouria, A. M., & Newborough, E. D. (2023). Is reading under print and digital conditions really equivalent? Differences in reading and recall of expository text for higher and lower ability comprehenders. *International Journal of Human-Computer Studies*, 103036. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103036>
- 6 Benjamin, L. T. (1988). A history of teaching machines. *American Psychologist*, 43(9), 703-712.
- 7 Fry, E. (1960). Teaching Machine Dichotomy: Skinner vs. Pressey. *Psychological Reports*, 6, 11-14. <https://doi.org/10.2466/pr0.1960.6.1.11>
- 8 Ludy, T. B. (1988). A history of teaching machines. *American Psychologist*, 43(9), 703-712. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.43.9.703>
- 9 Smithsonian. National museum of American history (z.d.). Skinner teaching machine. https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_690062

- 10 Bonaiuti, G. (20 december 2011). B.F Skinner. Teaching machine and programmed learning [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=jTH3ob1lRFo>
- 11 Slavin, R. (14 november 2019). A powerful hunger for evidence-proven technology. Robert Slavin's Blog. <https://robertslavinsblog.wordpress.com/2019/11/14/a-powerful-hunger-for-evidence-proven-technology/>
- 12 Surma, T., & Kirschner, P. A. (2020). Technology enhanced distance learning should not forget how learning happens. *Computers in Human Behavior*, 110, 106390. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106390>
- 13 Onderwijsraad. (2022). Inzet van intelligente technologie. <https://www.onderwijsraad.nl/publicaties/adviezen/2022/09/28/inzet-van-intelligente-technologie>
- 14 Clark, R. E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53, 445-459. <https://doi.org/10.3102/00346543053004445>
- 15 Knot, H. (2011). *Onderwijstelevisie in Nederland: De eerste jaren. Over de introductie van de televisie in het onderwijs.* Soundscapes.<https://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME14/Onderwijstelevisie.shtml>
- 16 Kirschner, P. A. (8 juni 2018). Wat Zembla niet uitzond over iPadscholen. Blogcollectief Onderzoek Onderwijs. <https://onderzoekonderwijs.net/2018/06/07/wat-zembla-niet-uitzond-over-ipadscholen/>
- 17 Christodoulou, D. (2020). *Teachers vs tech? The case for an ed tech revolution.* Oxford University Press.
- 18 Newcombe, T. (11 mei 2015). A cautionary tale for any government IT project: L.A.'s failed iPad program. Governing. <https://www.governing.com/archive/gov-tablets-los-angeles-ipad-apple-schools.html>
- 19 Zhu, G. Is flipping effective? A meta-analysis of the effect of flipped instruction on K-12 students' academic achievement. *Education Tech Research Dev* 69, 733-761 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11423-021-09983-6>
- 20 van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2019). Effects of flipping the classroom on learning outcomes and satisfaction: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, 100281. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.05.003>
- 21 Severson, K. (2017). Interactive videos as a vocabulary pre-teaching tool in middle school science [Dissertatie, Hamline University]. DigitalCommons@Hamline. https://digitalcommons.hamline.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5290&context=hse_all
- 22 Knoop-van Campen, C. A. N., Wise, A., & Molenaar, I. (2023). The equalizing effect of teacher dashboards on feedback in K-12 classrooms. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3447-3463. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1931346>
- 23 Lewin, C., Smith, A., Morris, S., & Craig, E. (29 maart 2019). *Using Digital Technology to Improve Learning: Evidence Review.* Education Endowment Foundation. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/guidance-reports/digital>
- 24 Yeung, K. L., Carpenter, S. K., & Corral, D. (2021). A comprehensive review of educational technology on objective learning outcomes in academic contexts. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1583-1630. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09592-4>
- 25 Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58. <https://doi.org/10.1177/152910061245326625>

- 26 Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693.locale=en>
- 27 Hamilton, A., Wilam, D., & Hattie, J. (2023). The Future of AI in Education: 13 Things We Can Do to Minimize the Damage. EdArXiv. <https://doi.org/10.35542/osf.io/372vr>
- 28 Weil, E. (1 maart 2023). You Are Not a Parrot. Intelligencer. <https://nymag.com/intelligencer/article/ai-artificial-intelligence-chatbots-emily-m-bender.html>
- 29 Molenaar, I. (september 2023). *AI in education: ensure proper safeguarding of the human-social relationship*. Npuls. <https://npuls.nl/wp-content/uploads/2023/09/Slimmer-onderwijs-met-AI-Npuls.pdf>
- 30 Steiss, J., Tate, T., Graham, S., Cruz, J., Hebert, M., Wang, J., Moon, Y., Tseng, W., & Uci, M. W. (2023). Comparing the quality of human and ChatGPT feedback on students' writing. EdArXiv. <https://doi.org/10.35542/osf.io/ty3em>
- 31 Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- 32 Brianza, E., Schmid, M., Tondeur, J., & Petko, D. (2022). Situating TPACK: A systematic literature review of context as a domain of knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 22(4), 707-753.



Deel 2:

Inzichten uit de wetenschap





Inhoud:

INZICHTEN UIT DE WETENSCHAP	47
ONZE WETENSCHAPPELIJKE BASIS	47
DE MENSELIJKE COGNITIEVE ARCHITECTUUR	52
DE ZES INZICHTEN VAN WIJZE LESSEN. DIGITALE DIDACTIEK	54
1. DE DIDACTIEK BEPAALT DE TOOL, NIET OMGEKEERD	54
2. LEERLINGEN LEREN NIET ANDERS IN HET DIGITALE TIJDPERK	58
3. AFLEIDING STAAT LEREN IN DE WEG	62
4. EDTECH KÁN COGNITIEF ACTIEF LEREN BEVORDEREN	67
5. LEZEN (EN LEREN) VAN EEN SCHERM IS ANDERS DAN VAN PAPIER	71
6. GESCHREVEN (DIGITALE) AANTEKENINGEN KUNNEN LEREN BEVORDEREN	76
TOT SLOT	79
BRONNEN	80

INZICHTEN UIT DE WETENSCHAP

Kan EdTech een meerwaarde betekenen voor de instructie van de leraar en het leren van leerlingen? Wanneer en hoe lukt dat? Bij deze vragen laten we ons leiden door bevindingen op basis van wetenschappelijk onderzoek. We onderbouwen ons verhaal met resultaten van studies die de toets van tijd en herhaling/replicatie hebben doorstaan – dit noemen wij robuust onderzoek – en trachten deze te vertalen naar de onderwijspraktijk. Op deze manier hopen we je als lezer onderbouwde inzichten te verschaffen op basis waarvan je als expert-leraar keuzes kan maken voor je eigen instructie. Deze evidence-informed aanpak gaat dus uit van wetenschappelijk bewijs, maar erkent de specifieke context van de klaspraktijk. Onderzoek kan bijvoorbeeld aantonen dat een digitale quiz een effectieve tool kan zijn om leerlingen het ophalen van wat zij geleerd hebben uit hun geheugen (*retrieval practice*) te laten toepassen. Als leraar weet je echter dat in het midden van je les iedereen een toestel laten aanzetten en inloggen op een applicatie het tempo volledig uit de les kan halen. Op basis van het bewijs maak je als leraar zelf de inschatting op welk ogenblik, voor welke leerlingen, in welke situaties en voor welke leerinhoud de digitale toepassing het leerproces kan ondersteunen.

Evidence-informed

Onze wetenschappelijke basis

We baseren ons voornamelijk op empirisch onderzoek dat enerzijds gericht is op hoe mensen leren (de cognitieve psychologie) en anderzijds experimenteel EdTech-onderzoek waar media met elkaar vergeleken worden (mediavergelijkingsstudies). Beide onderzoeksgebieden maken gebruik van onderzoeksmethodes; deze worden in het derde kaderstuk kort beschreven. De cognitieve psychologie is de tak van de psychologie die zich toelegt op het bestuderen van hoe mensen denken, leren, onthouden en vergeten. In experimentele studies wordt bijvoorbeeld onderzocht welke leerstrategieën het vergeetproces kunnen afremmen, of op welke manier het onthouden én het toepassen van het geleerde bevorderd kan worden. De structuur van het menselijk geheugen en de verschillende cognitieve processen die er plaatsvinden spelen een belangrijke rol in de cognitieve psychologie. In een experiment kan bijvoorbeeld nagegaan worden of leerlingen op lange termijn meer onthouden door inoefening van dezelfde leerstof te spreiden over meerdere momenten of te groeperen in één oefensessie (gespreid oefenen, *spaced practice*).

Cognitieve psychologie

Onder experimenteel EdTech-onderzoek of mediavergelijkingsstudies (media comparison studies) verstaan we een onderzoeksopzet waarbij alle factoren van de instructie – didactiek, inhoud, tijdsduur, hoeveelheid oefenen – in de verschillende experimentele groepen gelijk gehouden worden, behalve de inzet van een digitale toepassing. In een onderzoek van Xodabande en

Mediavergelijkings-studies

Onderzoeksmethodes

We onderscheiden verschillende soorten onderzoeken om gegevens te verzamelen. Grossso modo zijn er onderzoeken die een samenhang tussen variabelen kunnen beschrijven en onderzoeken die een oorzakelijk verband tussen variabelen kunnen aantonen.

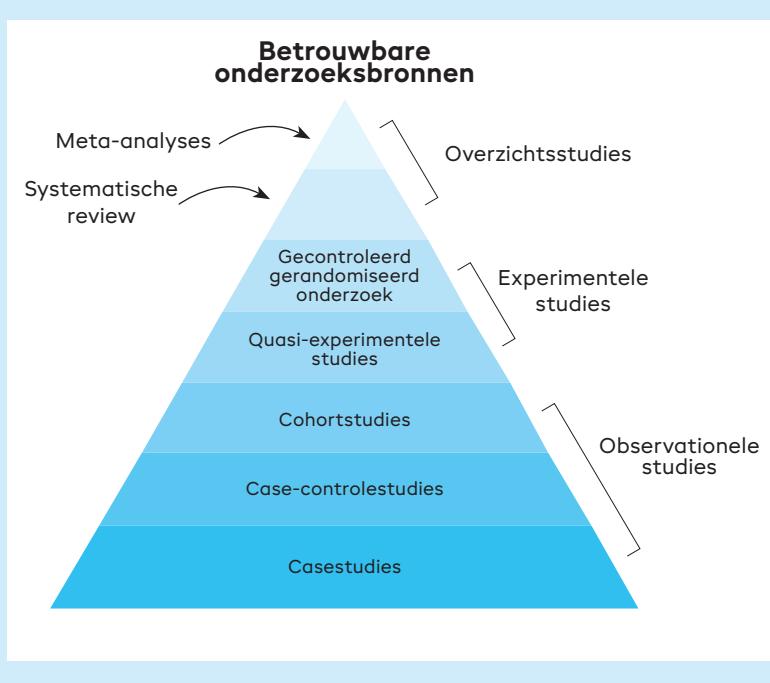
Ten eerste zijn er **observationele studies** (zie Figuur 1). Deze zijn eerder beschrijvend van aard: er vindt geen interventie plaats. Dit soort onderzoek leent zich tot het beschrijven van een samenhang tussen verschillende variabelen. In studies naar de effectiviteit van leraren wordt bijvoorbeeld het gedrag van leraren geobserveerd (veel vragen stellen, modelleren, afbouwende ondersteuning bieden) en hoe dit gedrag samenhangt met leerwinst. Maar ook vragenlijsten bij leerlingen en leraren leveren beschrijvende gegevens op die gekoppeld kunnen worden aan een variabele. Observationeel onderzoek kan dus een samenhang of relatie aantonen tussen variabelen, maar dit betekent niet dat er een oorzakelijk verband hoeft te zijn. Zo is een samenhang mogelijk tussen de hoeveelheid tablets in een klas en de leeruitkomsten van leerlingen. Maar dat betekent niet dat een af- of toename in leerwinst een rechtsreeks gevolg hoeft te zijn van de hoeveelheid tablets.

Om een oorzakelijk verband aan te tonen is bijvoorbeeld **experimenteel onderzoek** een optie, meer bepaald gecontroleerd gerandomiseerd onderzoek (RCT; randomised controlled trials). In deze onderzoeken worden deelnemers in verschillende groepen (condities) waarbij maar één variabele verschilt met elkaar vergeleken. Belangrijk is dat de deelnemers willekeurig (*at random*) aan een van de condities toegevoegd worden, om de invloed van andere variabelen zoveel mogelijk onder controle te houden. Je kan bijvoorbeeld een groep leerlingen een instructievideo over een onderwerp laten bekijken waarbij je als leraar te horen en te zien bent, terwijl je voor de andere groep alleen te horen bent. Voorts zijn de inhoud, lengte en de vragen die gesteld worden in beide video's gelijk. Vervolgens kan je een toets afnemen (op lange en/of korte termijn) en vaststellen welke groep gemiddeld het beste scoort – vergeleken met een toets die je voor de video afnam. Op deze manier kan je uitspraken doen over het effect van de variabele 'leraar-in-beeld' op leerwinst.

Een derde groep onderzoeken waarnaar we in dit boek geregeld verwijzen, zijn **overzichtsstudies**. Deze kan je omschrijven als studies die de resultaten analyseren van verschillende onderzoeken die dezelfde onderzoeksvariaties trachtten te beantwoorden. Bijvoorbeeld alle onderzoeken die ooit gevoerd werden naar de vraag: 'Heeft een leraar in beeld tijdens een instructievideo een positief effect op leeruitkomsten?' Sommige overzichtsstudies beperken zich tot het

beschrijven van de resultaten (een systematische review), andere voeren opnieuw bepaalde statistische analyses uit op basis van de gegevens van de onderzochte studies (meta-analyses). Op zich zijn overzichtsstudies waardevol, maar natuurlijk alleen op voorwaarde dat deze studies zelf aan een zekere standaard beantwoorden.

Natuurlijk wil je als lezer nu weten of je best instructievideo's maakt met jezelf in beeld. Op basis van twee overzichtsstudies kan je concluderen dat een leraar in beeld een positief effect heeft op leeruitkomsten. De voorwaarde is wel dat je als leraar ondersteunend non-verbaal gedrag vertoont, zoals het aanduiden van belangrijke aspecten in de video of het maken van oogcontact.^{1,2}



Figuur 1.
Overzicht van verschillende mogelijke vormen van studies. Bron: Gebaseerd op Andy Griffiths Expert PT.

collega's bijvoorbeeld werden leerlingen uit het secundair/voortgezet onderwijs die woordenschat van een vreemde taal moesten studeren in twee groepen verdeeld. Een eerste groep studeerde op basis van papieren flashcards met aan één zijde het woord in hun moedertaal en aan de andere de Engelse vertaling. Leerlingen in de tweede groep gebruikten een toepassing waarbij de woordparen aangeboden werden op digitale flashcards. In deze studie werd voor de rest alles gelijk gehouden, zoals de duur en het aantal studiesessies. Vervolgens werd de voortgang die leerlingen ten opzichte van een toets vooraf (pre-test) boekten in beide groepen vergeleken. Hieruit bleek dat de leerlingen die studeerden met de digitale toepassing meer vooruitgang boekten in hun

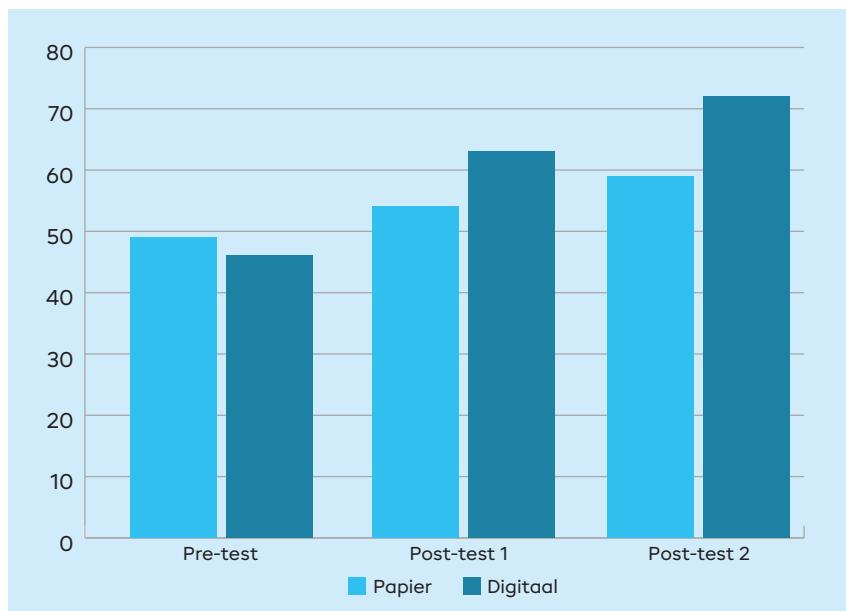
**"Op basis van wetenschappelijke
evidentie maken expertleraren
didactische keuzes in de context van
hun klaspraktijk."**

woordenschatkennis dan leerlingen die met papieren flashcards studeerden (zie Figuur 2).³ Digitale flashcardtoepassingen kunnen dus een meerwaarde voor het leren betekenen, doordat effectieve leerstrategieën zoals gespreid oefenen en actief ophalen uit het geheugen versterkt kunnen worden door EdTech.

Onderzoek naar de effectiviteit van digitale toepassingen is nog vrij pril en beperkt, zeker vergeleken met de grote hoeveelheid replicaties en overzichtsstudies die bestaan over sommige effectieve leerstrategieën. Een gevolg hiervan is dat er nog vrij weinig studies bestaan waarin het effect van digitale

Figuur 2.

Voortgang die leerlingen boekten in Engelse woordenschat met ondersteuning van papieren of digitale flashcards. Bron: Xodabande, I., Pourhassan, A., & Valizadeh, M. (2022). Self-directed learning of core vocabulary in English by EFL learners: Comparing the outcomes from paper and mobile application flashcards. *Journal of Computers in Education*, 9(1), 93-111.



toepassingen – en de randvoorwaarden voor dit effect – op langere termijn bestudeerd werden. Luis Rodrigues en collega's onderzochten bijvoorbeeld of er sprake was van een afnemend positief effect van een digitale toepassing met spelementen, omwille van het nieuwe karakter ervan dat stilaan uitdooft (*novelty effect*). Na een viertal weken nam het positieve effect van het digitale spel inderdaad af, wijzend op een *novelty effect*. Na een zestal weken stak

Het medium of de didactiek?

Kader 4

In experimenteel EdTech-onderzoek horen behalve de digitale toepassing alle andere beïnvloedende factoren zoveel mogelijk gelijk te blijven. Alleen op deze manier kan je verschillen tussen groepen toeschrijven aan het gebruik van technologie of niet.

In het onderzoek van Kodabande over digitale flashcards werden daarom het aantal studiesessies, de duur ervan en de instructie voorafgaand aan het oefenen gelijk gehouden. De digitale toepassing bood de leerlingen verschillende spelvormen aan en hanteerde een algoritme dat zorgde voor een geoptimaliseerde spreiding van de oefenmomenten. De leerlingen in de groep met papieren flashcards kregen daarom de leerstrategie van gespreid oefenen (*spaced practice*) aangeleerd. Bij aanvang van een studiesessie werd hen bijvoorbeeld gevraagd twee stapels kaartjes te maken van woordparen die ze al goed en minder goed kenden. Deze laatste moesten ze dan vaker inoefenen. Maar of de leerlingen deze strategie in de praktijk ook daadwerkelijk gingen toepassen, is niet zeker. Kan je dan met zekerheid zeggen dat het verschil verklaard kan worden door het medium of doordat de leerlingen in de digitale groep een effectieve leerstrategie (gespreid oefenen) aangestuurd door het medium beter toepasten? Vanuit onderzoekstechnisch perspectief geldt wellicht wat Richard Clark in 1983 al stelde, namelijk dat het medium op zich geen verschil maakt maar wel het didactisch principe achter de toepassing. Clark adviseert daarom onderzoek te richten op effectieve instructie en hoe deze kan ondersteund worden door EdTech.⁵

We zullen niet de opzet van iedere studie die we aanhalen volledig ontrafelen. Als we op basis van onderzoek een positief effect van technologie beschrijven, gaat het om de mogelijkheden die technologie aan boord heeft om als hefboom voor effectieve leer- en instructiestrategieën te fungeren. Zonder digitale toepassing zou deze hefboomfunctie niet of moeilijker te realiseren zijn.

het positieve effect echter terug de kop op. Volgens de onderzoekers was dit te verklaren door het feit dat de studenten die deelnamen aan het onderzoek pas na verloop van tijd een gewoonte ontwikkeld hadden om met de digitale speltoepassing te werken (*familiarization effect*). Nadat het positieve effect van het nieuwe van de toepassing uitgedoofd was, belemmerde het onbekende van de tool blijkbaar vervolgens het leren.⁴ Dit onderzoek ondersteunt waarom we in dit boek vaak enigszins voorzichtig zijn in onze aanbevelingen. Of het verschil tussen experimentele groepen daadwerkelijk toe te schrijven is aan de digitale toepassing op zich of de didactiek die erdoor versterkt wordt, is soms onderwerp van discussie. Wie zich daarin wil verdiepen, verwijzen we graag naar kaderstuk 4.

In het boek *Wijze lessen* worden vijf wetenschappelijke inzichten beschreven die het fundament vormen van twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek (zie Figuur 3).² Deze inzichten zijn eveneens van toepassing in geval van door technologie ondersteunde instructie en leren. De principes van effectieve instructie, zoals het stellen van vragen en bieden van oefenkansen, die beschreven worden in Inzicht 5 zijn bijvoorbeeld minstens even belangrijk in geval van door technologie ondersteunde instructie. Meer nog, het zijn net deze principes waarvoor we EdTech als een hefboom willen inzetten.

De menselijke cognitieve architectuur

Omdat het eerste inzicht uit *Wijze lessen* over de werking van het (beperkte werk)geheugen essentieel is voor beslissingen over wanneer en hoe EdTech te gebruiken, doen we dat inzicht hier nog even kort uit de doeken. Indien je het basisboek echter al kan opdelen, adviseren we om even pauze te nemen en dan door te bladeren naar ‘De zes inzichten van *Wijze lessen. Digitale didactiek*’ (zie pagina 54).

In de menselijke cognitieve architectuur onderscheiden we drie onderdelen en drie essentiële cognitieve processen die daar plaatsvinden (zie Figuur 4).

- Uit de omgeving bereiken ons tal van prikkels die we erg kort in het **sensorische of zintuiglijke geheugen** kunnen vasthouden. Op basis van aandacht voor bepaalde prikkels vindt een eerste cognitief proces plaats, namelijk **selectie** van informatie. De prikkels waaraan we aandacht besteden gaan verder naar het volgende onderdeel van het geheugen.
- De eerste bewuste verwerking van prikkels vindt plaats in het **werkgeheugen**. Dit geheugenonderdeel is echter beperkt in zowel tijd als capaciteit. We kunnen grofweg twee tot zes informatie-elementen tegelijk vasthouden gedurende dertig seconden, als we er niet mee aan de slag gaan. In het werkgeheugen vindt het cognitieve proces **organiseren** van informatie plaats, bijvoorbeeld het onderscheiden van hoofd- en bijzaken. Het werkgeheugen ontvangt niet alleen nieuwe informatie uit de omgeving, maar ook reeds opgeslagen informatie in de vorm van kennisschema’s uit het volgende onderdeel van het geheugen.
- Om daadwerkelijk te leren, vindt **integratie** van nieuwe informatie plaats in de kennisschema’s van het **langetermijngeheugen**. Het ophalen van eerder opgedane kennis uit het langetermijngeheugen naar het werkgeheugen, helpt om betekenis te geven aan nieuwe informatie en omzeilt de beperking

Figuur 3.

Een overzicht van de vijf inzichten uit de wetenschap beschreven in het boek *Wijze lessen*.

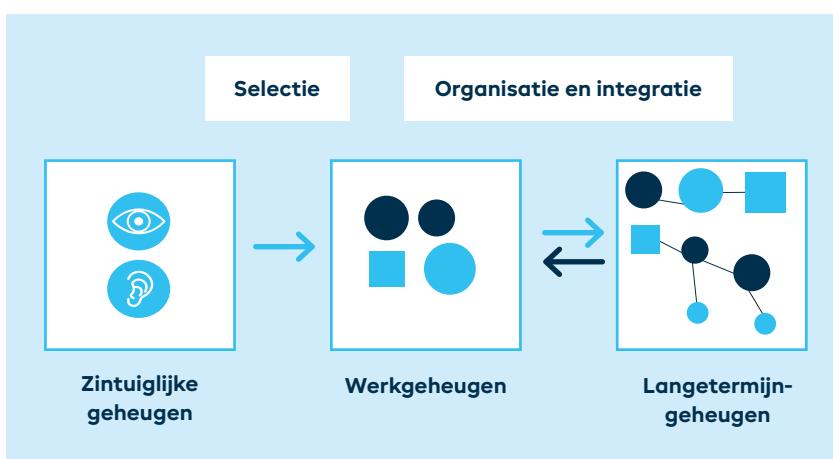
INZICHT 1: Het werkgeheugen heeft een beperkte capaciteit.

INZICHT 2: De expert denkt anders dan de beginner.

INZICHT 3: Generieke vaardigheden aanleren: het doel is niet altijd het middel.

INZICHT 4: Leren is niet hetzelfde als presteren.

INZICHT 5: Wat de meest effectieve leraren doen is... gewoon goed lesgeven



Figuur 4.
Vereenvoudigde weergave van het menselijk informatie-verwerkend systeem.

van het werkgeheugen. De losse letters a-b-m-r-s-u-t-s-e-s-r-e-d-l-a-m vasthouden in je werkgeheugen is erg moeilijk. Echter, a-m-s-t-e-r-d-a-m-b-r-u-s-s-e-l vasthouden lijkt gemakkelijker. Je kennisschema over de hoofdsteden van Nederland en België zorgt ervoor dat je geen zestien maar slechts twee informatie-elementen moet vasthouden. De mensen die nog steeds zestien elementen moeten vasthouden verwijzen we graag naar de noot³

Om leren daadwerkelijk te laten plaatsvinden is het zaak de beperkte capaciteit van het werkgeheugen niet te overbeladen. Deze capaciteit wordt opgebruikt door twee vormen van cognitieve belasting:

- **Intrinsieke belasting** is eigen aan de complexiteit van een leeractiviteit. Deze complexiteit wordt niet alleen bepaald door het aantal informatie-elementen, maar ook door hoe ze onderling samenhangen. Het leren van drie woordparen in een vreemde taal is minder complex dan het vormen van een zin (met onder andere werkwoord en persoonsvorm) waarin deze drie woorden aan bod komen. Als leraar kunnen we niet meteen iets veranderen aan de complexiteit van leerstof. We kunnen er echter wel voor zorgen dat we de leerstof in behapbare hoeveelheden, gestructureerd en goed opgebouwd aanbrengen.
- **Extrinsieke belasting** is niet eigen aan de leeractiviteit, maar kan veroorzaakt worden door minder effectieve didactiek of slecht ontworpen leermiddelen. Een dia uit een Google Presentatie die overladen is met tekst en voorzien van overbodige animaties zal een flinke hap halen uit de beschikbare cognitieve capaciteit van onze leerlingen. Een druk groepswerk waarin ze veel moeten afspreken alvorens aan de inhoud van de opdracht te beginnen doet dat ook. Het is capaciteit die niet voor het eigenlijke leren aangewend kan worden.

We moeten de cognitieve capaciteit of mentale bandbreedte van het werkgeheugen optimaal beladen én benutten. Tijdens het leren gaat het dus niet zozeer om het beperken van cognitieve belasting, maar wel om het optimaliseren ervan.

De zes inzichten van Wijze lessen. Digitale didactiek

We bespreken zes inzichten die specifiek relevant zijn voor door technologie ondersteund lesgeven en leren. De zes inzichten (zie Figuur 5) vormen de basis voor de uitwerking van de twaalf bouwstenen voor effectieve digitale didactiek in deel 3 van dit boek.

Figuur 5.

Overzicht van de zes inzichten die aan bod komen in dit boek



1 De didactiek bepaalt de tool, niet omgekeerd



De inzet van EdTech kan effectief zijn wanneer deze gebruikt wordt om de instructie van de leraar te versterken. Het is echter niet de bedoeling dat digitale toepassingen – omdat ze nu eenmaal voorhanden zijn – de instructie bepalen of aansturen. Als je op een bijscholing, een online onderwijsblog of via een ander kanaal kennismaat met een blitse quiztool, betekent dit niet dat je deze koste wat kost moet inpassen in je les omdat je nu eenmaal wil – of het gevoel hebt te moeten – digitaliseren. Zet altijd je leerdoelen en didactische keuzes voorop. Denk dus eerst: wat wil ik bereiken met de leerlingen? Vervolgens kan je nadenken over welke didactische aanpak de beste kansen biedt om dit doel te bereiken. Pas daarna, op de derde plaats, komt de vraag: is er eventueel educatieve technologie die de beoogde leerwinst kan vergroten?

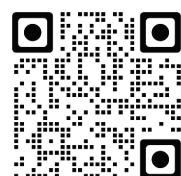
Quiztools inzetten voor inoefening, feedback en nagaan van begrip

Kader 5

Stel, je geeft les in automechanica. Tijdens de vorige les leerden de leerlingen over de verschillende onderdelen van de motor. De volgende les zal starten met de werking van de motor. Kennis van de motoronderdelen is daarvoor noodzakelijk. Als leraar wil je technologie als ondersteuning inzetten om het doel te bereiken. Om inoefening mogelijk te maken, feedback te geven en begrip te checken, moet de digitale toepassing aan volgende voorwaarden voldoen:

- De leerlingen moeten de onderdelen van de motor ook thuis kunnen inoefenen.
- De leerlingen moeten onmiddellijk een goed/fout-indicatie en feedback kunnen krijgen.
- Als leraar wil je een overzicht krijgen van de prestaties van individuele leerlingen, maar ook op vraagniveau. Op deze manier kan je makkelijker in kaart brengen waarvoor bepaalde leerlingen nog extra ondersteuning nodig hebben.
- De leerlingen moeten kunnen aangeven of ze nog specifieke vragen hebben voor de volgende les.

Een quiztool als **Socrative**⁴ laat toe om leerlingen bij het beantwoorden van de vragen onmiddellijk feedback te geven, zowel of het antwoord correct is als extra woordelijke uitleg. Met deze toepassing kan je als leraar ook een open vraag toevoegen om eventuele misvattingen (misconceptions) bloot te leggen.⁷ Daarnaast geeft de tool in een lerarendashboard overzichtelijk de resultaten van de quiz weer per leerling en per vraag (zie Figuur 6). Op deze manier ondersteunt de tool jou als leraar om je een beeld te vormen van de aanwezige kennis en voortgang van de leerlingen, om daar vervolgens je instructie op af te stemmen.

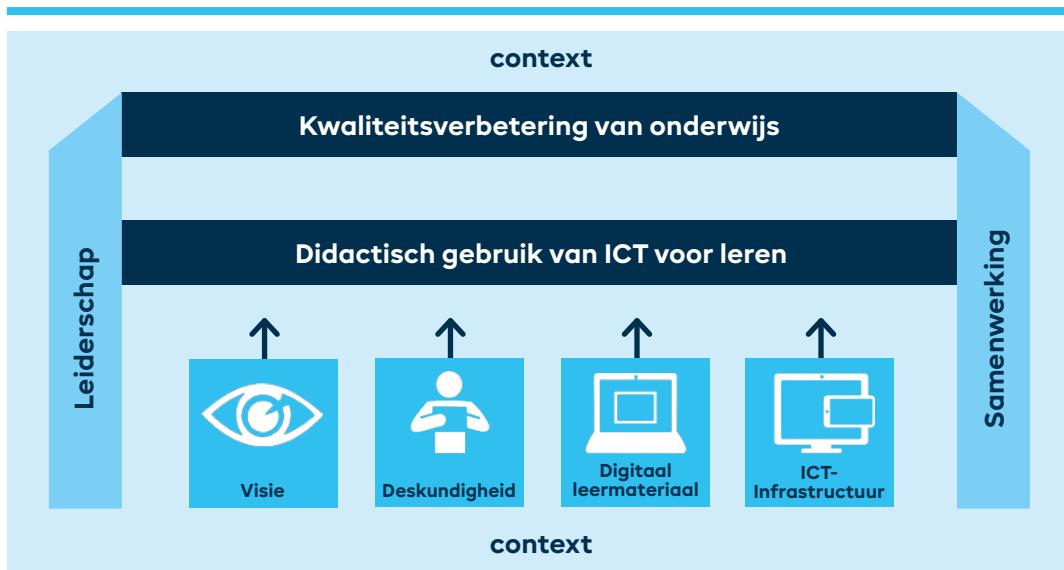


Room: MORE4316

De onderdelen van een motor i

<input checked="" type="checkbox"/> Show Names	<input checked="" type="checkbox"/> Show Responses	<input checked="" type="checkbox"/> Show Results
NAME ▲	SCORE%◆	1 2 3 4
Elon Musk	✓67%	✓ cilinder ✓ zuiger ✗ drijfjas - waarvoor dient ...
Henry Ford	✓100%	✓cilinder ✓zuiger ✓drijfstang - Hoe werkt een c...
Max Verstappen	✓33%	✓cilinder ✗drijfjas ✗krukas - Hoie werkt een k...
3 Class Total		100% 67% 33%

Figuur 6.
Edash-board zoals in **Socrative**, met de resultaten en antwoorden van leerlingen.



Figuur 7.

Het herwerkte Vier in balans-model van het Vlaamse Kenniscentrum Dgisprong, met de belangrijke laag 'Didactisch gebruik van ICT voor leren'.

Bepaalde auteurs van dit boek hebben in hun enthousiasme en niet afлатende zoektocht naar kwalitatieve digitale toepassingen bovenvermelde vragen eerlijkheidshalve niet altijd in die volgorde doorlopen. Maar ook zij worden elke dag slimmer – op sommige vlakken toch.

Het is dus sterk aangewezen dat de nadruk niet op de vorm van het onderwijs komt te liggen, maar dat door digitale toepassingen ondersteunde leeractiviteiten steeds nauw aansluiten bij de inhoud en de leerdoelen.⁶ Dit is trouwens niet alleen van toepassing op door technologie ondersteunde instructie. Soms wordt er bijvoorbeeld ook van groeps- of projectwerk ten onrechte gedacht dat de werkform op zich tot beter leren leidt. Een misvatting die wij als ‘werkformisme’ labelen.

In kaderstuk 5 (pagina 55) schetsen we een concreet voorbeeld van hoe je een tool kiest en inzet in functie van de vooropgestelde doelen.

EdTech in functie van de onderwijsvisie

Dit boek richt zich vooral op de instructie van de leraar in de klas (microniveau). Toch is ook aandacht voor ondersteunende randvoorwaarden op het vlak van EdTech-implementatie essentieel binnen de school (mesoniveau). Een model voor een succesvolle schoolbrede implementatie van technologie waar vaak naar verwezen wordt in zowel het Vlaamse als Nederlandse onderwijs, is het Vier in balans-model. De Nederlandse onderzoeker Alfons ten Brummelhuis stond aan de basis van dit model, dat randvoorwaarden of bouwstenen beschrijft die noodzakelijk zijn voor een effectieve en efficiënte inzet van EdTech in het onderwijs. De vier randvoorwaarden die centraal staan in dit model zijn **ICT-infrastructuur** (hardware en connectiviteit), **digitaal leermateriaal** (digitale leermiddelen, software, elektronische leeromgeving), **deskundigheid** (competenties van medewerkers) en een **visie** (zie Figuur 7).⁸

Randvoorwaarden



"De inzet van ICT dient te passen in de visie op onderwijs van de school!"

Het ontwikkelen van een visie over met welk doel je ICT wil inzetten binnen de school of scholengroep is een cruciale bouwsteen voor een geslaagde inzet van EdTech – en bij uitbreiding alle innovaties in het onderwijs. Op basis van je visie als school op goed onderwijs, bepaal je hoe de inzet van digitale toepassingen de speerpunten van je visie kan helpen realiseren.

Een pijler in de missie en visie van scholen kan bijvoorbeeld zijn dat je ernaar streeft dat leerlingen een steeds grotere zelfstandigheid verwerven in het eigen leerproces. Leerlingen hebben dus ondersteuning nodig bij het ontwikkelen van metacognitieve vaardigheden. Hierdoor kan een school overwegen om digitale leermiddelen zoals adaptieve leerpaden in te zetten. Deze digitale leerpaden zijn dan in principe zo ontwikkeld dat ze op basis van gedrag van leerlingen voorzien in afbouwende ondersteuning voor moeilijke opdrachten, maar ook op het vlak van metacognitie. Op deze manier krijgt de inzet van EdTech een plaats als middel om de doelen in de visie te helpen realiseren.⁹

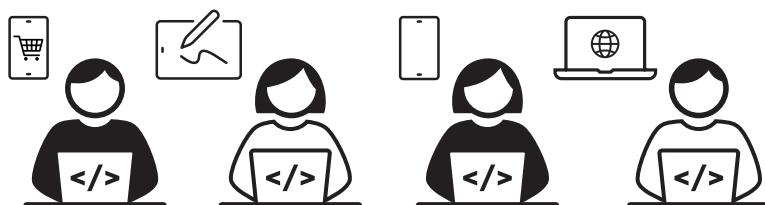
Zowel het Vlaamse Kenniscentrum DigiSprong als het Nederlandse Kennisnet voorzien in handige stappenplannen om met alle actoren in een school aan de slag te gaan en EdTech een onderbouwde plaats te geven binnen de schooleigen context en doelen.⁵

WIJZE LESSEN UIT HET INZICHT 'DE DIDACTIEK BEPAALT DE TOOL, NIET OMGEKEERD'

Digitale toepassingen en digitalisering vormen geen doel op zich. Digitale toepassingen zijn daarentegen een middel om onze doelen te helpen bereiken. Deze doelen kunnen zich situeren op klasniveau (leerdoelen, versterken van instructie- en leerstrategieën) of op schoolniveau (realiseren van de doelen in de visie op goed onderwijs).

**"Onze leerlingen zijn groot geworden
met digitale toepassingen, maar hun
hersenen zijn de laatste decennia niet
wezenlijk veranderd."**

2 Leerlingen leren niet anders in het digitale tijdperk



Het klopt dat de leerlingen die op dit ogenblik in onze klassen zitten vanaf hun geboorte opgegroeid zijn met digitale toestellen. In de meeste gezinnen is er meestal wel meer dan één apparaat aanwezig dat met het wereldwijde web verbonden is en waar kinderen vaak heel wat tijd mee doorbrengen. Ze worden om die reden soms omschreven als *digital natives* (geboren vanaf 1984 volgens de definitie van Marc Prensky), die vergeleken met zogenaamde *digitale immigranten* (geboren voor 1984) of andere fossielen veel vaardiger zouden zijn met digitale toepassingen. Digitale immigranten hebben een aanzienlijk deel van hun leven doorgebracht in een wereld waar digitale toepassingen nog niet alomtegenwoordig waren. Zij hebben zich pas op latere leeftijd technologie eigen gemaakt.¹⁰

Sommige van onze leerlingen zullen inderdaad vaardiger zijn met bepaalde digitale toepassingen, voornamelijk als het sociale media en vrijetijdstoepassingen betreft. Ze durven ook veel meer uitproberen op hun smartphone of laptop, wetende dat je steeds kan annuleren, teruggaan naar vorige versies of een bestand uit de prullenbak kan halen. De term *digital natives* is echter problematisch als deze gebruikt wordt om aan de huidige generatie leerlingen niet-bestante voorkeuren of mogelijkheden op het vlak van leren toe te dichten. Bij deze veronderstelling – en dat het onderwijs zonder technologie daar niet op voorbereid is – zijn immers belangrijke kanttekeningen te maken.¹¹ We sommen er een aantal op.

- **Onze hersenen zijn niet veranderd.** Hoewel hersenen blijkt geven van een zekere mate van plasticiteit doorheen ons leven⁶, zijn ze de laatste decennia door de alomtegenwoordigheid van digitale toestellen en toepassingen niet

veranderd. Het menselijk brein zoals we dat nu kennen, in termen van grootte en complexiteit, bestaat ongeveer 200 tot 300 duizend jaar. Deze schatting is gebaseerd op het verschijnen van de Homo sapiens (moderne ‘wijze’ mens) in het fossielenbestand. Met andere woorden, informatieverwerking en leren gebeuren op dezelfde manier als in de 20^{ste} eeuw en ver daarvoor. Het feit dat de huidige leerlingen opgegroeid zijn met technologie, betekent niet dat instructie- en leerstrategieën daaraan aangepast moeten worden. Het is ook nu nog steeds van belang om bijvoorbeeld rekening te houden met het beperkte werkgeheugen van onze leerlingen. Als we dat niet doen, kan EdTech-gebruik negatieve gevolgen hebben voor het leren, zoals verminderde concentratie en de neiging om meteen iets te googelen en niet eerst na te denken.

- **Digitale vaardigheden in functie van leren.** Onze leerlingen zijn dan misschien vaardig in het vegen (swipen) of het gebruik van sociale media, dit betekent niet dat ze digitale toepassingen weten in te zetten op een manier die hun leren ten goede komt. Het belang van informatiegeletterdheid werd reeds beschreven in de literatuur in het begin van de jaren zeventig van de 20ste eeuw. Toch leert de praktijk dat leerlingen nog vaak het eerste resultaat van Google gebruiken, informatie op het web per definitie als waar aannemen en stukken tekst letterlijk kopiëren en plakken in hun huiswerk. Het gebruiken van specifieke databanken of algemene zoekmachines, het kunnen inschatten hoe deze zoekmachines werken en wat dat betekent voor de zoekresultaten zijn nochtans belangrijke vaardigheden voor iedere leerling. Hetzelfde geldt voor informatiemanagement: het opslaan, beheren, terugvinden en delen van informatie via meerdere toestellen en online cloudopslagplaatsen zijn noodzakelijke competenties om het leerproces te ondersteunen.¹²⁻¹³

Informatiegeletterdheid

- **Kennis blijft belangrijk.** Sinds het ontstaan van onder andere de zoekmachine Google in 1996⁷ wordt geregeld de vraag gesteld hoe belangrijk kennis nog is. Deze vraag lijkt nog relevanter nu een conversatie met chatbots als Perplexity en Microsoft Copilot ons niet alleen antwoorden maar ook de gebruikte bronnen oplevert. Toch blijft kennis belangrijk, om meerdere redenen. De zoekopdrachten die je ingeef of vragen die je stelt aan een chatbot zullen gerichter zijn en betere resultaten opleveren als je over de nodige relevante voorkennis beschikt. Daarnaast kan je met enige kennis ter zake ook de kwaliteit van de verkregen antwoorden inschatten. Zoals beschreven in kaderstuk 2 (zie pagina 34), kunnen chatbots al eens hallucineren – niet alleen op inhoudelijk vlak maar zelfs de bronnen die vermeld worden zijn soms onbestaande. Ten slotte zal de informatie die leerlingen opzoeken en raadplegen op het wereldwijde web beter beklijven en geïntegreerd worden als zij beschikken over relevante kennisschema's over een bepaald onderwerp. Om E. D. Hirsch te parafraseren: vooral de leerling die over een brede kennisbasis beschikt, zal meer – en sneller – bijleren van informatie via internet.¹⁴ In Bouwsteen 10 zullen we ook nog bespreken hoe eerst nadenken over een vraag alvorens deze te googelen het leren positief kan beïnvloeden.

Informatiemanagement

Taakschakelen

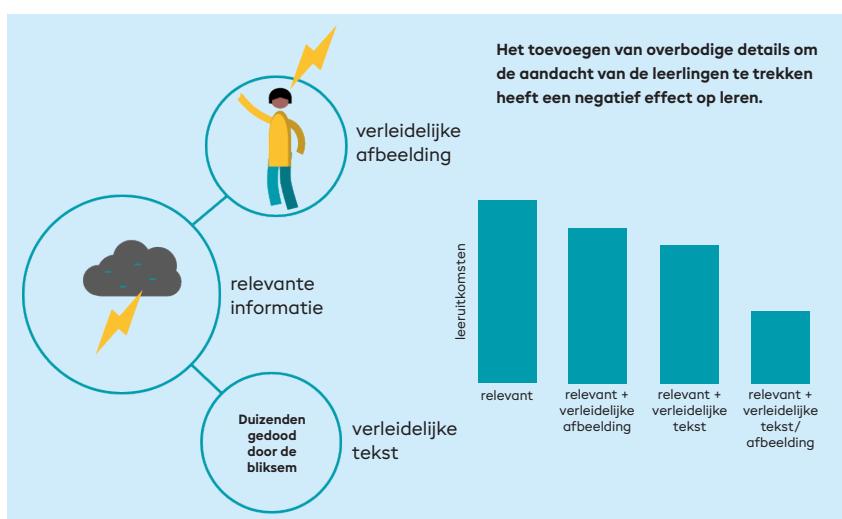
- **Multitasken versus taakschakelen.** Van de huidige generatie leerlingen wordt soms beweerd dat ze kunnen multitasken. Dit is het tegelijkertijd uitvoeren van twee of meer niet geautomatiseerde informatieverwerkende processen, dat wil zeggen waarover je moet nadenken of waarbij je hersenen informatie moeten verwerken. Bijvoorbeeld leerlingen die nieuwe leerinhoud bestuderen in een boek en intussen afbeeldingen verzenden via Snapchat of door hun Instagram-feed scrollen. Het lijkt alsof de leerlingen op dat moment aan het multitasken zijn, maar de menselijke cognitieve architectuur laat dat niet toe. Op dat ogenblik doet de leerling aan vliegensvlug taakschakelen (task-switching). Dit wil zeggen dat de focus niet volledig op beide taken tegelijk gevestigd wordt – zoals we misschien soms veronderstellen – maar dat de aandacht constant verplaatst wordt tussen de twee denktaken. Het constant en snel switchen tussen twee cognitief veeleisende taken is nefast voor het leren.¹¹

Bovenstaande misvattingen over digital natives hebben drie praktische implicaties voor het gebruik van EdTech in ons onderwijs.

Extrinsieke cognitieve belasting

Ten eerste dienen we steeds rekening te houden met de beperkte capaciteit van het werkgeheugen. Digitale toepassingen zijn vaak voorzien van overbodige toeters en bellen, zoals geluiden of irrelevante animaties die zorgen voor cognitieve belasting die het leren belemmert (extrinsieke cognitieve belasting). Er bestaat een veelheid aan onderzoeken die bijvoorbeeld aantonen dat het gebruik van beelden in een presentatie uitsluitend om de interesse van leerlingen op te wekken, een negatief effect heeft op leren. Dergelijke verleidelijke details (*seductive details*) leiden de aandacht af van de essentie en verbruiken cognitieve capaciteit die niet voor leren ingezet kan worden (zie Figuur 8).¹⁵ Hoe woorden en beelden wel effectief gecombineerd kunnen worden met behulp van EdTech bespreken we in Bouwsteen 4.

Figuur 8.
Illustratie van het negatieve effect van verleidelijke afbeeldingen en/ of tekst op de leerprestaties. Bron Harp and Mayer 1997.



Een tweede implicatie heeft te maken met de mythe van de *digital native* als multitasker. Het feit dat leerlingen hiertoe niet in staat zijn, wordt ondersteund door onderzoek naar het gebruik van de digitale quiztool Wooclap⁸ in de les. Als deze tool zowel ingezet werd om te quizzen als om aantekeningen te maken, én de presentatie op het eigen scherm te volgen, verhoogde weliswaar de ervaren betrokkenheid bij de les van de deelnemers, maar anderzijds bleek dat het inzetten van meerdere opties van de tool niet zorgde voor beter leren. De verklaring hiervoor is wellicht dat het gelijktijdig gebruik van de verschillende mogelijkheden van Wooclap – zelfs in functie van de les – zorgde voor taakschakelen waardoor beter leren verhinderd werd.¹⁶

Aansluitend op de mythe van multitasken is er de impact van aandachtstrekkende apps op het leren. De gevolgen hiervan voor het onderwijs zijn zo actueel dat we er het volledige inzicht aan wijden.

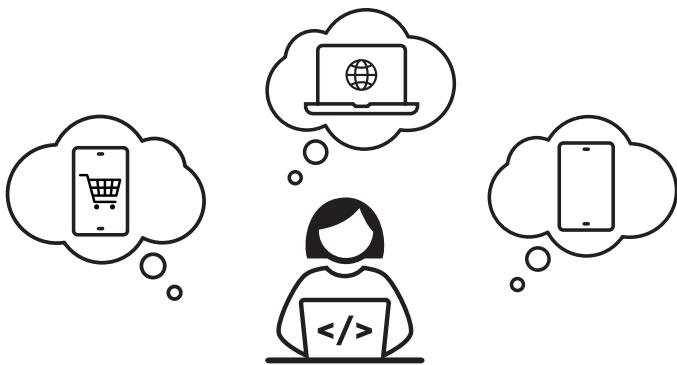
De derde implicatie komt voort uit het feit dat we niet zomaar mogen aannemen dat leerlingen Edtech gaan inzetten in functie van leren. Als leraar heb je daarom een rol te vervullen op het vlak van het modelleren van belangrijke vaardigheden in verband met informatiemanagement en -geletterdheid. Leerlingen zijn vaak niet mediawijs en missen de technische kennis en metacognitieve vaardigheden die essentieel zijn om technologie op zo'n manier in te zetten dat deze een meerwaarde betekent voor het leren. Dit bleek onder andere uit de resultaten van onderzoek naar online en blended onderwijs in Vlaamse secundaire scholen tijdens de Covid-19-pandemie.⁹ Zowel leraren, ICT-coördinatoren als de leerlingen zelf gaven aan dat leerlingen lang niet altijd vaardig zijn in het gestructureerd opslaan van hun digitale bestanden of het zoeken en verwerken van online informatie. Als leraar kan je hen hierin begeleiden, best niet tijdens afzonderlijke mediawijsheidlessen, maar vooral specifiek in de context van onze eigen vakken.

Informatiemanagement en -geletterdheid

WIJZE LESSEN UIT HET INZICHT 'LEERLINGEN LEREN NIET ANDERS IN HET DIGITALE TIJDPERK'

Onze leerlingen worden, omdat ze in een tijdperk geboren zijn waarin technologie alomtegenwoordig is, soms omschreven als *digital natives*. Dit betekent echter niet dat ze kunnen multitasken of dat hun hersenen fundamenteel anders werken dan vroeger. Leerlingen mogen vaardig zijn in het gebruik van digitale technologie als ontspanning, dat betekent nog niet dat ze deze effectief weten in te zetten in functie van het leren. Gebruikmaken van TikTok zorgt nog niet dat ze ook weten waar de klepel van effectief EdTech-gebruik hangt.

3 Afleiding staat leren in de weg



Hoewel niemand kan multitasken, ook onze huidige leerlingen niet, zijn veel digitale toepassingen juist gericht op het simultaan uitvoeren van of snel schakelen tussen verschillende taken. Niet alleen de apps op onze smartphone schreeuwen om onze aandacht. In de instellingen van het besturingssysteem Windows vind je bijvoorbeeld een onderdeel 'Multitasking' terug, met opties voor het werken met meerdere vensters tegelijk, en als gebruiker kan je voor een groot aantal applicaties meldingen laten verschijnen in het 'Actiecentrum'. Op deze manier krijg je notificaties van je mail of WhatsApp in de benedenhoek van je lap- of desktop te zien. Zelfs in toepassingen als Google Documenten, waarin je verondersteld wordt geconcentreerd aan de slag te zijn, kan een collega of medeleerling door opmerkingen of de chatfunctie je aandacht opeisen.

Ondanks de aanwezigheid van het veulkoppige monster dat afleiding heet, zijn digitale apparaten alomtegenwoordig. Wegen de mogelijkheden van gebruik in functie van leren op tegen de kwalijke gevolgen van afleiding?

Onderzoek om een antwoord te geven op deze vraag werd voornamelijk in het hoger onderwijs uitgevoerd. Faria Sana en collega's lieten studenten notities nemen met een laptop en gaven aan de helft van de deelnemers de opdracht om twaalf keer tijdens de les het nieuws te checken of andere niet-taakgerelateerde (off-task) online activiteiten uit te voeren. De multitasking-groep presteerde op een test na de les beduidend minder goed dan medestudenten in de niet-multitasking-groep. Nog opvallender, de onderzoeksresultaten wezen uit dat ook studenten die notities namen met pen en papier en zich in de buurt van hun multitaskende collega's bevonden, minder goed scoorden op de test. Meekijken op de schermen van hun medestudenten volstond voor een negatief effect op de leerresultaten.¹⁷ Het nieuwe meeroken, als het ware. Het feit dat het hier ging om niet-taakgerelateerd taakschakelen blijkt wel belangrijk. Als studenten in de buurt zitten van collega's met laptops die uitsluitend taakgerelateerde activiteiten uitvoeren, is het negatieve effect beduidend lager. Doorslaggevend voor een 'meerookeffect' bleek dus vooral wat er zich op die schermen precies afspeelt.¹⁸

"We zijn even aangetrokken tot onze telefoons als bijen tot honing."

~ Dr. Larry Rosen, auteur *The Distracted Mind: Ancient Brains in a High-Tech World*

Twaalf keer per les switchen naar een online activiteit die niet in het teken van de les staat lijkt veel. Lijkt, want uit onderzoek naar de hoeveelheid gebruik van toestellen voor niet-taakgerelateerde doeleinden, bleek maar liefst 19% van de totale lestijd naar deze activiteiten te gaan. De deelnemers aan dit onderzoek mochten vrij over laptops en smartphones beschikken, waarbij de totale hoeveelheid off-task gebruik netjes verdeeld werd tussen beide types toestellen. De studenten die deelnamen aan het onderzoek waren zich wel bewust van de nadelige effecten, maar dit beïnvloedde hun gebruik van digitale toestellen niet ten goede. Uit deze studie bleek ook dat het ertoe doet wanneer je je toestel gebruikt voor niet-taakgerelateerde activiteiten: beslis je dit zelf of word je aangestuurd door notificaties? In het laatste geval is het negatieve effect groter. Wellicht komt dit doordat zelfgekozen taakirrelevant gebruik van toestellen vaker plaatsvindt op ogenblikken dat het lesverloop zich daar min of meer toe leent.¹⁹ Bovenstaand onderzoek werd uitgevoerd in het hoger onderwijs. Het lijkt ons echter weinig aannemelijk dat jonge leerlingen beter in staat zouden zijn dan studenten om uit zichzelf enkel met relevante taken bezig te blijven als ze een toestel voor hun neus hebben staan. Onderzoek toont eerder het omgekeerde aan, zoals verderop nog zal blijken.

Off-task gebruik

Onderzoek naar waarom het gebruik van smartphones – en bij uitbreiding apps op andere toestellen – zo verleidelijk is, wijst op de nood aan het vervullen van affectieve behoeftes. Een snelle check van sociale media of een tekstbericht sturen naar een vriendin kunnen deze behoefte invullen. Een bepalende psychologische factor die een rol speelt in het grijpen naar de smartphone is *delay discounting*: het in staat zijn kleinere directe beloningen uit te stellen voor grotere beloningen op langere termijn. ‘Neem ik de marshmallow nu, of kan ik een paar uur wachten en dan krijg ik meerdere marshmallows?’ Deze psychologische eigenschap van het kunnen uitstellen van een beloning ontwikkelt zich met het ouder worden. Voornamelijk voor de leeftijd van 16 jaar hebben jongeren het moeilijk om de keuze voor een directe beloning te onderdrukken.²⁰⁻²² Daarnaast zorgen veranderingen in het brein tussen de leeftijd van 10 en 12 jaar dat sociale beloningen als uitermate bevredigend ervaren worden. Dergelijke bekrachtigers gaan immers gepaard met een rush van gelukshormonen zoals dopamine en oxytocine. Het is dus niet vreemd dat onze leerlingen moeilijk kunnen weerstaan aan meldingen die instant bevrediging beloven.²³

Delay discounting

Is een smartphoneban in scholen de oplossing?

De laatste vijftig jaar heeft de mobiele telefoon een prominente plaats in ons leven verworven.⁹ Ook onze leerlingen maken erg veel gebruik van dit verlengde van hun arm. In Nederland beschikt driekwart van de kinderen van 7 tot 12 jaar (76% in 2023) over een smartphone. 45% van de jongeren uit het voortgezet/secundair onderwijs in Vlaanderen geeft aan op vrije dagen meer dan vier uur op hun smartphone door te brengen en 36% van de Nederlandse scholieren is de hele dag met leeftijdsgenoten in contact via sociale media.²⁴⁻²⁷

Afleiding ten gevolge van smartphonegebruik kan ervoor zorgen dat het tot twintig minuten duurt voor leerlingen weer hun volledige focus op de leeractiviteit gevestigd hebben. Daarnaast blijkt dat jongeren hun persoonlijke toestel voornamelijk voor niet-taakgerelateerde toepassingen gebruiken.²⁸ Er valt dus iets te zeggen voor onderwijsinstellingen die beslissen deze toestellen uit de klas of zelfs het schoolgebouw te weren. Wat in de klas geldt voor afleiding door de smartphone, geldt trouwens ook voor het maken van huiswerk. Míér smartphonegebruik tijdens het studeren hangt samen met dalende leerresultaten en heeft een negatief effect op leervaatigheden van leerlingen.²⁹ Het zijn vooral de laagpresterende leerlingen die de negatieve effecten ervan ondervinden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat zij een lage mate van motivatie ervaren en hierdoor sneller naar een toestel grijpen.^{28,30,33}

Moeten deze cijfers ons doen beslissen over te gaan tot een algemene ban van toestellen in de school? In Vlaanderen heeft de overheid op het ogenblik van schrijven geen plannen om een smartphoneverbod in te voeren. Ook de onderwijskoepels stellen dat scholen vrij zijn om hierover richtlijnen op te stellen. In Nederland daarentegen geldt sinds 1 januari 2024 een ‘dringend advies’ – een richtlijn, geen wet – om smartphones, smartwatches en tablets te weren uit het klaslokaal. Alleen voor educatieve doeleinden of gezondheidsredenen wordt een uitzondering gemaakt.

Wat zegt onderzoek in landen waar reeds een – gedeeltelijk – door de overheid opgelegd verbod werd ingevoerd over het effect ervan op leren? Een van de eerste onderzoeken uit Groot-Brittannië stelde een positief effect van een verbod op smartphones op de leerprestaties vast. Het bannen van smartphones wordt gezien als een ingreep met een lage kost waarvan voornamelijk laagpresterende leerlingen de vruchten plukken. Op goed presterende leerlingen had het verbod geen – niet negatief, niet positief – effect.³¹ Tweeds onderzoek kon echter geen effect van een verbod van smartphones in secundaire scholen vaststellen. Volgens de auteurs van het onderzoek wellicht omdat in het Zweeds onderwijs reeds grote investeringen gebeurden op het vlak van didactische implementatie van technologie.³² Deze veronderstelling is echter niet in lijn met een beslissing van de Zweedse overheid in augustus 2023 om de ‘buitensporige digitalisering’ van de laatste tien jaar terug te schroeven en meer in te zetten op papieren leermiddelen. Onderzoek in Spanje naar het effect van een gedeeltelijk verbod in twee regio’s toonde aan dat dit gepaard ging met een positief effect op

leerprestaties van wiskunde en wetenschappen.¹⁰ Het betrof hier weliswaar een gedeeltelijk verbod van uitsluitend recreatief smartphonegebruik. Toestellen werden wel toegelaten in de klas voor schoolgerelateerde activiteiten. Dit doet de auteurs besluiten dat het effect niet zozeer te wijten is aan een volledig verbod, maar aan het aan banden leggen van ongecontroleerd taakirrelevant gebruik.³³

Een rode draad in het geschatste overzicht is dat ongestructureerd gebruik van smartphones in scholen nadelig is voor de leerresultaten en dat vooral de kwetsbaarste jongeren hiervan de dupe zijn. Als smartphones – of andere door de school voorziene toestellen – gecontroleerd ingezet worden voor didactisch gebruik, kan dit eventueel bijdragen aan een verbetering van de leerprestaties. In dit geval is de regie in handen van de leraren en beslissen zij of en wanneer de smartphone bijvoorbeeld uit het mobeltjeshotel (zie Figuur 9) of andere opbergplaats gehaald kan worden. Smartphones kunnen dan – op basis van een didactische inschatting van leraren – ingezet worden om informatie over de leerinhouden makkelijk op te zoeken, vragen te stellen aan peers of deel te nemen aan online quizzes.^{28,34} Educatief gebruik van digitale toepassingen kan natuurlijk ook met toestellen verstrekt – en beheerd – door de school, in plaats van met de smartphones van de leerlingen.

Ongestructureerd gebruik

Een volledig verbod – dus ook voor taakgerelateerd gebruik – binnen de schoolmuren kan dus aangewezen zijn voor specifieke groepen van leerlingen. In Frankrijk geldt bijvoorbeeld sinds 2018 een volledig verbod voor leerlingen van 6 tot 15 jaar, en kunnen scholen zelf beslissen voor oudere leerlingen of de toestellen in functie van de les ingezet kunnen worden. Het is niet wenselijk dat leraren individueel regels inzake smartphonegebruik moeten vastleggen en afdwingen in hun klas – die dan in verschillende lessen mogelijk anders zijn. Een schoolbrede visie die door het volledige team uitgedragen en gehandhaafd wordt, rekening houdend met de context van de school en bijvoorbeeld de leeftijd van de leerlingen is aan te raden.³⁴



Figuur 9.

Voorbeeld van een mobeltjeshotel waarin de smartphones gedurende de schooldag kunnen opgeborgen worden.

**"Ongestructureerd smartphonegebruik
belemmert voornamelijk het leren van
laagpresterende leerlingen."**

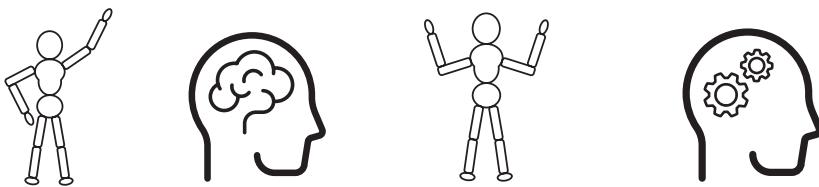
Effect op gezondheid

Onderzoek dat aantoont dat ongecontroleerd smartphonegebruik door leerlingen een positief effect heeft op leren is ons niet bekend. Behalve de effecten ervan op leren zijn er de effecten op de mentale en fysieke gezondheid van onze leerlingen. Een uitgebreide beschrijving hiervan valt buiten de scope van dit boek, maar geregeld trekken specialisten aan de alarmbel als het gaat om bijvoorbeeld een verstoring van de slaap bij jongeren of een toename in bijziendheid door overmatig smartphonegebruik.³⁵ Het beperken van schermtijd is in het bijzonder voor de jongste kinderen in de basisschool noodzakelijk. Maximaal een uur schermtijd per dag voor kinderen tussen de 2 en 5 jaar lijkt aangewezen. Onderzoek toont wel aan dat bepaalde interactieve apps een gunstig effect hebben op prille reken-, lees- en schrijfvaardigheden van kinderen (*touchscreen learning effect*).³⁶ Dit betekent echter niet dat kinderen onbegeleid uren in de klas op een tablet horen door te brengen. In een studie van Michelle Neumann werd het positieve effect op geletterdheid bekomen terwijl kinderen slechts dertig minuten per week van een app gebruikmaakten. Maximaal een uur schermtijd in de klas per week lijkt ons voor de allerjongsten op dit moment een veilige en doordachte keuze.³⁷

WIJZE LESSEN UIT HET INZICHT 'AFLEIDING STAAT LEREN IN DE WEG'

Veel digitale toepassingen zijn ontworpen om onze aandacht op te eisen en vast te houden. In de fase van ontwikkeling die onze leerlingen doormaken zijn zij hiervoor extra vatbaar. Taakirrelevant gebruik van toestellen heeft een sterk negatief effect op leren. Ongecontroleerd gebruik in de les en tijdens huiswerk is daarom sterk af te raden. Scholen doen er goed aan een beleid in te voeren om het schadelijke gebruik van smartphones in te dijken, aangepast aan de context van hun eigen onderwijsinstelling. Onderzoek naar het effect van een smartphoneverbod in scholen is nog beperkt, maar de resultaten wijzen in de richting van een positief effect, in de eerste plaats voor de meest kwetsbare leerlingen. Een breed gedragen beleid – waarin leraren goed gebruik modelleren – is essentieel om toestellen en toepassingen zo in te zetten dat ze bijdragen aan effectief, efficiënt en bevredigend leren.

4 EdTech kán cognitief actief leren bevorderen



Wie al eens een nieuwe digitale tool uittestte in de klas heeft ongetwijfeld vastgesteld dat dit tot enige animo en opwinding kan leiden bij de leerlingen. Een klassieker op het vlak van animo – zonder hiermee afbreuk te doen aan de mogelijkheden van de toepassing – is Kahoot!. De combinatie van het energerende achtergrondmuziekje, het feit dat er meer punten te verdienen zijn bij een zo snel mogelijk gegeven correct antwoord, en de na iedere vraag getoonde tussenstand maken dat veel leerlingen helemaal opgaan in het spelen van een quiz. Maar is deze observeerbare activiteit een goede graadmeter voor effectief leren?

Een zeker mate van emotionele opwinding is niet ongunstig en kan bijdragen aan de motivatie van leerlingen om te leren.³⁸ Uit onderzoek blijkt echter ook dat er een bovengrens is aan de positieve invloed van opwinding: een te hoge mate van opwinding kan het leren zelfs belemmeren. Als onze leerlingen een quiz spelen waarbij ze figuurlijk maar soms ook letterlijk boven op de stoelen staan, is de kans groot dat de bovengrens van bevorderlijke psychologische opwinding overschreden is. We observeren in dat geval als leraar weliswaar heel wat schijnbaar ‘activerend onderwijs’ in de klas, maar wordt er ook effectief geleerd?

Richard E. Mayer maakt bij actief leren een onderscheid tussen **gedragsmatige activiteit** en **cognitieve activiteit**. Gedragsmatige activiteit kunnen we als leraar makkelijk waarnemen. Leerlingen gaan aan de slag met materialen, bewegen door de klas en overleggen met elkaar. Cognitieve activiteit is moeilijker waarneembaar en wordt soms zelfs net gekenmerkt door stilte en rust.

Gedragsmatige en cognitieve activiteit

Volgens Mayer is waarneembare gedragsmatige activiteit geen garantie en zelfs geen noodzakelijke voorwaarde voor wat hij betekenisvol leren noemt. Betekenisvol leren onderscheidt zich van louter en alleen onthouden, doordat leerlingen het geleerde echt begrijpen en kunnen toepassen in nieuwe situaties. In deze nieuwe situaties kunnen ze op basis van de opgebouwde kennis relevante problemen oplossen.³⁹

Betekenisvol leren

Aansluitend op Mayers onderscheid tussen gedragsmatige en cognitieve activiteit, heeft Rob Coe het over ‘slechte benaderingen (poor proxies) voor leren’. Voorbeelden van deze slechte benaderingen zijn leerlingen die druk bezig zijn, veel met elkaar overleggen en geëngageerd deelnemen aan de

Figuur 10.

EdTech kan actief leren op twee verschillende manieren beïnvloeden. Gebaseerd op Mayer, R. E. (2021). *Multi-media learning*. Cambridge University Press.

		Cognitieve activiteit	
		Laag	Hoog
Gedragsmatige activiteit	Laag	 1	 2
	Hoog	 3	 4

leeractiviteiten. Een gezellig druk klaslokaal, daar wordt geleerd toch? Volgens Coe vindt leren echter pas plaats als leerlingen hard moeten nadenken, maar zijn we als leraar vaak te zeer gefocust op observeerbare bewijzen voor leren, terwijl leren als het ware onzichtbaar is.⁴⁰

We illustreren dit door combinaties van zowel gedragsmatig als cognitief actief leren aan de hand van EdTech in de klas (zie Figuur 10).

1. Lage cognitieve activiteit, lage gedragsmatige activiteit.

De leerlingen kijken naar een video van twintig minuten waarin het dopplereffect (hoe het geluid van de sirene van een politieauto of ambulance verandert als die naar je toe of van je weg rijdt) uitgelegd wordt. De video wordt echter niet gepauzeerd voor vragen of extra uitleg, en de leerlingen hebben geen instructie gekregen om bijvoorbeeld aantekeningen vanuit zichzelf of aan de hand van richtvragen te maken. Er wordt geen gedragsmatige activiteit, maar evenmin denkactiviteit van leerlingen verwacht, al hoop je als leraar dat ze erover nadenken. In het beste geval heeft een aantal leerlingen aanvankelijk een poging tot luisteren en onthouden ondernomen. Na verloop van tijd en door de hoeveelheid aan complexe informatie is de kans echter reëel dat ze uiteindelijk mentaal afgehaakt zijn. Er heeft vermoedelijk geen betekenisvol leren plaatsgevonden.

2. Hoge cognitieve activiteit, lage gedragsmatige activiteit.

De leerlingen kijken individueel naar dezelfde video van twintig minuten over het dopplereffect. Telkens als bepaalde kernbegrippen of -concepten aan bod komen in de video pauzeert deze automatisch. De leerlingen krijgen op dat moment een vraag over wat ze gezien hebben (oefenvraag) of zelfs een vraag over wat ze kunnen verwachten (voorspelling doen) zonder dat zij iets moeten omschrijven of aanvinken. Door de video gericht in segmenten aan te bieden en de leerlingen met vragen actief te leerstof te laten verwerken, is de kans groter dat ze een volgehouden cognitieve inspanning leveren, ook al is dit misschien niet meteen observeerbaar voor jou als leraar.

"Observeerbare activiteit in de klas betekent nog niet dat er ook effectief geleerd wordt. Het gaat om cognitieve activiteit: probeer die te bevorderen."

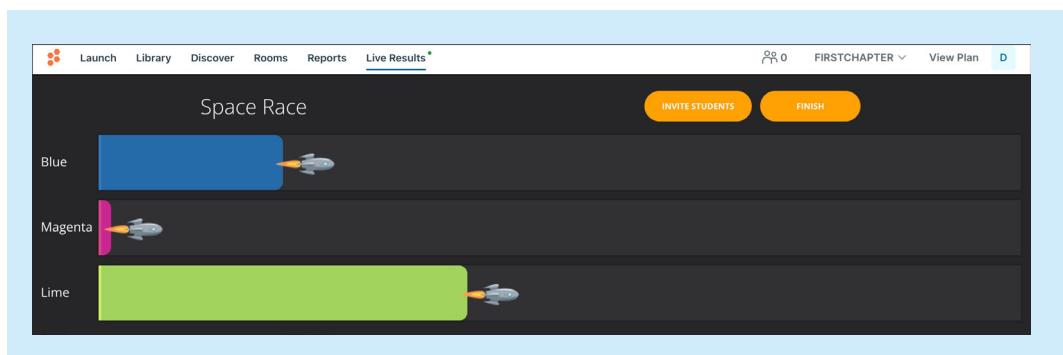
3. Lage cognitieve activiteit, hoge gedragsmatige activiteit.

Na het bekijken van de video over het dopplereffect start de leraar een Socrative Space Race met meerkeuzevragen. Hierbij moeten leerlingen in groepjes zo snel mogelijk een aantal vragen beantwoorden, zodat de raket van hun team als eerste de finish bereikt (zie Figuur 11). Er wordt druk overlegd, leerlingen delen high fives uit en reageren enthousiast als antwoorden correct worden gegeven. Als leraar neem je inderdaad veel groepsactiviteit waar en het spelement zorgt voor animo tussen de verschillende teams. Het is echter de vraag of er sprake is van sterke cognitieve activiteit bij alle leerlingen. De kans is reëel dat bepaalde leerlingen binnen een team het voortouw nemen bij het beantwoorden van de vragen en anderen eerder afzijdig blijven. Daarnaast zit de leerstof nog vers in het geheugen en kunnen leerlingen vrij makkelijk het juiste antwoord tussen de meerkeuzeopties herkennen. Hiervoor hoeven ze niet diep in het geheugen te graven. Iets wat bijvoorbeeld wel zou gebeuren door ook open vragen te stellen of de quiz enkele dagen na de eerste leerfase te spelen (zoals hieronder bij 4).

4. Hoge cognitieve activiteit, hoge gedragsmatige activiteit.

De les volgend op de uitleg van het dopplereffect start je als leraar met een quiz over die les. Je gebruikt weer de toepassing Socrative, maar deze keer spelen de leerlingen in individuele modus. De snelheid van antwoorden speelt nu geen rol. Alle leerlingen krijgen tijd om hard na te

Figuur 11.
Socrative Space Race. Door het geven van juiste antwoorden bereiken de leerlingen met hun raket sneller de finish.





"Hard nadenken bevordert onthouden en leren op langere termijn"

denken en moeten dat ook doen, want de kennis zit niet meer vers in hun geheugen. Het spel kan niet verder totdat alle leerlingen een antwoord hebben gegeven. Als leraar kan je de resultaten live opvolgen in het lerarendashboard en spreek je leerlingen individueel aan over bepaalde gegeven antwoorden. Na de quiz stel je extra vragen en je laat leerlingen bepaalde concepten en procedures die in de quiz aan bod kwamen aan elkaar uitleggen. Je linkt deze inzichten aan inhouden die vervolgens in de les aan bod komen. Leerlingen zijn op deze manier cognitief actief betrokken bij de les en er is eveneens activiteit waar te nemen. Jij bent echter degene die deze activiteit aanstuurt; zo kan je betekenisvol leren bevorderen.

Bovenstaande voorbeelden tonen aan dat observeerbare activiteit tijdens instructie geen voorwaarde is voor effectief EdTech-gebruik. Om betekenisvol te leren, moet er wél steeds sprake zijn van cognitieve activiteit. Afhankelijk van de context en leerdoelen kan dit gepaard gaan met beweging en allerlei werkvormen, maar noodzakelijk is dit niet.

Deze bevinding over actief leren met digitale toepassingen heeft raakvlakken met het Inzicht ‘Leren is niet helemaal hetzelfde als presteren’ uit het basisboek *Wijze lessen*. Als we een digitale quiz afnemen aan het einde van de les, is de kans groot dat leerlingen veel juiste antwoorden geven, omdat de leerstof nog maar net aan bod kwam. Ze gaan snel en enthousiast antwoorden en presteren zichtbaar goed op de quiz, al is dat enkel op de korte termijn. Nemen we dezelfde quiz bij aanvang van een volgende les af, is het goed mogelijk dat leerlingen hard en in stilte moeten nadenken en geconfronteerd worden met hun vergeten. Dit actief maar niet altijd observeerbaar nadenken kan echter leiden tot beter onthouden en leren op langere termijn.



WIJZE LESSEN UIT HET INZICHT 'EDTECH KAN COGNITIEF ACTIEF LEREN BEVORDEREN'

We onderscheiden twee vormen van actief leren: gedragsmatige en cognitieve. In tegenstelling tot gedragsmatige, observeerbare activiteit is cognitieve activiteit een noodzakelijke voorwaarde voor betekenisvol leren. Effectieve door technologie ondersteunde instructie draagt bij aan cognitieve activiteit bij alle leerlingen.

5 Lezen (en leren) van een scherm is anders dan van papier



Steeds meer leerlingen beschikken over een individueel toestel (smartphone, tablet, laptop) in de klas. Meerdere scholen overwegen daarom om leerstof niet meer (uitsluitend) op papier aan te bieden, maar ook digitaal. Is het lezen en bestuderen van tekst op een scherm wel even effectief als op papier? We verwezen al naar de recente beslissing van de Zweedse overheid om een halt toe te roepen aan een te sterk doorgedreven digitalisering van leermiddelen. Zo zal er in Zweden in twee jaar tijd ongeveer 100 miljoen euro gespendeerd worden aan de aankoop van gedrukte schoolboeken. Men veronderstelt immers een verband tussen digitalisering en een daling van de leerlingprestaties in internationaal vergelijkend onderzoek naar begrijpend lezen.

Onderzoek anno 2023 wijst dan ook in het voordeel van papier wanneer het aankomt op het lezen van informatieve teksten.⁴¹ Het algemeen tekstbegrip van leerlingen ligt hoger op papier (*screen inferiority effect*), zeker wanneer tijdsdruk een rol speelt. Het zonder meer vervangen van schoolboeken en cursussen door digitale alternatieven lijkt volgens de huidige stand van de wetenschap dan ook geen goed idee. Een mogelijke verklaring kan zijn dat leerlingen slechts een beperkte mate van cognitieve activiteit aan de dag leggen bij het lezen van een scherm. Een scherm wordt geassocieerd met sociale media, snelle berichten en weinig diepgaand lezen (*shallowing hypothesis*). Leerlingen zijn vaker geneigd digitale teksten vluchtiger te lezen (skimmen/diagonaal te lezen), wat de verwerking van de inhoud niet ten goede komt. Bovendien overschatte ze hun leesbegrip sterker bij het lezen van een scherm (*metacognitive deficit hypothesis*). Als leerlingen tekst lezen op papier leveren ze daarentegen een grotere cognitieve inspanning, wat leidt tot beter onthouden en begrip. Vooral leerlingen met een minder goed tekstbegrip ondervinden nadelige gevolgen van lezen op een scherm. Een recente studie bij 19-jarigen toonde aan dat het medium een negatief noch positief effect had op tekstbegrip bij studenten met goede vaardigheden op het vlak van begrijpend lezen.⁴² Een laatste mogelijke verklaring is dat we ons makkelijker een mentale kaart vormen van wat we op papier gelezen hebben. Lezen is immers topografisch: je structureert de tekst in je hoofd en als je een bepaalde zin of een woord wil herinneren volg je het mentale pad dat je hebt aangemaakt. Lange, informatieve teksten op papier bieden je als lezer een beter fysiek overzicht van waar je je bevindt in vergelijking met digitale alternatieven.⁴³

Screen inferiority effect

Shallowing hypothesis

Lezen met je zintuigen

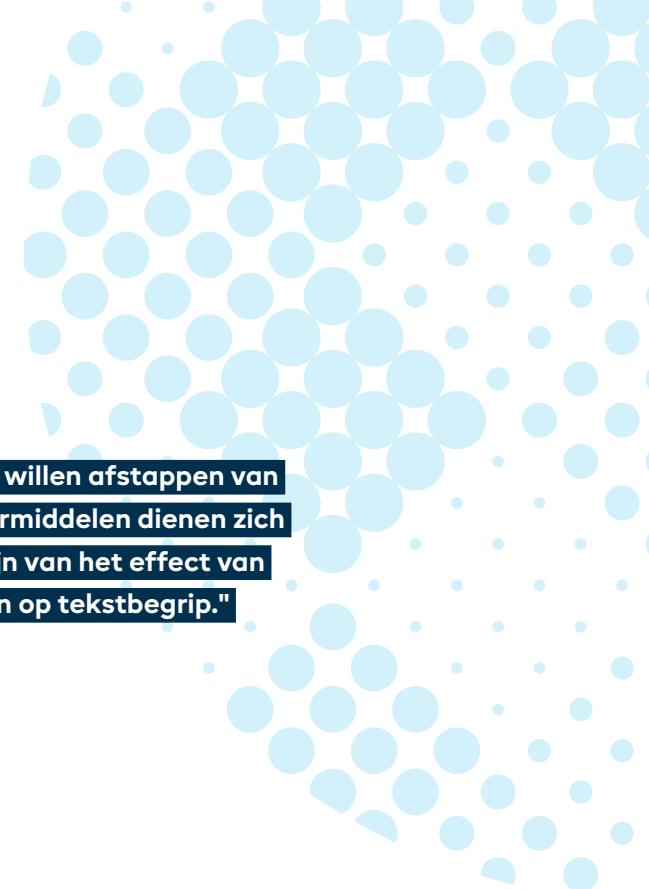
Aan de verschillende media voor het lezen en verwerken van teksten zijn ook belangrijke zintuiglijke aspecten verbonden. Zo heeft scrollen door een informatieve tekst een negatieve invloed op leesbegrip. Dit maakt dat het lezen van teksten in pdf-formaat op laptops het leesbegrip kan ondermijnen in vergelijking met bijvoorbeeld tablets. Deze toestellen kan je immers vasthouden als een boek waarbij je pagina's digitaal 'omslaat'. Hoewel tablets deze mogelijkheid hebben blijft het voordeel van lezen op papier ook gelden voor toestellen die je in je hand houdt. Het nadelige effect van lezen van een scherm is wel de helft minder groot voor mobiele dragers vergeleken met laptops en computers.⁴⁴ Daarnaast zijn er innovaties en speciale leesapps die zorgen voor zintuiglijke ervaringen die dichter aansluiten bij het lezen van teksten op papier dan op traditionele laptops. Het gebruik van E Ink-tablets bijvoorbeeld benadert het lezen van papier omdat bij deze technologie geen tegenlicht gebruikt wordt. Deze technologie is daardoor minder vermoeiend voor de ogen. In vergelijking met boeken missen tablets wel de ervaring van het vasthouden van een boek, waarbij bijvoorbeeld het gewicht verandert naarmate je verder vordert tijdens het lezen.⁴⁵ En tablets met die typische boekengeur bestaan evenmin.¹¹

Voordelen en valkuilen van interactiviteit en multimedia

Digitale teksten hebben in vergelijking met papier de mogelijkheid tot interactiviteit door bijvoorbeeld hyperlinks of bewegende beelden toe te voegen, wat een voordeel kan opleveren vergeleken met papier. Interactiviteit als doel op zich heeft echter geen positief effect op beter begrip van informatieve teksten. Doelgerichte en spaarzame inzet van interactieve elementen biedt wel mogelijkheden om tekstbegrip te ondersteunen. Als je als lezer bijvoorbeeld een moeilijk woord in de tekst kan aanklikken, krijg je er meteen een definitie van of je hoort de juiste uitspraak. Dit voordeel kan echter ook een nadeel zijn als je hierbij de tekstromgeving eenvoudig kan verlaten en daardoor het leesritme gebroken wordt. Wanneer een klik op een woord ertoe leidt dat je – in Wikipedia-stijl – makkelijk een andere hyperlink kan aanklikken ben je binnen de kortste keren op een pagina aanbeland die nauwelijks nog relevant is voor de oorspronkelijke leeractiviteit. Zo worden enkel verschillende losstaande stukjes informatie opgepikt zonder de tekst te vatten, laat staan diepgaand te verwerken. Naar dit fladderen van bron tot bron wordt verwezen als het vlinderdefect (*butterfly defect*), een verschijnsel voor het eerst beschreven door Gabriel Salomon. Ook voor dit effect zijn meer kwetsbare leerlingen eerder vatbaar.⁴⁶

Vlinderdefect

Multimedia Daarnaast zijn er ook valkuilen verbonden aan het gebruik van multimedia in digitale teksten. Deze hebben immers slechts een positief effect op leren als de gebruikte woorden en beelden elkaar aanvullen en ondersteunen. Vaak wordt er in digitale teksten echter ingezet op beelden die in het beste geval bedoeld zijn om de inhoud op te leuken en de aandacht te trekken van leerlingen, in de veronderstelling dat ze zo gemotiveerder zijn om te leren. Helaas leidt de aandacht voor dergelijke verleidelijke plaatjes en beelden (*seductive details*) af van het bestuderen van de leerstof die ertoe doet.



**"Scholen die willen afstappen van
papieren leermiddelen dienen zich
bewust te zijn van het effect van
digitaal lezen op tekstbegrip."**

Kortom, interactieve elementen en multimedia zijn enkel een meerwaarde voor leesbegrip als ze doelgericht gebruikt worden ter ondersteuning van de lezer, in een voldoende afgeschermd omgeving. Dit vereist heel wat doordachte keuzes bij het ontwerpen van digitaal lees- en leermateriaal.

De kans bestaat echter dat ondanks het voordeel van lezen en leren van informatieve teksten op papier, digitale dragers van tekst toch vaker hun weg gaan vinden naar het klaslokaal en tijdens het studeren thuis. Het is daarom ook aangewezen verder te onderzoeken hoe digitale teksten, al dan niet met interactieve elementen en multimedia, idealiter vormgegeven kunnen worden in functie van leesbegrip. Zo kunnen de negatieve effecten voor verschillende doelgroepen beperkt blijven of kunnen de mogelijkheden van digitale teksten benut worden in het voordeel van alle leerlingen.⁴⁴ We voorspellen ook dat er steeds meer tech-arme of zelfs -loze scholen gaan ontstaan. Dit als tegenreactie op de nadelen van een te ver doorgedreven digitalisering, zoals te veel schermtijd voor de kinderen en verminderde leesprestaties. Dit is vermoedelijk evenmin wenselijk als scholen die volledig digitaal gaan.

Lezen of leren van een scherm gaat over de verwerking van informatie, maar wat met het afnemen van testen via een digitaal toestel? Wie daarover meer wil weten kan zich verdiepen in het zesde kaderstuk.

Toetsen afnemen op papier of via een computer?

Digitaal toetsen zit in de lift en biedt een aantal voordelen. Toetsen kan plaats- en tijdonafhankelijk gebeuren, verbetering wordt (grotendeels) geautomatiseerd en er zijn meer mogelijkheden op het vlak van analyseren van gegevens. In Nederland kunnen scholen kiezen om de vernieuwde ‘doorstroomtoets’ digitaal af te nemen en in 2023-2024 wordt in Vlaanderen gestart met gestandaardiseerde toetsen die ook digitaal afgenoem worden.⁴⁷⁻⁴⁸

Maar heeft het medium – papier versus computer – een effect op de leeruitkomsten en de ervaren cognitieve belasting van leerlingen? Uit recent Australisch onderzoek bij 13- en 14-jarigen blijkt dat leerlingen voor minder complexe vragen beter scoren op een toets afgenoem per computer, maar voor complexere vragen beter op een papieren toets. Dit zou te maken hebben met het feit dat afname via de computer overbodige cognitieve belasting met zich meebrengt, die pas een probleem vormt wanneer de vragen lastiger worden. Met andere woorden, de cognitieve belasting veroorzaakt door zowel de afname op een computer en de moeilijkheid van de vragen, overschrijdt de beschikbare capaciteit van het werkgeheugen van de leerlingen. Hierdoor hebben ze minder mentale bandbreedte ter beschikking om de vragen correct op te lossen.

Daarnaast schatten leerlingen vragen op papier als moeilijker in en leveren ze hierdoor meer cognitieve inspanning om ze op te lossen. Hiervoor verwijzen onderzoekers naar de *shallowing hypothesis*, waarbij leerlingen digitaal gelezen tekst minder diepgaand verwerken en digitale toepassingen als ‘makkelijker’ ervaren. Dit heeft als gevolg dat leerlingen hun begrip van de tekst vaker overschat dan op papier. Opvallend is ook dat leerlingen minder vaak naar kladpapier grijpen bij het maken van digitale toetsen. Nochtans hangt het gebruik van kladpapier positief samen met de resultaten op de toets. Blijkbaar is het moeten wisselen tussen scherm en kladpapier een belemmerende factor.

Leerlingen maken toetsen vaak onder tijdsdruk, wat ervoor zorgt dat ze teksten sneller en minder diepgaand lezen. Dit blijkt nog meer het geval te zijn bij digitale toetsen. Leerlingen gaan hierdoor vragen minder goed begrijpen en beantwoorden. Ook hier geldt weer dat het de minder sterke lezers zijn die het meest benadeeld worden door tijdsdruk bij het maken van digitale toetsen, zeker als deze een summatief karakter hebben.

Ten slotte is er het gebruik van multimedia in digitale toetsen. Het kan aannemelijk lijken dat het kunnen toevoegen van afbeeldingen

of zelfs animaties een voordeel is van digitale toetsen. We wezen echter al op het negatieve effect van beelden die het begrip van tekst niet ondersteunen en vaak zelfs bemoeilijken (verleidelijke details).

Onderzoek naar het ontwerpen van toetsen waarin multimedia gebruikt werden wijst op het belang van het toepassen van specifieke multimediacriteria (zie ook Bouwsteen 4, 'Combineer woord en beeld'). Het toepassen van deze principes zorgt ervoor dat het werkgeheugen van leerlingen niet overbodig belast raakt, bijvoorbeeld door tekst en bijhorende beelden dicht bij elkaar te plaatsen. Het onderzoek naar multimediacriteria specifiek in de context van toetsen is echter nog beperkt.

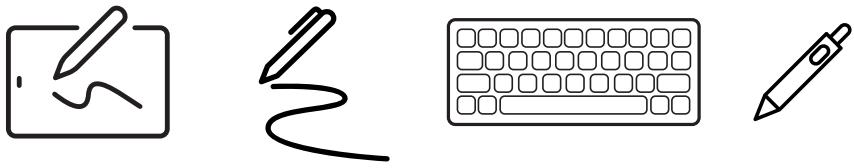
Volledig overschakelen naar digitale toetsen gebeurt dus best met de nodige omzichtigheid. Er bestaat weliswaar onderzoek waar er geen verschil waargenomen werd in de resultaten van leerlingen die een test op papier of computer maakten. Een verklaring voor deze oogenschijnlijk tegenstrijdige resultaten kan de oudere leeftijd van deelnemers aan het onderzoek (gemiddeld 19 jaar) zijn, en het feit dat leerlingen op voorhand voldoende oefenden op de vaardigheid die komt kijken bij het maken van digitale toetsen. Naarmate leerlingen deze vaardigheid beter onder de knie hebben valt een stuk van de extra cognitieve belasting door digitaal toetsen weg.⁴⁹⁻⁵²

WIJZE LESSEN UIT HET INZICHT 'LEZEN (EN LEREN) VAN EEN SCHERM IS ANDERS DAN VAN PAPIER'

Leerlingen lezen informatieve teksten diepgaander op papier dan op een scherm. Dit komt het begrip van de tekst ten goede. Digitale toestellen worden door leerlingen geassocieerd met snel en oppervlakkig verwerken van inhoud, met een beperktere cognitieve inspanning tot gevolg. De inzet van interactieve elementen in digitale teksten kan het lezen ondersteunen, maar ze moeten met mate en doelgericht ingezet worden.

Het afnemen van toetsen op een computer kan bij leerlingen een zekere mate van cognitieve belasting met zich meebrengen. Het lijkt er dan ook op dat het medium een invloed heeft op toetsresultaten. Zeker in geval van complexere vragen lijken jongere leerlingen beter te scoren op een toets afgelegd met pen en papier.

6 Geschreven (digitale) aantekeningen kunnen leren bevorderen



De vraag of leerlingen even effectief aantekeningen maken met pen en papier als met een digitaal toestel is moeilijk eenduidig te beantwoorden. Laten we al starten met het onderscheid tussen de digitale toestellen die gebruikt worden: gaat het om een apparaat met een toetsenbord of een toestel met een aanraakscherm waarop met een digitale pen geschreven wordt? We staan eerst stil bij het verschil tussen aantekeningen maken op een toetsenbord of met een pen, daarna bespreken we onderzoek waarbij pen en papier vergeleken werd met een digitale pen en een scherm.

Toetsenbord versus pen

Om deze vraag te beantwoorden wordt vaak verwezen naar een onderzoek van Mueller en Oppenheimer uit 2014, waarbij deelnemers onderverdeeld werden in een groep met handgeschreven aantekeningen en aantekeningen genomen op een laptop. De onderzoekers vergeleken hun resultaten op een test die naar feitenkennis en meer diepgaande conceptuele kennis peilde. De handschrift-groep presteerde op een directe test beter voor de conceptuele kennis, maar niet voor feitenkennis. De reden die hiervoor aangehaald wordt, is onder andere dat studenten sneller kunnen typen dan schrijven. Dit moet blijken uit het feit dat deelnemers in de laptopgroep niet alleen meer woorden, maar ook meer letterlijke woorden in hun aantekeningen hadden staan. Doordat ze de woorden van de docenten haast letterlijk overnamen, vond er slechts in beperkte mate cognitieve verwerking plaats van datgene wat gezegd werd. Deze oppervlakkige verwerking tijdens het noteren is niet bevorderlijk is voor het leren.⁵³ Deze bevindingen bij hogeschoolstudenten worden bevestigd in Fins onderzoek uitgevoerd bij 10- tot 16-jarige leerlingen. Zij onthielden het meeste van een verhalende tekst indien ze aantekeningen namen met pen en papier, vergeleken met typen op een toetsenbord of een mobiel toestel.⁵⁴

Het onderzoek van Mueller en Oppenheimer werd later haast letterlijk nagebootst (dus een zogenaamd replicatie-onderzoek). Dit onderzoek schetste een ietwat genuanceerder beeld. De verschillen zouden eerder beperkt zijn of zelfs in het voordeel van laptops. In de studie van Mueller en Oppenheimer scoorden deelnemers in de handschrift-groep beter op conceptuele kennis en minder goed voor feitenkennis, terwijl dit in de replicatiestudie net omgekeerd was. Hoewel ook in dit onderzoek de deelnemers duidelijk meer woorden noteerden en meer letterlijk noteerden wat er gezegd werd, weerspiegelde de grootte van dit verschil zich niet in de leerprestaties. De onderzoekers concluderen daarom dat het niet aangewezen is om harde aanbevelingen te

Cognitieve verwerking

doen als het gaat om het medium waarmee best notities genomen worden.⁵⁵ Belangrijk hierbij is op te merken dat onderzoek waaruit blijkt dat het nemen van notities met een digitaal medium tot betere resultaten leidt, meestal geen rekening houdt met de factor afleiding: deelnemers aan de experimenten zijn vaak niet verbonden met internet. Het voordeel van aantekeningen maken met pen en papier in sommige studies zou dus wel eens te verklaren zijn door afleiding eerder dan door het medium op zich waarmee aantekeningen gemaakt worden.⁵⁶

Pen en papier versus digitale pen

Uit onderzoek mag dan geen duidelijk voordeel voor noteren op papier naar voren komen, toch blijkt dat – zeker bij jongere leerlingen – de motoriek van de schrijfbeweging een positieve invloed heeft op het verwerken en opslaan van informatie.⁵⁷ Pen en papier zijn dus niet alleen noodzakelijk voor het leren

Schrijfbeweging

The image shows a Cornell notes template. The top section is divided into three columns: 'KERNWOORDEN KERNVRAGEN' (with a note about what to write), 'BEGRIPPEN' (with a blue circle icon), and 'VRAGEN' (with a grey circle icon). The middle section is titled 'NOTITIES' with a note about writing all important information next to key words. It includes a bulleted list of instructions: 'Noteer naast elk kernwoord de belangrijke punten.', 'Gebruik korte kernachtige zinnen.', 'Maak tekeningen / schema's en schrijf hier de belangrijke info bij.', and 'Laat voldoende ruimte tussen de tekeningen of schema's.' Below this is a section titled 'De prikkel overdracht tussen 2 neuronen' with numbered steps: 1/ Zenuwcel ontvangt prikkel, 2/ Myelineschede, and 3/ Synaps. Step 1 has a note about dendrites receiving an electrical stimulus and a hand-drawn diagram of a neuron with a red arrow pointing to the dendrite. Step 3 has a note about a chemical reaction at the synapse. The bottom section is titled 'Samenvatting' with a note about an electrical stimulus causing a chemical reaction at the synapse.

Figuur 12.

Structuur van een Cornell-samenvatting en hoe de samenvatting als leermiddel ingezet kan worden. Bron: Thomasmore.be (boven) en Wouter Buelens (onder)

lezen en schrijven, maar ook voor het diepgaand verankeren van leerstof. Het voordeel van deze motorische activiteit heb je niet als leerlingen typen op een toetsenbord. Luid en duidelijk: in **de basisschool moeten leerlingen dus echt leren schrijven ‘met de hand’**.

Een combinatie van een touchscreenpen en tablet kan dan weer eerder aangewezen zijn dan een laptop voor oudere leerlingen⁵² bij het nemen van aantekeningen. Er zijn immers aanwijzingen dat aantekeningen maken op een pentoestel inderdaad een waardige vervanger kan zijn van schrijven met een pen op papier.⁵³ Bij het maken van een schrijfbeweging met een digitale pen op een scherm worden namelijk ook hersengebieden geactiveerd die gelinkt worden met beter leren en onthouden. Het ‘gevoel’ van papier zou echter ook een rol kunnen spelen bij het schrijven en het positieve effect daarvan valt weg bij het opslaan en verwerken van informatie op een glad tabletoppervlak. Dit kan eventueel opgelost worden door de aanschaf van zogenaamde paper screen protectors die het gevoel van schrijven op papier simuleren: een plastic folie die je aanbrengt over het scherm van je tablet, waardoor de weerstand die je bij het schrijven ervaart die van een pen op papier evenaart.

Het belang van de methode

In afwachting van meer specifiek onderzoek naar het maken van digitale of analoge aantekeningen – al dan niet met een pentoestel – lijkt het aanleren van op welke manier je goede aantekeningen neemt een doorslaggevende factor te zijn. Wat vaststaat is dat een effectieve manier van noteren waarbij leerlingen cognitief actief aan de slag gaan een positief effect kan hebben op leren.⁵⁴ Een methode die hierbij ingezet kan worden is de Cornell-aanpak. Deze methode kan leerlingen niet alleen ondersteunen tijdens het nemen van aantekeningen, maar kan nadien ook nog ingezet worden als studiemiddel. Leerlingen kunnen dan de rechterzijde van hun notities afdekken en trachten de vragen over te leerstof te beantwoorden (zie Figuur 12). Het is dus voor oudere leerlingen belangrijker dat ze leren om op een effectieve manier aantekeningen te maken dan te twisten over het medium dat ervoor gebruikt wordt.

Cornell-aanpak

WIJZE LESSEN UIT HET INZICHT ‘GESCHREVEN (DIGITALE) AANTEKENINGEN KUNNEN LEREN BEVORDEREN’

Onderzoek naar aantekeningen nemen met pen en papier vergeleken met een toetsenbord, toont wisselende resultaten. Toch zou het maken van een schrijfbeweging geheugensporen versterken, en blijft er het risico op afleiding als aantekeningen gemaakt worden op een met internet verbonden toestel. Om leren – al tijdens het maken van aantekeningen – te bevorderen lijkt ons de manier waarop leerlingen aangeleerd wordt te noteren doorslaggevender dan het medium.



Tot slot

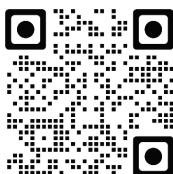
Digitale toepassingen vinden steeds meer hun weg naar het klaslokaal. Het is echter van belang dat we ons in het onderwijs niet laten leiden door blind technologisch enthousiasme, onderbuikgevoel en de ervaren drang om 'te moeten digitaliseren'. In de keuzes die we maken laten we ons best leiden door bestaand onderzoek, met oog voor de context van de school. Een basisschool met veel leerlingen die een andere thuistaal spreken kan op basis van dezelfde onderzoeksresultaten andere keuzes maken dan een secundaire school voor hun oudere leerlingen die doorstromen naar het hoger onderwijs. Wat voor een leerling in een bepaalde situatie kan werken, hoeft nog niet te gelden voor een andere leerling in een andere omgeving.

Weloverwogen digitale stappen zetten die effectief leren en instructie ondersteunen, geeft je het meeste kans om een duurzame EdTech-sprong voorwaarts te maken.

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij 'Onze wetenschappelijke basis': zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 7-10
- 2 Voor meer uitleg en achtergrond bij 'Onze wetenschappelijke basis': zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 7-10
- 3 Voor meer uitleg en achtergrond bij 'Onze wetenschappelijke basis': zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 7-10
- 4 De code om deel te nemen is MORE4316. Je krijgt drie verschillende vraagtypes te zien, waarbij afbeeldingen verwerkt zijn in de vraag zelf of in de antwoordopties. Na het geven van een antwoord volgt er meteen feedback.
- 5 Kenniscentrum Digisprong: ICT-beleidsplanner
Kennisnet: ICT-puzzel
- 6 Als er geen nieuwe verbindingen kunnen ontstaan in onze hersenen of bepaalde verbindingen kunnen niet worden versterkt, dan kan er geen sprake zijn van leren.
- 7 De naam Google werd pas later geregistreerd, in eerste instantie heette de toepassing BackRub.
- 8 Een tool die kan geïntegreerd worden in je PowerPoint en waarmee je onder andere vragen kan stellen en polls kan afnemen.
- 9 In 2023 vierde de draagbare telefoon zijn 50-jarig bestaan. Het toestel dat uitgevonden werd door Martin Cooper en zijn team is in die mate alomtegenwoordig dat de uitvinder zelf aangeeft dat we erdoor geobsedeerd zijn.
- 10 Dat het verbod gepaard ging met betere resultaten in PISA-onderzoek wijst op een samenhang, maar geen oorzaakelijk verband. Ook pestgedrag verminderde aanzienlijk na het verbod voor niet-taakgerelateerd smartphonegebruik.
- 11 Op de website Smell of Books kan je wel een sputibus kopen waarmee je je tablet of E-reader kan laten ruiken naar een 'nieuwe boekengeur' of zelfs een 'muffe boekengeur'.
- 12 Op basis van onderzoek kunnen we hier geen exacte leeftijd op kleven, maar we denken hier aan leerlingen uit de derde graad in Vlaanderen of de bovenbouw in Nederland.

Kenniscentrum
Digisprong: ICT-
beleidsplanner



Kennisnet:
Leeromgeving
in kaart



Bronnen

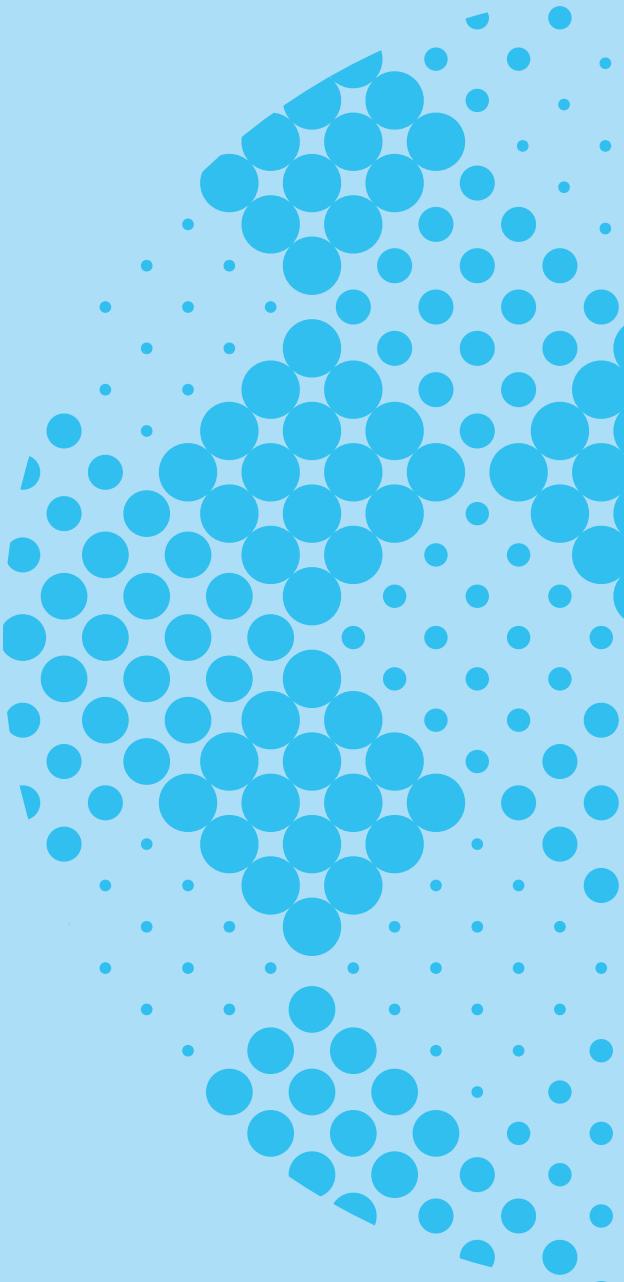
- 1 Alemdag, E. (2022). Effects of instructor-present videos on learning, cognitive load, motivation, and social presence: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12713-12742. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11154-w>
- 2 Henderson, M. L., & Schroeder, N. L. (2021). A systematic review of instructor presence in instructional videos: Effects on learning and affect. *Computers and Education Open*, 2, 100059. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100059>
- 3 Xodabande, I., Pourhassan, A., & Valizadeh, M. (2022). Self-directed learning of core vocabulary in English by EFL learners: Comparing the outcomes from paper and mobile application flashcards. *Journal of Computers in Education*, 9(1), 93-111. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00197-6>

- 4 Rodrigues, L., Pereira, F. D., Toda, A. M., Palomino, P. T., Pessoa, M., Carvalho, L. S. G., Fernandes, D., Oliveira, E. H. T., Cristea, A. I., & Isotani, S. (2022). Gamification suffers from the novelty effect but benefits from the familiarization effect: Findings from a longitudinal study. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1-25. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00314-6>
- 5 Clark, R. E. (1983). Reconsidering Research on Learning from Media. *Review of Educational Research*, 53(4), 445-459. <https://doi.org/10.3102/00346543053004445>
- 6 Sluijsmans, D., Surma, T., Camp, G., Vanhoyweghen, K., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2020). Toolgericht of doelgericht? Drie wijze didactische lessen voor afstandsonderwijs. ScienceGuide. <https://www.scienceguide.nl/2020/03/toolgericht-of-doelegericht/>
- 7 Balta, N., Perera-Rodríguez, V.-H., & Hervás-Gómez, C. (2018). Using socrative as an online homework platform to increase students' exam scores. *Education and Information Technologies*, 23(2), 837-850. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9638-6>
- 8 Schouwenburg, F. (2022). Vier in balans een betrouwbaar houvast bij keuzes voor ict-inzet. Kennisnet. <https://www.kennisnet.nl/publicaties/vier-in-balans-een-betrouwbaar-houvast-bij-keuzes-voor-ict-inzet-in-het-onderwijs/>
- 9 Buelens, W., Versmissen, F., Wever, B. de, Rotsaert, T., Schellens, T., Tondeur, J., Surma, T., Valcke, M., & Vanderlinde, R. (2022). Blended learning in het Vlaams secundair onderwijs: Van noodzaak naar structurele implementatie. *Inspiratiegids*. <https://excel.thomasmore.be/wp-content/uploads/2022/09/Inspiratiegids-OBPWO-blended-learning-v08-18.pdf>
- 10 Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-5. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- 11 Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.06.001>
- 12 Kirschner, P.A. (2017). Het voorbereiden van leerlingen op (nog) niet bestaande banen. Open Universiteit Nederland. https://www.innovatiefinwerk.nl/sites/innovatiefinwerk.nl/files/field/bijlage/rapport_paul_kirschner_nsvp_-_herzien_dec._2017_2.pdf
- 13 Smit, S. (2016). Kennisverdieping Informatievaardigheden binnen de Bibliotheek op school basisonderwijs. De Bibliotheek op School. <https://pro.debibliotheekopschool.nl/dam/mediawijsheid/20160315%20-%20Kennisverdieping%20informatievaardigheden.pdf>
- 14 Hirsch, E. D. (2000). 'You can always look it up...' or can you?. *American Educator*, 24(1), 4-9.
- 15 Sundararajan, N., & Adesope, O. (2020). Keep it coherent: A meta-analysis of the seductive details effect. *Educational Psychology Review*, 32(3), 707-734. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09522-4>
- 16 Hutain, J., & Michinov, N. (2022). Improving student engagement during in-person classes by using functionalities of a digital learning environment. *Computers & Education*, 104496. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104496>
- 17 Sana, F., Weston, T., & Cepeda, N. J. (2013). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.003>
- 18 Hall, A. C. G., Lineweaver, T. T., Hogan, E. E., & O'Brien, S. W. (2020). On or off task: The negative influence of laptops on neighboring students' learning depends on how they are used. *Computers & Education*, 153, 103901. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103901>

- 19 Ochs, C., & Sonderegger, A. (2021). What students do while you are teaching: Computer and smartphone use in class and its implication on learning. In C. Ardito, R. Lanzilotti, A. Malizia, H. Petrie, A. Piccinno, G. Desolda, & K. Inkpen (Eds.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2021* (pp. 501-520). Springer International Publishing.
- 20 Steinberg, L., Graham, S., OBrien, L., Woolard, J., Cauffman, E., & Banich, M. (2009). Age differences in future orientation and delay discounting. *Child Development*, 80(1), 28-44. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01244.x>
- 21 Pancani, L., Petilli, M. A., Riva, P., & Rusconi, P. (2023). I can't live without you: Delay discounting in smartphone usage. *Journal of Cognitive Psychology*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/20445911.2023.2195031>
- 22 Schulz van Endert, T. (2021). Addictive use of digital devices in young children: Associations with delay discounting, self-control and academic performance. *PLOS ONE*, 16(6), e0253058. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253058>
- 23 Abrams, Z. (25 augustus 2022). Why young brains are especially vulnerable to social media. <https://www.apa.org/news/apa/2022/social-media-children-teens>
- 24 Vanwynsbergh, H., Joris, G., Waeterloos, C., Anrijs, S., Vanden Abeele, M., Ponnet, K., De Wolf, R., Van Ouytsel, J., Van Damme, K., Vissenberg, J., D'Haenens, L., Zenner, E., Peters, E., De Pauw, S., Frissen, L., Schreuer, C. (2022). *Onderzoeksrapport Apestaartjaren: De digitale leefwereld van kinderen en jongeren*. Mediарaven. <https://www.apestaartjaren.be/>
- 25 Ince, D. (24 maart 2023). Cijfers over jeugd en opvoeding. Cijfers over mediagebruik. Nederlands Jeugdinstituut. <https://www.nji.nl/cijfers/mediagebruik>
- 26 Marez, L., Sevenhant, R., Denecker, F., Georges, A., Wuyts, G., & Schuurman, D. (2022). *Imec.digimeter 2022. Digitale trends in Vlaanderen*. Imec. <https://www.imec.be/digimeter>
- 27 Heylen, K. (3 april 2023). Ontwerper van mobiele telefoon, 50 jaar na het allereerste gsm-gesprek: 'We zitten te veel op onze smartphone'. VRT NWS. <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/04/03/50-jaar-na-het-eerste-gsm-gesprek-we-kijken-veel-te-veel-op-on/>
- 28 Amez, S., & Baert, S. (2020). Smartphone use and academic performance: A literature review. *International Journal of Educational Research*, 103, 101618. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101618>
- 29 Sunday, O. J., Adesope, O. O., & Maarhuis, P. L. (2021). The effects of smartphone addiction on learning: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100114. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100114>
- 30 Kates, A. W., Wu, H., & Coryn, C. L. S. (2018). The effects of mobile phone use on academic performance: A meta-analysis. *Computers & Education*, 127, 107-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.012>
- 31 Beland, L.-P., & Murphy, R. (2016). Ill communication: Technology, distraction & student performance. SOLE/EALE conference issue 2015, 41, 61-76. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2016.04.004>
- 32 Kessel, D., Hardardottir, H. L., & Tyrefors, B. (2020). The impact of banning mobile phones in Swedish secondary schools. *Economics of Education Review*, 77, 102009. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.102009>
- 33 Beneito, P., & Vicente-Chirivella, Ó. (2022). Banning mobile phones in schools: Evidence from regional-level policies in Spain. *Applied Economic Analysis*, 30(90), 153-175. <https://doi.org/10.1108/AEA-05-2021-0112>

- 34 Pijpers, R., & van Bruggen, W. (2019). Schoolbeleid voor smartphones. Kennisnet. https://www.kennisnet.nl/app/uploads/kennisnet/publicatie/Schoolbeleid_voor_smartphones.pdf
- 35 Mullie, P. (3 oktober 2023). Worden steeds meer kinderen bijzind? Gezondheid en Wetenschap. <https://www.gezondheidewetenschap.be/gezondheid-in-de-media/worden-steeds-meer-kinderen-bijzind>
- 36 Xie, H., Peng, J., Qin, M., Huang, X., Tian, F., & Zhou, Z. (2018). Can touchscreen devices be used to facilitate young children's learning? A meta-analysis of touchscreen learning effect. *Frontiers in Psychology*, 9, 2580. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02580>
- 37 Neumann, M. M. (2018). Using tablets and apps to enhance emergent literacy skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.10.006>
- 38 Genc Aksaray, S., & Ozcelik, E. (2023). Attention mediates the effect of emotional arousal on learning outcomes in multimedia learning: An eye-tracking study. *Educational Psychology*, 43(1), 38-56. <https://doi.org/10.1080/01443410.2022.2154317>
- 39 Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- 40 Coe, R. (2013). *Improving education. A triumph of hope over experience.* Inaugural Lecture of Professor Robert Coe, Centre for Evaluation and Monitoring, University of Durham, 18 June 2013.
- 41 Clinton, V. (2019). Reading from paper compared to screens: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Research in Reading*, 42(2), 288-325. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12269>
- 42 Stiegler-Balfour, J. J., Roberts, Z. S., LaChance, A. S., Sahouria, A. M., & Newborough, E. D. (2023). Is reading under print and digital conditions really equivalent? Differences in reading and recall of expository text for higher and lower ability comprehenders. *International Journal of Human-Computer Studies*, 103036. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103036>
- 43 Jabr, F. (2013). *The reading brain in the digital age: the science of paper vs screens.* Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/article/reading-paper-screens>
- 44 Salmerón, L., Altamura, L., Delgado, P., Karagiorgi, A., & Vargas, C. (2023). Reading comprehension on handheld devices versus on paper: A narrative review and meta-analysis of the medium effect and its moderators. *Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/edu0000830>
- 45 Mangen, A., Walgermo, B. R., & Brønnick, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.12.002>
- 46 Kirschner, P. A., Claessens, L., & Raaijmakers, S. (2018). *Op de schouders van reuzen. Inspirerende inzichten uit de cognitieve psychologie voor leerkrachten.* Ten Brink Uitgevers.
- 47 Cito (z.d.). *Leerling in beeld – doorstroomtoets.* Geraadpleegd op 9 september 2023, van <https://cito.nl/onderwijs/primair-onderwijs/leerling-in-beeld-doorstroomtoets/>
- 48 Onderwijs en Vorming Vlaanderen (z.d.). *Vlaamse toetsen: wat, waarom, wie, wanneer en hoe.* Geraadpleegd op 9 september 2023, van <https://www.vlaanderen.be/onderwijs-en-vorming/vlaamse-toetsen/vlaamse-toetsen-wat-waarom-wie-wanneer-en-hoe>

- 49 Pengelley, J., Whipp, P. R., & Rovis-Hermann, N. (2023). A testing load: Investigating test mode effects on test score, cognitive load and scratch paper use with secondary school students. *Educational Psychology Review*, 35(3), 67. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09781-x>
- 50 Prisacari, A. A., & Danielson, J. (2017). Rethinking testing mode: Should I offer my next chemistry test on paper or computer? *Computers & Education*, 106, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.008>
- 51 Swen, B. J. (2020). *The effect of digital assessment in a high school chemistry classroom* [Montana State University]. <https://scholarworks.montana.edu/xmlui/handle/1/16336>
- 52 Dirkx, K. J. H., Skuballa, I., Manastirean-Zijlstra, C. S., & Jarodzka, H. (2021). Designing computer-based tests: Design guidelines from multimedia learning studied with eye tracking. *Instructional Science*, 49(5), 589-605. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09542-9>
- 53 Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014). The pen is mightier than the keyboard: Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6), 1159-1168. <https://doi.org/10.1177/0956797614524581>
- 54 Frangou, S.M., Wikgren, J., Sintonen, S., Kairaluoma, L., & Vasari, P. (2019). The effect of writing modality on recollection in children and adolescents. *Research in Learning Technology*, 27, 2239. <https://doi.org/10.25304/rlt.v27.2239>
- 55 Morehead, K., Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2019). How much mightier is the pen than the keyboard for note-taking? A replication and extension of Mueller and Oppenheimer (2014). *Educational Psychology Review*, 31(3), 753-780. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09468-2>
- 56 Voyer, D., Ronis, S. T., & Byers, N. (2022). The effect of notetaking method on academic performance: A systematic review and meta-analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 68, 102025. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102025>
- 57 Ose Askvik, E., Van der Weel, F. R., & van der Meer, A. L. (2020). The importance of cursive handwriting over typewriting for learning in the classroom: A high-density EEG study of 12-year-old children and young adults. *Frontiers in Psychology*, 11, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01810>
- 58 Shell, M. D., Strouth, M., & Reynolds, A. M. (2021). Make a Note of It: Comparison in Longhand, Keyboard, and Stylus Note-Taking Techniques. *Learning Assistance Review (TLAR)*, 26(2), 1-21.
- 59 Van der Weel, F. R. (Ruud), & Van der Meer, A. L. H. (2024). Handwriting but not typewriting leads to widespread brain connectivity: A high-density EEG study with implications for the classroom. *Frontiers in Psychology*, 14, 1219945. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1219945>



Deel 3:

Twaalf bouwstenen voor effectieve digitale didactiek





Inhoud:

TWAALF BOUWSTENEN VOOR EFFECTIEVE DIGITALE DIDACTIEK	89
1. ACTIVEER RELEVANTE VOORKENNIS	92
2. GEEF DUIDELIJKE, GESTRUCTUREERDE EN UITDAGENDE INSTRUCTIE	100
3. GEBRUIK VOORBEELDEN	111
4. COMBINEER WOORD EN BEELD	121
5. LAAT LEERSTOF ACTIEF VERWERKEN	138
6. ACHTERHAAL OF DE HELE KLAS HET BEGREPEN HEEFT	151
7. ONDERSTEUN BIJ MOEILIJKE OPDRACHTEN	161
8. SPREID OEFENING MET LEERSTOF IN DE TIJD	170
9. ZORG VOOR AFWISSELING IN OEFENTYPEN	178
10. GEBRUIK TOETSING ALS LEER- EN OEFENSTRATEGIE	187
11. GEEF FEEDBACK DIE LEERLINGEN AAN HET DENKEN ZET	196
12. LEER JE LEERLINGEN EFFECTIEF LEREN	209

Twaalf bouwstenen voor effectieve digitale didactiek

Voordat we concreet worden is het belangrijk enkele inleidende gedachten in het achterhoofd te houden tijdens het lezen van dit derde deel. De toon van ons boek was tot nu toe misschien eerder waarschuwend dan aanmoedigend van aard: stort je als school niet halsoverkop in een ver doorgedreven digitalisering zonder rekening te houden met het DNA van goed onderwijs. We gaan er echter wel degelijk van uit dat EdTech instructie en leren kan ondersteunen, en we zijn van mening dat een weloverwogen evidence-informed aanpak het meeste kans op slagen heeft.

In wat volgt beschrijven we steeds kort wat de belangrijkste aspecten zijn van iedere van de twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek. Wie meer achtergrond nodig heeft alvorens te duiken in de mogelijkheden en uitdagingen van EdTech voor iedere bouwsteen, verwijzen we graag naar wat we tijdens het schrijven het basisboek *Wijze lessen* gaan noemen.

Het zal je als lezer niet helemaal verbazen dat de kansen van EdTech voor de ene bouwsteen meer uitgesproken zijn dan voor de andere. Digitale toepassingen gebruiken in de klas gaat je als leraar bijvoorbeeld niet meteen helpen om duidelijkheid en structuur te bieden (Bouwsteen 2), terwijl de mogelijkheden van quiztools om begrip na te gaan bij alle leerlingen (Bouwsteen 6) iets meer voor de hand liggen. Daarnaast kan een bewuste keuze voor het inzetten van EdTech in een bepaalde bouwsteen gevolgen hebben voor andere bouwstenen.

Hoewel onze focus vooral ligt op gebruik van EdTech in het klaslokaal, zijn we niet blind voor de mogelijkheden van digitale toepassingen tijdens online zelfstandig leren, bijvoorbeeld voor het maken van huiswerk of adaptieve online oefeningen binnen of buiten de school. We gaan ervan uit dat leraren de centrale schakel in het leerproces zijn, maar er zijn momenten waarop leerlingen geen rechtstreeks beroep kunnen doen op hun expertise. Digitale toepassingen kunnen deze afwezigheid gedeeltelijk opvangen. We verwijzen ook nog naar kaderstuk 1 (pagina 30) over de mogelijkheden van *blended learning*.

In het onderdeel ‘Wat onderzoek ons vertelt’, dat je bij elke bouwsteen vindt, hebben we niet altijd overzichts- of mediavergelijkingsstudies gevonden. We bespreken in dat geval onderzoek gelinkt aan belangrijke aspecten van een bouwsteen en *good practices*. Bijvoorbeeld het effect van een instructievideo die expliciet inzet op productieve leerstrategieën (Bouwsteen 5) versus een video die dat niet doet.

We vermelden niet telkens expliciet de ethische of privacygevoelige aspecten bij iedere toepassing die aan bod komt in dit deel. Dit betekent echter geenszins dat we het belang van de bescherming van de persoonsgegevens van leerlingen en leraren willen minimaliseren.

Lezers die toch nood hebben aan meer achtergrond over dit thema, verwijzen we graag naar volgend kaderstuk, waaraan experten van het Vlaamse Kenniscentrum DigiSprong een bijdrage leverden. Voor ondersteuning bij het nemen van concrete maatregelen in functie van ethiek en persoonlijke gegevens, bestaan er specifiek voor het onderwijs meerdere kanalen en instanties in Vlaanderen en Nederland. In de bronnen onder het kaderstuk vind je er een aantal terug.

Kader 7

EdTech, persoonlijke gegevens en ethische aspecten

Werken met digitale toepassingen betekent dat we ons als school de vraag moeten stellen of er veilig omgesprongen wordt met de persoonsgegevens van zowel leerlingen als personeel. Als we ter ondersteuning van het leerproces van leerlingen intelligente technologieën inzetten, verzamelen we per definitie gegevens over leerlingen. Om specifieke leernoden in kaart te brengen en het leerproces met de hulp van technologie daarop af te stemmen, slaan bijvoorbeeld adaptieve oefenplatformen vaak de antwoorden van leerlingen op, maar ook gegevens als hoe vaak ze een bepaalde oefening hebben gemaakt of hoeveel tijd ze aan het oplossen van problemen hebben besteed.

Sinds 2018 is de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) van kracht. Deze Europese verordening legt regels op ter bescherming van persoonsgegevens en is eveneens van toepassing op het onderwijs. Bij het verwerken van de gegevens van de leerlingen moet er onder andere toestemming zijn van de betrokkenen of de ouders¹, moet het doel van de verzameling van gegevens vastgelegd worden en mogen alleen data opgeslagen worden die strikt noodzakelijk zijn voor het vooropgestelde doel.

Hoewel de AVG-regelgeving wel degelijk gevolgen heeft voor hoe jij als leraar met EdTech aan de slag kan gaan in de klas, is het opstellen van overeenkomsten of privacyverklaringen niet de taak van een individuele leraar, maar van het schoolbestuur als verwerkingsverantwoordelijke. Toch is het belangrijk om hier als leraar voldoende aandacht voor te hebben en je te houden aan het beleid van je onderwijsinstelling op het vlak van bescherming van persoonsgegevens. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat het gebruik van bepaalde applicaties niet toegestaan is of dat je van leerlingen niet kan vragen met hun persoonlijke gegevens in te loggen. Ook is het belangrijk om verantwoord om te gaan met wachtwoorden en updates, zodat er geen gevoelige data op straat komen te liggen. Het gebruik van artificieel intelligente technologie (AI) brengt ook ethische vraagstukken met zich mee. Technologie mag er immers niet toe leiden dat slechts bepaalde leerlingen er baat bij hebben en andere groepen misschien zelfs benadeeld worden. Intelligentie technologie ontworpen met een slecht algoritme kan bepaalde vormen van

discriminatie of stereotyperingen in de hand werken. Maar ook verkeerd gebruik van state-of-the-art AI-toepassingen kan tot beslissingen leiden die het leren van alle leerlingen niet ten goede komt. Niet alleen op het vlak van inclusie moet er kritisch gekeken worden naar artificieel intelligentie toepassingen, ook de rol die leraren kunnen en moeten blijven spelen is uitermate belangrijk. Zij dienen bijvoorbeeld in te grijpen in beslissingen genomen door intelligente systemen of moeten deze beslissingen verrijken op basis van menselijke interactie met leerlingen. Daarom is ook wat je als leraar hoort en ziet data die relevant zijn voor het verloop van leren en instructie. Deze gegevens kunnen een ander beeld scheppen van het leerproces van leerlingen dan wanneer we ons alleen beroepen op door technologie verzamelde en geanalyseerde data.

In december 2023 bereikten het Europees Parlement en de Raad van de EU een akkoord over de AI Act. Deze verordening legt (strenge) regels op aan het gebruik van AI. Toepassingen worden onderverdeeld in vier categorieën, gaande van laag risico tot onaanvaardbaar risico. Onder onaanvaardbaar valt bijvoorbeeld AI inzetten om emoties – van leerlingen – automatisch te analyseren. AI-systemen voor het onderwijs behoren tot de categorie hoog risico, waaraan strenge eisen verbonden zijn voor eindgebruikers en ontwikkelaars. De wetgeving treedt wellicht pas in voege begin 2026, wat gezien de snelle evolutie op het vlak van AI de nodige vragen oproept.¹⁻⁶

Bronnen kader 7

- 1 Kenniscentrum Digisprong (z.d.). AI in het onderwijs, waarom zijn ethische richtlijnen nodig? <https://www.vlaanderen.be/kenniscentrum-digisprong/themas/innovatie/artificiele-intelligentie/ai-in-het-onderwijs-waarom-zijn-ethische-richtlijnen-nodig>
- 2 Kennisnet (z.d.). Aanpak informatiebeveiliging en privacy in het onderwijs. 5 vuistregels voor verwerking van persoonsgegevens. <https://aanpakibp.kennisnet.nl/achtergrond-en-vuistregels/>
- 3 Kenniscentrum Digisprong (27 oktober 2022). Wegwijzer GDPR/AVG. https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1664979613/wegwijzer_-_GDPR-AVG_q1qyel.pdf
- 4 Europese Commissie (2022). Ethische richtsnoeren voor het gebruik van artificiële intelligentie (AI) en data bij onderwijs en leren voor onderwijsactoren. https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1671786848/ethische_richtsnoeren_voor_het_gebruik_van_artificie%C3%A9le_intelligentie_AI_en_data_bij_onderwijs_en_leren_voor_onderwijsactoren_jshhkk.pdf
- 5 Onderwijsraad (28 september 2022). Inzet van intelligente technologie. <https://www.onderwijsraad.nl/publicaties/adviezen/2022/09/28/inzet-van-intelligente-technologie>
- 6 Kennisnet (2023). De AI Act: wat kunnen scholen verwachten van deze nieuwe wet? <https://www.kennisnet.nl/artikel/20477/de-ai-act-wat-kunnen-scholen-verwachten-van-deze-nieuwe-wet/>

1. Activeer relevante voorkennis

SAMENVATTING

David Ausubel stelde ooit: 'De belangrijkste factor die het leren beïnvloedt, is wat de leerling al weet.' De voorkennis die de leerling al heeft, bepaalt het gemak en de kwaliteit van toekomstig leren. Om het leren van nieuwe informatie te bevorderen, is het daarom belangrijk relevante voorkennis te herhalen of te activeren. We blikken terug om vooruit te kunnen kijken.²

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Voorkennis activeren betekent ervoor zorgen dat essentiële kennis die de leerling al bezit paraat wordt, zodat daarop voortgebouwd kan worden met nieuwe leerinhouden. Nieuwe informatie wordt gekoppeld aan reeds bestaande kennisstructuren in het geheugen. Dit creëert een steviger basis voor het begrip en onthouden van nieuwe informatie. Je kan als leraar de essentie van vorige les(sen) nog een keer herhalen, maar krachtiger is dat leerlingen zelf proberen op te roepen wat ze geleerd hebben. Weten welke kennis en vaardigheden leerlingen nodig hebben om goed verder te kunnen is hierbij een noodzaak: wat is juist de 'relevante' voorkennis voor de huidige les? Hiervoor kijk je best naar het grotere plaatje van jouw curriculum.

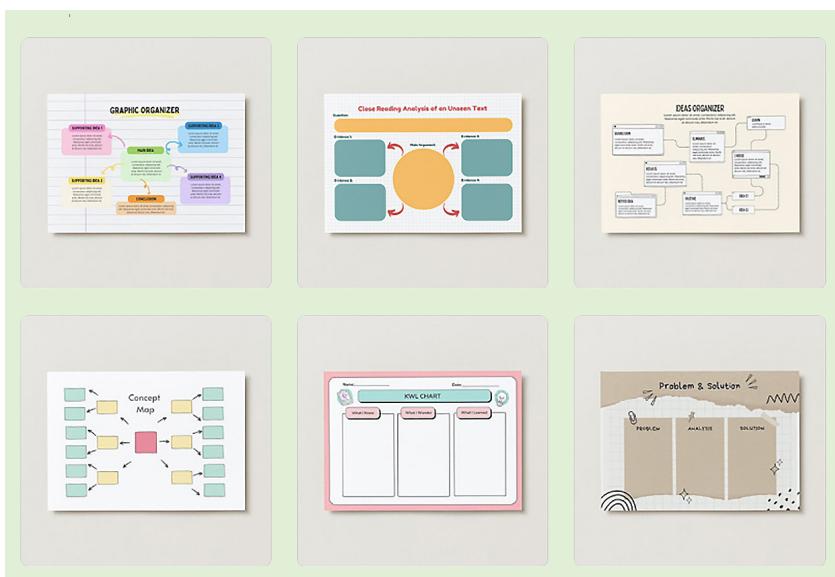
Ook voor leerlingen is het essentieel dat ze de nieuwe leerstof binnen dat grotere plaatje zien, dat ze begrijpen hoe de huidige leerstof zich verhoudt tot eerdere en komende leerstof. Een handige leidraad hierbij is een kenniskapstok (*advance organizer*). Een kenniskapstok structureert de leerstof van een groter onderdeel. Dus ook als voorkennis ontbreekt, zorgt een kenniskapstok voor de nodige ondersteuning. Elk nieuw stuk leerstof krijgt in een kenniskapstok een helder plekje in een abstract, algemeen en omvattend kader. EdTech kan een hulpmiddel zijn bij zowel het activeren van voorkennis als het vormen van een kenniskapstok.

Kenniskapstok

Waardevolle kansen

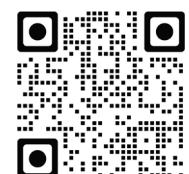
Er bestaan uiteraard mogelijkheden om voorkennis zonder EdTech te activeren. Je kan leerlingen vragen in duo's op te halen wat ze nog weten van vorige les, hen nog een oefening samen laten maken, de huistaak laten bespreken of ze enkele meerkeuzevragen stellen waarbij leerlingen gekleurde kaartjes opsteken om te antwoorden. Digitale toepassingen kunnen echter een hulpmiddel zijn om voorkennisactivatie te faciliteren of zelfs te versterken. Een aantal voorbeelden:

- **Iedereen opvolgen.** Als je drie (meerkeuze)vragen stelt aan 25 leerlingen, wordt het moeilijk om te onthouden welke leerlingen precies struikelden over welke vragen, en waarom. Een quiztool en bijhorend digitaal lerarendashboard kan hierbij helpen en een handig startpunt zijn voor klassikale feedback en een verdere gedifferentieerde aanpak.
- **Visueel gestructureerde kenniskapstokken maken.** Ook al ben je geen grafisch genie, met EdTech kan je snel een mooie kenniskapstok maken voor je leerlingen. Veel tools bieden kant-en-klare sjablonen of SmartArt-schema's aan die je kan overnemen en aanpassen (zie Figuur 1).



Figuur 1.
Screenshot van kant-en-klare templates voor kenniskapstokken in Canva for Education. Je kan makkelijk een kopie maken en aanvullen met je eigen inhoud.

- **Interactieve kenniskapstok.** Een digitale grafische kenniskapstok kan helpen om stapsgewijs relevante voorkennis zichtbaar te maken of te laten aanvullen door de leerlingen. Je kan ervoor zorgen dat ze meteen terugkoppeling krijgen of de aanvullingen correct zijn. Je kan deze kenniskapstok ook interactief maken door bijvoorbeeld een samenvatting, een afbeelding, een video of de belangrijkste concepten achter een knop te plaatsen. Een voorbeeld van een interactieve kenniskapstok kan je uittesten door de QR-code te scannen.³ Door de extra informatie pas te laten verschijnen op het moment dat leerlingen die nodig hebben, is de kenniskapstok in eerste instantie niet overladen (zie Figuur 2).



Inzicht 1:	Inzicht 2:	Inzicht 3:	Inzicht 4:	Inzicht 5:
Het werkgeheugen is beperkt	Een beginner leert ander dan een expert	Generieke vaardigheden vereisen domeinkennis	Leren is niet hetzelfde als presteren	Tecnologie kan een hefboom zijn voor goed lezen
1 ACTIEVER RELEVANTE VOORKENNIS	8 SPREID OEFENING MET LEERSTOF IN DE TIJD	2 GEEF DUIDELIJKE, GESTRUCTUREERDE EN UITDAGENDE INSTRUCTIE	7 ONDERSTEUN BIJ MOEILIJKE OPRACHTUREN	4 COMBINER WOORD EN BEELD
12 LEER JE LEERLINGEN EFFECTIEF LEREN				

In het eerste blok gaan we dieper in op de wetenschappelijke inzichten en kom je meer te weten over hoe het brein leert, wat het verschil is tussen experts en beginners en wat generieke vaardigheden zijn. Ook staan we stil bij bouwstenen die daar heel nauw bij aansluiten. Wat is het belang van de activatie van voorkennis? Hoe kunnen voorbeelden het leren bevorderen? Wat is het belang van spreiding en testing?

Figuur 2.
Interactieve grafische kenniskapstok uit de leergang ‘Wijze Lessen Online’. Door te klikken op een interactief element verschijnt er meer gedetailleerde informatie over de leerinhoud.

**“Voorinstructie door de leraar is het meest effectief,
maar in de praktijk niet altijd haalbaar. Met EdTech kan je
voorinstructie aan meerdere leerlingen mogelijk maken.”**

- **Digitale ondersteuning bij voorinstructie (pre-teaching).** Leerlingen die het moeilijk hebben met bepaalde inhouden of voor wie noodzakelijke voorkennis ontbreekt, kun je voorafgaand aan de les ondersteunen door voorinstructie te voorzien. Voorinstructie aan (grote groepen) leerlingen kan je realiseren door online leeractiviteiten voor de les aan te bieden, bijvoorbeeld een video waarin je een vaardigheid al eens demonstreert. Met een interactieve grafische kenniskapstok kan je belangrijke termen en concepten voorzien van verhelderende afbeeldingen of een extra woordje uitleg. Leerlingen verwerven zo relevante voorkennis binnen de context van het grote geheel van de les.

Aandachtspunten

Hoewel digitale toepassingen kunnen helpen om voorkennis te activeren, zijn er ook enkele uitdagingen aan verbonden. Onderstaand geven we aan hoe je deze het hoofd kan bieden.

- **Kort maar krachtig.** Voorkennisactivatie is belangrijk, maar duurt best niet te lang – reken op zo'n vijf tot acht minuten. Als je een digitale tool inzet in deze lesfase, is het dus niet de bedoeling dat er al tien minuten verstrekken zijn voordat alle leerlingen ingelogd zijn. Beperk daarom het aantal tools dat je gebruikt, zodat leerlingen er vertrouwd mee raken, en bouw duidelijke routines in zodat er een minimum aan leeftijd verloren gaat. Dit geldt trouwens ook voor alle volgende bouwstenen.⁴ Beter één toepassing in de vingers, dan tien in de cloud.
- **Doel voor tool.** Bepaal eerst wat je wil bereiken, en dan pas welke tool je hierbij eventueel kan helpen. Een tool die jou enkel gegevens bezorgt op klasniveau ('30% van de leerlingen heeft een vraag fout') vertelt je nog niet wie foutief antwoordde, en welke denkfout daar dan achter zit. Je wil immers gericht effectieve feedback geven en misvattingen die aanwezig zijn bij specifieke leerlingen zo snel mogelijk wegwerken. Let ook op met online quiztools waarbij het competitie-element op de voorgrond staat. De kans is groot dat leerlingen dan vooral bezig zijn met 'snel' antwoorden in plaats van de vragen en hun antwoorden rustig te overdenken en de feedback grondig te analyseren. Bedenk dus vooraf steeds goed of je tool je doel niet overschaduwt.
- **Online of op papier.** Vermijd dat leerlingen hun aandacht vaak moeten verleggen van het scherm naar papieren leermiddelen en terug. Dit zou kunnen gebeuren als een kenniskapstok enkel in de online omgeving terug te vinden is terwijl de eigenlijke leerstof in het schoolboek staat. Als leerlingen hun aandacht moeten verplaatsen van het ene leermiddel naar het andere, belemmert dit het leren (verdeelde aandacht, split attention effect). Je zorgt er best voor dat leerlingen kunnen beschikken over de kenniskapstok op de plaats waar ze deze nodig hebben in combinatie met ander lesmateriaal – online of op papier.
- **Werkbelasting leerlingen.** De mogelijkheid om video's en andere digitale toepassingen in te zetten om leerlingen – thuis, buiten de lesuren – voorinstructie te geven, mag er natuurlijk niet toe leiden dat ze hiermee voor ieder vak urenlang aan de slag moeten.

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Er bestaat voor zover ons bekend geen onderzoek waarbij een rechtstreekse vergelijking gemaakt wordt tussen verschillende (digitale) media die leraren kunnen gebruiken om bijvoorbeeld een kenniskapstok op te bouwen in interactie met leerlingen. We kunnen dus niet stellen dat een digitale tool beter zou werken dan een krijtbord om voorkennis te activeren. De onderliggende principes waarom een kenniskapstok goed werkt – zoals herhaling, actief voorkennis ophalen – kun je ongeacht het medium realiseren.

Interactieve kenniskapstok in de klas

Voorkennis activeert leerlingen een actieve rol spelen in dit proces, bijvoorbeeld door een kenniskapstok stap voor stap op te bouwen door middel van een krijt- of whiteboard. Hierbij vul je als leraar op basis van antwoorden van de leerlingen de kenniskapstok systematisch aan. Hetzelfde kan ook met digitale toepassingen. Om voorkennis te activeren en te linken aan nieuwe informatie, deden onderzoekers Héctor Ponce en collega's een experiment met een interactieve grafische kenniskapstok in een **PowerPoint**-presentatie. De onderzoekers verdeelden leraren in twee groepen. In de eerste groep, de experimentele groep, konden leraren de verschillende antwoorden van de leerlingen rechtstreeks aanvullen in de geprojecteerde dia. In de andere groep, de zogeheten controlegroep, werd een **PowerPoint**-presentatie zonder interactieve grafische organizer gebruikt. Hier werd de noodzakelijke voorkennis meteen in zijn geheel getoond. Men stelde vast dat leraren in de experimentele groep niet alleen meer vragen stelden aan de leerlingen, maar ook dat leerlingen actiever deelnamen aan een les waarbij de voorkennis interactief opgebouwd werd. Dit had zowel op korte als langere termijn een positief effect op de leeruitkomsten.¹

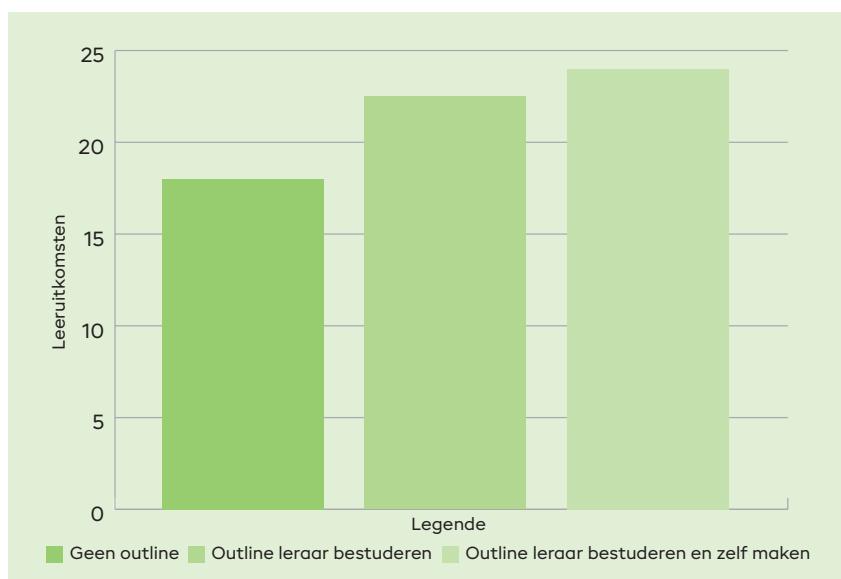
Interactieve kenniskapstok in een online leeromgeving

Als leerlingen (online) zelfstandig nieuwe leerstof moeten bestuderen, ben je als leraar niet live aanwezig om een digitale kenniskapstok stap voor stap op te bouwen. Onderzoek naar het effect van digitale, interactieve kenniskapstokken in een online omgeving is eerder beperkt en de uitkomsten zijn wisselend. Samenvattend kan gesproken worden van een matig positief effect – vooral voor minder sterke leerlingen – en leerlingen ervaren een interactieve kenniskapstok als waardevol.²⁻⁴ Dit is in lijn met onderzoek van Pi en collega's naar het inzetten van een kenniskapstok vooraleer studenten een instructievideo bekijken. Studenten in het hoger onderwijs kregen ofwel een schematische samenvatting (outline) gemaakt door de lesgever, geen outline of ze maakten er zelf een op basis van een voorbeeld van de lesgever. De outline bestond uit een overzicht van de belangrijkste concepten van de leerstof dat voorafgaand aan de video getoond werd. Alleen de laatste groep die actief met de noodzakelijke voorkennis aan de slag ging door zelf een kenniskapstok te maken, presteerde beter dan de studenten die geen outline aangeboden kregen voor de video (zie Figuur 3).⁵ Dit resultaat wijst er nog eens op dat het voorstructureren van noodzakelijke voorkennis én leerlingen er actief mee aan de slag laten gaan, een krachtige aanpak is.

Figuur 3.

Op een toets scoorden studenten die een outline als kenniskapstok bestudeerden en vervolgens zelf maakten, beduidend beter dan de groep zonder kenniskapstok.
Gebaseerd op: Pi, Z., Zhang, Y., Xu, K., & Yang, J. (2023). Does an outline or contents promote learning from videos? A study on learning performance and engagement.

Education and Information Technologies, 28(3), 3493-3511.



Voorinstructie: live of met video?

Merk je dat de essentiële voorkennis niet bij al je leerlingen aanwezig is, dan kun je voor die leerlingen met moeilijkheden inzetten op voorinstructie (pre-teaching). Kimberley Severson onderzocht of leerlingen die live voorinstructie kregen van hun leraar, grotere leerwinst boekten dan wanneer ze zelfstandig voor de les interactieve video's bekeken. De leraar geleide voorinstructie en de interactieve video bevatten dezelfde diapresentatie – woordenschat in een tweede taal – en dezelfde vragen aan de leerlingen. Zowel de leerlingen die live voorinstructie van de leraar kregen als zij die individueel op een Chromebook de interactieve video bekeken, boekten aanzienlijke leerwinst. De leerwinst voor de leerlingen die voorinstructie van de leraar kregen was echter groter. Individuele live voorinstructie realiseren voor alle leerlingen is echter praktisch vaak niet haalbaar. De onderzoeker besluit dan ook dat door technologie mogelijk gemaakte voorinstructie nog steeds beter is dan helemaal niets.⁶ Of zoals het spreekwoord zegt: beter één leraar in de cloud, dan geen in de klas.

RECHT UIT DE KLAS

Digitaal toegangsticket

In de lessen houtbewerking is het belangrijk dat de veiligheidsvoorschriften en afspraken goed gekend zijn vooraleer leerlingen aan de slag mogen gaan in het atelier. Bij het betreden van het atelier scannen de leerlingen met hun telefoon bijvoorbeeld deze QR-code en krijgen ze een digitaal toegangsticket met twee korte vragen voorgesloteld. Enkel als leerlingen de vragen correct beantwoorden, mogen ze aan de oefening beginnen. De leerlingen die een fout antwoord ingeven, bekijken eerst een korte instructievideo. Daarna vertellen ze aan de leerkracht waarom hun antwoord fout was en wat dan wel het juiste antwoord is.

Tools: Google Forms, Microsoft Forms, Mentimeter, PollEverywhere, Wooclap.



Kennisclips om voorkennis te activeren

De collega's van wiskunde maakten heldere kennisclips over basisbegrippen en concepten die aan bod kwamen tijdens de lessen. De filmpjes werden geüpload op **YouTube** en per onderdeel in een afspeellijst gezet. Wanneer deze begrippen in een volgend schooljaar opnieuw aan bod komen en verder uitgediept worden, kan de leraar de filmpjes gebruiken om de voorkennis van leerlingen op te frissen. Leerlingen bekijken de herhaling van de theorie voor de les, en aan het begin van de les krijgen ze drie oefeningen om te checken of ze het begrepen hebben.

Tools: Screencastify, ingesproken PowerPoint, Loom, Camtasia.

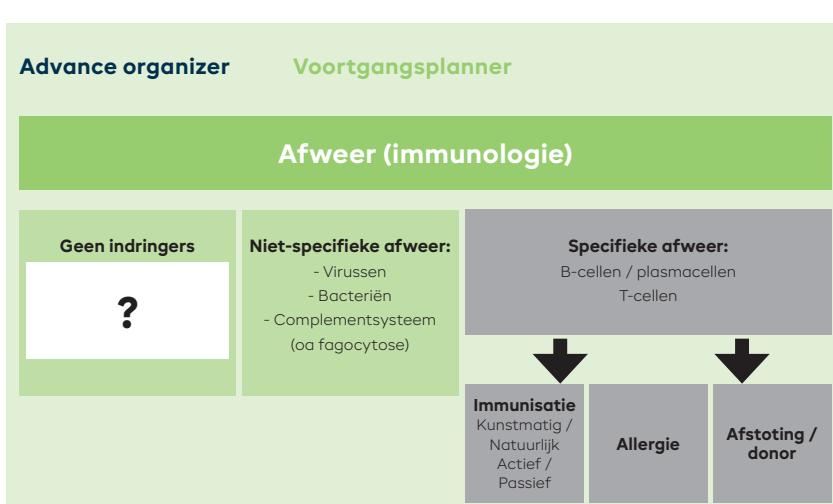
Digitale voorinstructie

Meester Jo ziet dat er grote verschillen zijn in de voorkennis van leerlingen op vlak van taal. Voor de les over de waterkringloop laat hij een aantal kinderen thuis of tijdens de les al eens naar een filmpje kijken over dit onderwerp. Op deze manier hebben ze de uitleg al eens gehoord voor de les, samen met ondersteunende beelden. Hij geeft de leerlingen een QR-code mee die ze thuis makkelijk kunnen inscannen met bijvoorbeeld een smartphone, tablet of Chromebook.

Tools: SchoolTV, Het Archief voor Onderwijs, YouTube, Vimeo.

Structuur via een digitale kenniskapstok

De leraar biologie maakt de presentaties die zijn lessen ondersteunen telkens op volgens een kenniskapstok (zie Figuur 4). De onderdelen die reeds verwerkt zijn, wijzigen van de kleur grijs naar groen. Hij gebruikt de kenniskapstok ook regelmatig om voorkennis te activeren. Dit doet hij in verschillende fasen. Eerst laat hij de grote structuur van de kenniskapstok op een kladblad tekenen. Vervolgens proberen de leerlingen hem zo goed mogelijk in te vullen. Na een afgebakend kennisonderdeel of een bepaalde lesfase, grijpt de leraar bewust terug naar de kenniskapstok zodat leerlingen de nieuwe leerstof meteen in het groter kader zien.



Figuur 4.

Grafische kenniskapstok in een presentatie waarbij aanvankelijk en tijdens de les verwijzen kan worden.

Tools: Microsoft PowerPoint, Google Slides, Canva for Education.

EVEN REFLECTEREN

- Wat is voor jouw leerlingen en jezelf de meerwaarde van de digitale tool vergeleken met werken op papier voor het activeren van voorkennis? Weegt dit op tegen de nadelen of beperkingen? Maak op basis van deze analyse de keuze om al dan niet digitaal te werken.
 - Welke digitale tool zou jij kunnen inzetten om te werken aan het activeren van voorkennis?
- Tip:** vertrek van een tool die al gebruikt wordt op school, en waarmee jij en je leerlingen al bekend zijn.
- Hoe kan je ervoor zorgen dat het gebruik van de tool zorgt voor tijdsinst?
 - Zorgt de tool ervoor dat de hele klas meedenkt?
 - Kun je snel te weten komen wie het niet begrepen heeft?
 - Hoe kom je te weten welke (denk)fout leerlingen maken?
 - Biedt de tool kansen tot remediëren of bijspijkeren van de ontbrekende voorkennis?
- Over welke technologische vaardigheden moet je beschikken om EdTech in te zetten om voorkennis te activeren? Vormen deze vaardigheden een struikelblok voor je om er daadwerkelijk mee aan de slag te gaan?

Noten

- 1 In Nederland geldt de Europese leeftijdsgrens van 16 jaar, in Vlaanderen is deze verlaagd tot 13 jaar. In een rapport van UNESCO over het gebruik van generatieve artificiële intelligentie in het onderwijs wordt onder andere omwille van gegevensbescherming aanbevolen deze toepassingen niet te gebruiken voor de leeftijd van 13 jaar.
- 2 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 1: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 37-45.
- 3 Gemaakt met **Bookwidgets**, geen inlog nodig als leerling. Leg aan jezelf de essentie van ieder onderdeel uit en controleer vervolgens je antwoord door de respectievelijke hotspot aan te klikken. Op touchscreen: zoom in/out met twee vingers tegelijk.
- 4 Een digitale toepassing moet voorzien zijn van de opties om je doelen te bereiken. Dit kan betekenen dat je als leraar kiest voor een nieuwe, nog niet gekende tool. De vraag is echter of je voor hetzelfde doel telkens een andere toepassing moet gebruiken – of iedere leraar een andere toepassing. Als school een gerichte keuze maken voor digitale toepassingen die meerdere doelen dienen, is aangewezen.

Bronnen

- 1 Ponce, H. R., Mayer, R. E., López, M. J., & Loyola, M. S. (2018). Adding interactive graphic organizers to a whole-class slideshow lesson. *Instructional Science*, 46(6), 973-988. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9465-1>
- 2 Brunn, C., Weidlich, J., & Theo Bastiaens. (2018). Effects of questioning advance organizers on learning outcomes in a web-based learning object on research and academic skills. In T. Bastiaens, J. V. Braak, M. Brown, L. Cantoni, M. Castro, R. Christensen, G. V. Davidson-Shivers, K. DePryck, M. Ebner, M. Fominykh, C. Fulford, S. Hatzipanagos, G. Knezek, K. Kreijns, G. Marks, E. Sointu, E. K. Sorensen, J. Viteli, J. Voogt, ... Olaf Zawacki-Richter (Red.), *Proceedings of EdMedia + innovate learning 2018* (pp. 1951-1960). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/p/184433>
- 3 Chen, B. (2007). *Effects of advance organizers on learning and retention from a fully web-based class*. University of Central Florida.
- 4 Chen, B., Hirumi, A., & Zhang, N. J. (2009). Investigating the use of advance organizers as an instructional strategy for web-based distance education. In M. Simonson, T. L. Hudgins, & A. Orellana (Red.), *The perfect online course: Best practices for designing and teaching* (pp. 377-388). Information Age Publishing Incorporated.
- 5 Pi, Z., Zhang, Y., Xu, K., & Yang, J. (2023). Does an outline of contents promote learning from videos? A study on learning performance and engagement. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3493-3511. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11361-5>
- 6 Severson, K. (2017). Interactive videos as a vocabulary pre-teaching tool In middle school science. Hamline University. https://digitalcommons.hamline.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5290&context=hse_all

2. Geef duidelijke, gestructureerde en uitdagende instructie

SAMENVATTING

De titel van deze bouwsteen bestaat uit drie concepten die sterk met elkaar samenhangen. Als leraar wil je je leerlingen motiveren om uitdagende opdrachten af te werken en de vooropgestelde doelen te bereiken. Je les is daarom maar beter duidelijk en gestructureerd, waarbij je zo helder mogelijk je verwachtingen en succescriteria communiceert.¹

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

We weten intussen dat het werkgeheugen van mensen beperkt is in tijd en in capaciteit. Presenteer daarom je leerstof in behapbare hoeveelheden en zorg dat leerlingen een onderdeel beheersen alvorens het volgende te introduceren (beheersingsleren of *mastery learning*). Om dit te realiseren is het van belang dat je instructie duidelijk, gestructureerd en uitdagend is.

Duidelijkheid biedt betekent onder andere dat leerlingen weten wat en hoe ze moeten leren. Leerlingen die de opdracht of je instructie niet begrijpen, haken snel af. Zorg daarom dat je leerlingen naast de vakinhoudelijke concepten ook je instructietaal en de schooltaal begrijpen.

- Vakspecifieke taal: ‘vulkaan’, ‘quotiënt’, ‘werkwoord’ ...
- Instructietaal: ‘verklaar’, ‘analyseer’, ‘definieer’ ...
- Schooltaal: een ‘vademecum’, een ‘SO’ (schriftelijke overhoring), een ‘portfolio’ ...

Structuur creëer je door je les in duidelijk afgebakende lesfasen te verdelen. Je kan vooraf structuur aanbrengen door een kenniskapstok te gebruiken of een inleidende uitleg te geven. Daarnaast is het belangrijk heldere lesdoelen te formuleren tijdens de les, zoals: ‘Na dit lesonderdeel zal je het verschil kennen tussen passieve en actieve zinnen.’ Ook tijdens je les kan je werken aan structuur, door regelmatig terug te verwijzen naar een kenniskapstok of aandacht te vestigen op belangrijke concepten. Aan het einde van een les(fase) kan je zelf samenvatten of je leerlingen een bondige samenvatting laten vertellen. Op scharnirmomenten even samen uitzoomen op het grotere geheel kan helpen bij het opbouwen of uitbreiden van kennisschema’s.

Uitdagende instructie betekent dat je voldoende verwerkingstijd voorziet, regelmatig het begrip checkt en ondersteunt indien nodig. Merk je dat leerlingen snel(ler) de leerstof beheersen, bied hen dan meer uitdagende leermogelijkheden. Dit kan bijvoorbeeld door hen inoefening aan te bieden die gericht is op dieper begrip, analyse of probleemoplossing. Op die manier optimaliseer je de leertijd voor elke leerling.

"Optimale inzet van Edtech door er niet voor te kiezen geldt zeker bij het geven van duidelijke en gestructureerde instructie."

Waardevolle kansen

EdTech tovert je les niet vanzelf om in een gestructureerde leeromgeving, integendeel. Gelukkig bestaan er digitale kansen om structuur, duidelijkheid en uitdagende leeractiviteiten te bieden.

- **Structuur in planning en communicatie.** EdTech kan zorgen voor structuur en helderheid. Denk maar aan een digitale (plannings)agenda, eventueel gecombineerd met digitale to-do-lijstjes. Als je leerlingen aanleert hoe ze hier efficiënt mee kunnen werken, kan dit hen ondersteunen in het plannen van hun leren. Daarnaast kan EdTech vlotte communicatie met leerlingen en ouders bevorderen. Het is aangewezen te zorgen voor duidelijke afspraken, eenvoud en eenduidigheid over het platform of kanaal dat je inzet om te communiceren. Denk hierbij aan afspraken over wanneer of hoe vaak leerlingen een platform moeten raadplegen, en waar welke informatie terug te vinden is. Dankzij deze afspraken zijn meldingen via bijvoorbeeld mail en sociale media slechts in uitzonderlijke gevallen nodig.
- **Vertalen van instructie en communicatie.** Voor leerlingen met bijvoorbeeld een andere thuistaal, kan het interessant zijn om de instructie te laten vertalen door vertaalsoftware of om ondertiteling bij kennisclips te voorzien in de moedertaal.¹ Aan ouders kan je adviseren vertaalapps in te zetten om de communicatie van de school om te zetten naar hun moedertaal. Met bijvoorbeeld **Google Lens** kunnen ze een brief of mail van de school scannen en deze laten vertalen in de eigen taal.
- **Online woordenlijsten.** Schooltaal bestaat uit woorden die leraren gebruiken als ze instructie geven of klasregels uitleggen, en woorden die voorkomen in teksten of gebonden zijn aan een bepaald vak. De leerling heeft ze nodig om lessen voldoende te begrijpen. Op het internet kan je lijsten terugvinden met schooltaalwoorden, al zijn die niet altijd afgestemd op jouw schoolcontext. Je kan voor je eigen vak, leerjaar of school eigen online lijsten maken en hiernaar linken vanuit een specifieke term of de uitleg van een woord in een pop-up laten verschijnen. Op deze manier wordt de leerling niet weggeleid van de inhoud.
- **Op eigen tempo of niveau werken.** Er bestaan best wat digitale toepassingen die voor zowel remediering als verdieping een hulpmiddel kunnen zijn. Je kunt ze inzetten om de snelste maar ook de iets minder snelle leerlingen op hun niveau uit te dagen. Voorbeelden hiervan zijn digitale oefeningen met automatische feedback, instructievideo's die leerlingen zelfstandig bekijken of adaptieve software die de moeilijkheidsgraad en ondersteuning automatisch aanpast aan het niveau van de leerlingen. Deze laatste vorm van EdTech bespreken we in Bouwsteen 7.

- **Beheersingsleren via educatieve games.** De principes van beheersingsleren – nieuwe leerstof in beheersbare stappen aanbieden, gevuld door inoefening en pas doorgaan bij voldoende beheersing – worden vaak in educatieve computerspellen toegepast. Educatieve computerspellen kunnen een positief effect hebben op leren als ze tijdens het spelen feedback en ondersteuning geven – in functie van leerdoelen – waarbij de uitdaging voor de leerlingen stelselmatig wordt opgebouwd. Daarnaast wordt in de meeste computerspellen gebruikgemaakt van zowel woord als beeld, en zoals we in Bouwsteen 4 nog zullen bespreken kan deze combinatie het leren van leerlingen versterken (multimedialeren).^{2,3}

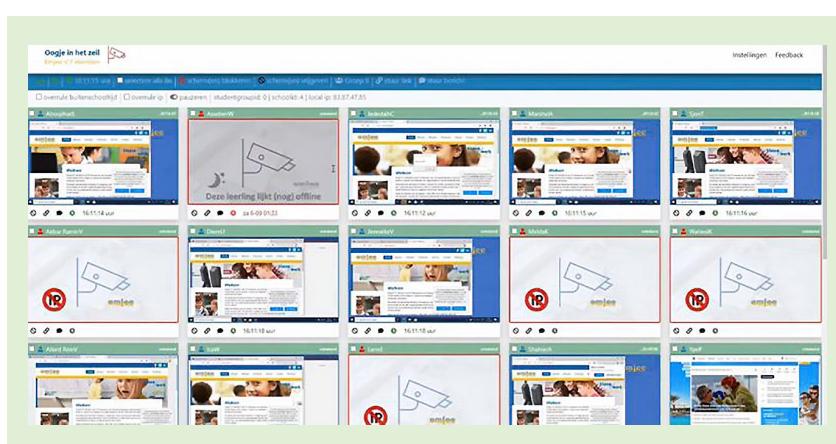
Aandachtspunten

- **Structuur tijdens online leren.** In de klas ben je er als leraar om te zorgen voor een heldere structuur en een uitdagend lestempo. Het is een misvatting te denken dat leerlingen hier zelf voor zullen zorgen in een – ondermaats ontworpen – online leeromgeving. In onderzoek naar online en blended leren tijdens de Covid-19-pandemie gaven leerlingen zelf aan dat duidelijke verwachtingen, een gestructureerd ontwerp en *just-in-time* ondersteuning cruciaal zijn tijdens online zelfstandig leren.⁴ Deze ondersteuning is noodzakelijk zowel op het vlak van leren – bijvoorbeeld een uitgewerkt voorbeeld voorzien – als praktisch (hoe kan je de opdracht uploaden in de juiste map?).
- **Eén centraal platform.** Het is aangewezen te werken met een centraal online platform of elektronische leeromgeving (leermanagementsystemen) – zoals **Moodle, Microsoft 365, Google Classroom, Smartschool** – als vaste startplaats. Op deze manier moeten leerlingen niet voor iedere leraar of vak uitzoeken waar leermiddelen of opdrachten terug te vinden zijn. Als alle leraren daarnaast in de online leeromgeving werken met een vast ontwerpsjabloon zorgt dit voor houvast en herkenbaarheid. Bijvoorbeeld starten met de lesdoelen, een kenniskapstok om voorkennis te activeren en structureren, vervolgens de leerstof met oefeningen, en een vaste oplaatzone voor opdrachten. Dit zorgt ervoor dat leerlingen bij aanvang van iedere leertaak niet telkens een aanzienlijke hoeveelheid cognitieve capaciteit verliezen aan het zoeken van hun online weg.
- **Efficiëntie en monitoring.** Maak je vaak gebruik van EdTech tijdens je instructie, vermijd dan nodeloos tijdverlies. Dit kan onder andere dankzij de volgende tips:
 - Hanteer heldere afspraken en routines rond het bovenhalen van de laptop, het opstarten, afmelden en welke online bronnen leerlingen mogen gebruiken tijdens een opdracht. Maak de regels over de gevolgen duidelijk, herhaal ze gereed en pas ze consequent toe. Dit kan allemaal erg strikt lijken, maar het heeft uiteindelijk een preventief effect – en zelfs Dokter Google weet dat voorkomen beter is dan genezen.
 - Maak een keuze voor gebruiksvriendelijke EdTech platformen. Ze bieden bijvoorbeeld mogelijkheden voor *single sign-on*, waardoor leerlingen automatisch met één account en wachtwoord op verschillende platformen kunnen inloggen. Initiatieven zoals het Vlaamse LeerID maken het mogelijk om leerlingen met één account te laten inloggen voor de

Heldere afspraken en routines

toepassingen van meerdere dienstenleveranciers.

- Je kan zelf bepalen welke onderdelen van het wereldwijde web je openstelt, met een tool als **Myndr**. Met een draai aan een fysieke schakelaar vooraan in de klas regel je welke websites je wanneer toestaat en welke je uitschakelt. Websites kunnen ook centraal door een beheerder geblokkeerd worden, maar hierdoor worden je didactische keuzes als leraar ook ingeperkt.
- Meekijksoftware (zie Figuur 5) stelt je in staat op je eigen scherm in realtime te monitoren wat je leerlingen op hun toestel doen. Verlies jezelf hier echter niet in. Ook heel aanwezig zijn in de klas en je in de fysieke ruimte begeven, veel vragen stellen en feedback geven, kan je al een heel eind verder helpen. Zo behoud je de fysieke en mentale ruimte om door de klas te wandelen en over de schouder mee te kijken, snel ondersteunende of verdiepende vragen te stellen en feedback te geven. Het bevordert daarnaast het leerklimaat en je band met je leerlingen.



Figuur 5.

Met meekijk-software kan je de online activiteit van je leerlingen monitoren in een lerarendashboard.
Bron: Emjee.

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Digitale toepassingen en aandacht

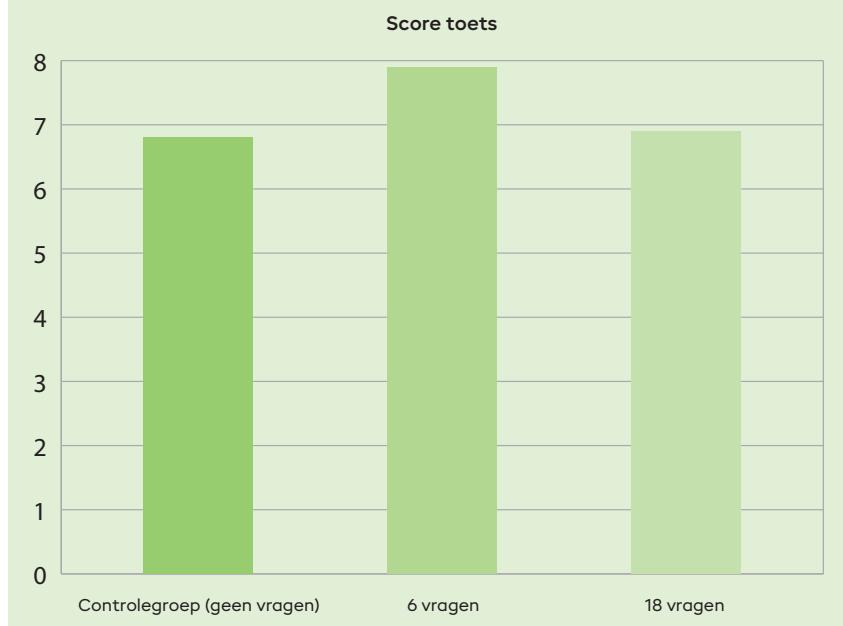
Er is niet meteen onderzoek terug te vinden dat zou aantonen dat een les met digitale toepassingen een meerwaarde kan betekenen voor het bieden van duidelijkheid en structuur. Het blijft dan ook verstandig om af te wisselen met het inzetten van EdTech in de klas omwille van de risico's op het vlak van aandacht (Inzicht 3). Als leraren hier toch voor kiezen, is het van belang een gezwind lestempo aan te houden en ervoor te zorgen dat leerlingen cognitief actief zijn (Inzicht 4). Onderzoek wijst immers uit dat wanneer digitale toepassingen ingezet worden om leerlingen te stimuleren om na te denken over de leerstof, de kans verkleint dat ze bijvoorbeeld de sociale media induiken. Maar zelfs als een digitale toepassing ingezet wordt in functie van de les geldt de leuze 'overdaad schaadt'. In een onderzoek van Hutain en collega's werden studenten verdeeld in groepen waarbij ze beroep konden doen op één of meerdere vormen van digitale ondersteuning: quizzen, vragen stellen en aantekeningen maken. De groep die alle opties inzette maakte

beduidend minder gebruik van niet-lesgerelateerde toepassingen zoals sociale media. Een heuglijke vaststelling, maar deze grotere betrokkenheid bij de les ging niet gepaard met betere leerprestaties. Dit kan erop wijzen dat multitasken – quizzen, vragen stellen en aantekeningen maken – zelfs in functie van de les niet mogelijk is.⁵ In dezelfde lijn ligt onderzoek van Nathan McVaugh en Daniel Robinson met de ietwat misleidende titel *Just how much multitasking can students handle during lecture?* Zij gingen op zoek naar een evenwicht tussen het positieve effect van quizzen en het negatieve effect van cognitieve overbelasting. Tijdens een van de experimenten kregen studenten gedurende de les vragen (zes tot achttien stuks) voorgesloten via een digitale quiztoepassing. De onderzoekers gingen ervan uit dat het stellen van vragen de studenten beter bij de les zou houden. Een teveel aan vragen zou echter het leren kunnen belemmeren. Dit bleek inderdaad zo te zijn: door studenten tijdens de les vragen te laten beantwoorden over de leerinhoud met de quiztool maakten ze minder gebruik van sociale media en rapporteerden ze zelf een grotere betrokkenheid. Als er echter te veel vragen gesteld werden zorgde dit voor een cognitieve overbelasting en minder goede resultaten op een test die onmiddellijk na het experiment werd afgenoemt (zie Figuur 6).⁶

Figuur 6.

Scores op een toets met tien meerkeuzevragen afgenoemd onmiddellijk na een les waarin studenten geen, zes of achttien vragen beantwoordden met een quiztool. Gebaseerd op McVaugh, N. K., & Robinson, D. H. (2022). *Just how much multitasking can students handle during lecture? Effects of question frequency and relevancy, and note taking on retention.*

Educational Technology Research and Development, 70(3), 807-821.



Beginnende reken- en taalvaardigheden ondersteunen met een game-based tool

Een zorgvuldig opgebouwde en gestructureerde les houdt in dat leerlingen kennis en vaardigheden bezitten alvorens een volgend lesonderdeel aan te vatten. Digitale toepassingen met een spelcomponent (game-based) zijn vaak gebaseerd op dit principe van beheersingsleren. Thai Khanh-Phuong en collega's onderzochten bij 5- en 6-jarigen het effect van de game-based toepassing My

Math Academy op prille rekenvaardigheden (meer en minder dan, evenveel als, tellen per 1). De tool was opgebouwd volgens principes van beheersingsleren. Complexere leertaken en leertaken die voortbouwen op voorgaande leerstof, werden in het digitale leerpad pas aangeboden als leerlingen de vorige doelen – die voor hen allemaal dezelfde waren – hadden bereikt. De weg naar de doelen verschilde echter op basis van de hoeveelheid ondersteuning die de toepassing moest bieden aan de leerlingen om een leertaak tot een goed einde te brengen. Als leerlingen bijvoorbeeld er niet in slaagden genummerde figuren te rangschikken, nam de mate van ondersteuning in gegeven feedback toe voor een eerste, tweede of derde fout. Gedurende een periode van ongeveer drie maanden kregen kleuters de traditionele lessen over rekenvaardigheden, of deze lessen werden voor een deel vervangen door het gebruik van de toepassing. Leerlingen uit beide groepen legden voor en na het experiment een toets af. De leerlingen die gebruikmaakten van de game-based toepassing maakten een aanzienlijk grotere sprong voorwaarts op het vlak van prille rekenvaardigheden. Net zoals we bij Inzicht 3 al aangaven, is het niet de bedoeling kinderen uren per dag aan een scherm te kluisteren. In deze studie gebruikten de leerlingen My Math Academy vijftien minuten per dag, drie dagen per week.⁷ Dit is in lijn met gelijkaardig onderzoek van Michelle Neumann. Zij ging na wat het effect op prille geletterdheid van jonge kinderen was door het gebruik van game-based apps op een tablet. Gedurende twee maanden leerden 3 tot 5 jaar oude kinderen iedere week drie nieuwe letters, waarbij de experimentele groep gedurende dertig minuten per week de tablet gebruikte. De kinderen die de apps gebruikten presteerden beter op een test na het experiment op het vlak van bijvoorbeeld letters benoemen, letters uitspreken en de eigen naam schrijven.⁸ Globaal genomen wijst onderzoek in de richting van positieve effecten van educatieve computerspellen. Er dient echter nog verder onderzocht te worden aan welke ontwerprincipes computerspellen dienen te beantwoorden, en voor welke leeftijd en leerstof ze het meest geschikt zijn.²

RECHT UIT DE KLAS

Afspraken en routines

Leraar Gert oefent met zijn leerlingen tijdens een van de eerste lessen expliciet op het efficiënt opstarten van de laptops en inloggen bij de tool **Formative**.

Eerst legt hij duidelijk de regels uit:

- De leraar bepaalt wanneer leerlingen de laptop mogen gebruiken en wanneer het toestel dicht blijft.
- Toegestaan zijn enkel de websites die op het bord staan.
- Iedere leerling komt 's morgens met een opgeladen laptop naar school.

Deze afspraken gelden in heel de school, en er volgen sancties als leerlingen zich er niet aan houden. Daarna oefent de klas het uit de tas nemen en opstarten van de toestellen. De leraar telt af: 'We nemen onze laptop op de bank voor een korte voorkennisquiz over de simple past met **Formative**. Tien, negen, acht – goed zo, Alicia – zeven, zes – zo, dat gaat snel! – vijf...' Daarna modelleert hij hoe ze de website kunnen toevoegen aan hun bookmarks en een sterk wachtwoord kunnen opslaan in **Google Chrome**. De routine wordt telkens op deze manier aangepakt, ook in andere lessen. Doorheen de school

wordt zo veel mogelijk met dezelfde tools gewerkt. Op deze manier gaat er tijdens het schooljaar zo weinig mogelijk leestijd verloren.

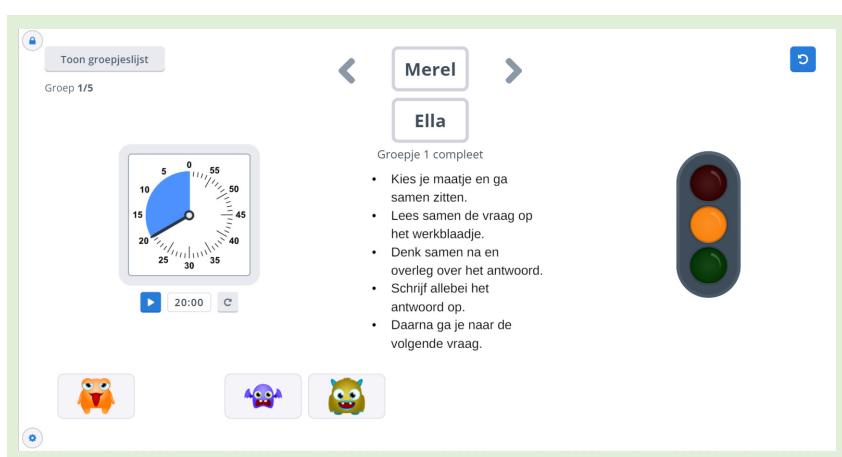
Duidelijke instructie met het digibord

Juf Amelia zet in het vierde leerjaar het digibord in om duidelijke instructies te geven vooraleer leerlingen zelfstandig aan de slag gaan. De instructies worden mondeling overlopen, maar blijven tijdens het zelfstandig werk op het bord staan als houvast. De leerlingen kunnen steeds volgen hoeveel tijd ze nog hebben voor de oefeningen. De groepjes worden anoniem gekozen door een groepjeskiezer, zodat leerlingen met verschillende klasgenoten leren samenwerken. Het stoplicht geeft aan wat leerlingen moeten doen: oranje betekent 'stil zijn en luisteren', groen betekent 'aan de slag!' en rood betekent 'stop!' (zie Figuur 7).

Tools: Gynzy, Classroomscreen.com, LiveCloud.online.

Figuur 7.

Screenshot van een digibord zoals in **Gynzy** met een timer, instructies, een maatjeskiezer en een stoplicht.



Structuur in online leeromgevingen

Leraar chemie Koen kreeg vorig jaar heel wat mailtjes van leerlingen die de juiste documenten niet vonden. Daarom dacht hij bij de start van het schooljaar bewust na over een heldere mappenstructuur in de online leeromgeving (zie Figuur 8). De logische indeling en het klassikaal bespreken ervan, bespaart hem nu veel tijd. Geen mailtjes meer met dat soort vragen!

Tools: Smartschool, Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams, Canvas, Blackboard.

Activiteiten samenbrengen in een leerpad

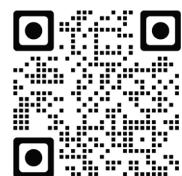
De vakgroep geschiedenis merkte tijdens het afstandsonderwijs en tijdens zelfstandig werk dat leerlingen gemakkelijk hun weg kwijt geraken in het digitale lesmateriaal. Ze beslissen om een leerpad te maken over een aantal onderwerpen, zoals de Gouden Eeuw. Op de eerste slide vertrekken ze steeds vanuit dezelfde tijdslijn, zodat leerlingen weten hoe de nieuwe leerstof in het

The screenshot shows a digital school platform interface. On the left is a vertical navigation bar with icons for: Vaknieuws, Online les, Documenten, Leerpaden, Weblinks, Taken, Oefeningen, Uploadzone, Samenwerken, Studiegenoten, Forum, Enquêtes, and Wiki. To the right is a main content area titled 'Documenten' which contains a list of folder categories:

- Taken / opdrachten
- Algemeen (Algemene documenten)
- Extra oefeningen
- Leerstofoverzichten / begrippenlijst / remedivering
- Oplossingen extra oefeningen (oplossingen)
- Oplossingen praktica (oplossingen praktica)
- Powerpoints (powerpoints)

Figuur 8.
Voorbeeld van een helder opgebouwde mappenstructuur in het digitale schoolplatform **Smartschool**.

grottere geheel past. Er worden ook telkens duidelijke lesdoelen toegevoegd en aan het begin wordt voorkennis geactiveerd ('Wat weet je nog over...?'). Doordat alle bronnen (filmpjes, artikelen, oefeningen) op dezelfde plaats staan, is de werkwijze voor leerlingen veel duidelijker. Ze gebruiken het materiaal nu nog steeds in de les: leerlingen kunnen zo een deel van de leerstof zelfstandig doornemen, bijvoorbeeld tijdens een studie-uur of om de leraar ruimte te geven om een groep leerlingen extra instructie te geven.
Bekijk via de QR-code een voorbeeld van een leerpad van Geschiedenisleraar.nl in **LessonUp**.
Tools: LessonUp, Nearpod, iLearn, Bookwidgets, Moodle Lesson.



Automatisch vertalende woordenlijst

Het taalteam van de school ontwikkelde voor onderstalige nieuwkomers een automatisch vertalende begrippenlijst. De leraren maakten een lijst met veelvoorkomende schooltaalwoorden in de eerste kolom van een spreadsheet (zie Figuur 9 op pagina 108). De woorden worden in een andere kolom automatisch vertaald naar een taal naar keuze, zoals Oekraïens, Perzisch of Chinees. De leerlingen kunnen de lijst ook gebruiken om zelf aan te vullen met woorden. Voor concrete woorden is er ook een link naar een automatische zoekopdracht naar afbeeldingen.

Via de QR-code kom je bij een leeg sjabloon van **Google Sheets** terecht waarvan je een kopie kan maken voor eigen gebruik.

Tool: Google Sheets.



Technische ondersteuning

De werkgroep ICT maakte en verzamelde schoolbreed materiaal om leerlingen technisch te ondersteunen. Moeten de leerlingen voor de eerste keer iets posten op een discussieforum? Moeten ze hun taak uploaden? Ze krijgen een link naar een instructiefilmpje of een duidelijk stappenplan (zie Figuur 10 op pagina 108). Op deze manier is de info op het juiste moment en juiste plaats raadpleegbaar voor leerlingen die er nood aan hebben.

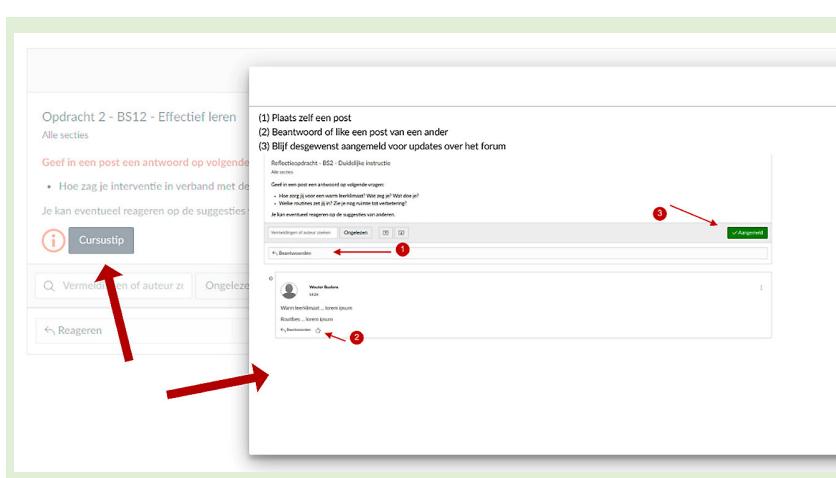
Figuur 9.

Een online woordenlijst zoals gemaakt in Google Sheets. In kolom A kunnen woorden toegevoegd worden en vervolgens kunnen leerlingen een taal naar keuze aanduiden vanaf kolom C.

A1	A NEDERLANDS	B AFBEELDING	C Ukrainian	D Arabic	E Chinese Simplified	F Polish	G VOORBEELDZIN
1	voorbeld	Klik hier	зразок	عَبْدٌ	样本	próbka	
2	stoel	Klik hier	крісло	كرسي	椅子	krzesło	
3	woord	Klik hier	слово	كلمة	单词	słowo	
4	begrip	Klik hier	концепція	مفهوم	概念	pojęcie	
5	verklaren	Klik hier	декларувати	لَغْنَان	声明	zadeklarować	
6	desnoods	Klik hier	якдо необхідно	كَمْ مُحْرِّجًا	如有必要	Jeśli to konieczne	
7							
8							
9							
10							
11							
12							

Figuur 10.

In een pop-up op de plaats waar leerlingen een bestand moeten uploaden krijgen ze uitleg over de werkwijze. Bron: leergang ‘Wijze Lessen Online’.

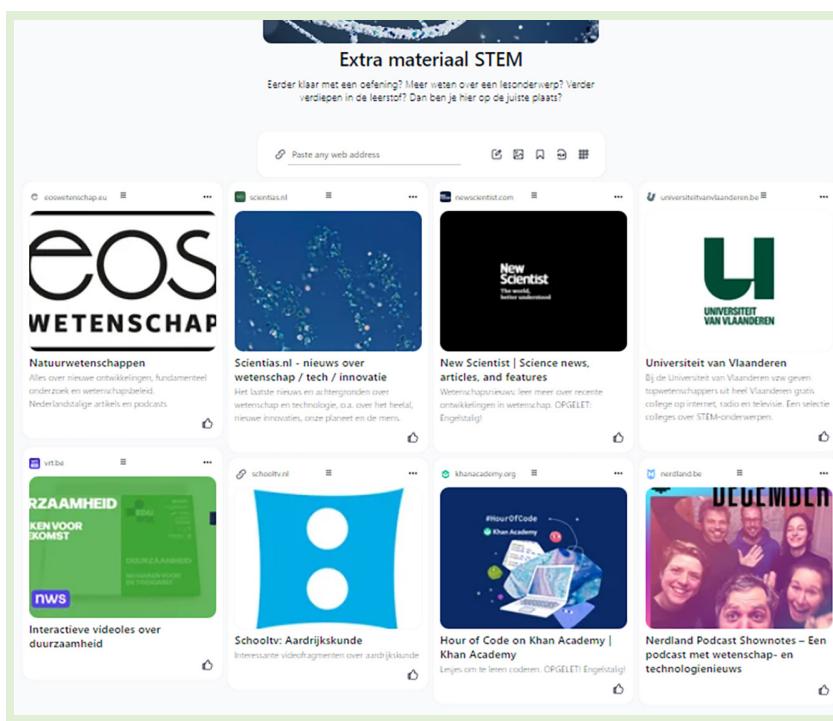


Extra uitdaging

De leraren van de STEM-vakgroep verzamelen op een online prikbord een aantal interessante websites, podcasts, tijdschriften en filmpjes (zie Figuur 11). Als leerlingen sneller klaar zijn met hun oefeningen kunnen ze hier terecht voor extra uitbreiding. Ze mogen niet heel de tijd vrijblijvend rondsurfen. Ze vullen in hun cursus aan welk materiaal ze bekeken, gelezen of beluisterd hebben, welke link er is met de leerstof uit de les en drie zaken die ze geleerd hebben. Tools: Wakelet, Padlet, Tagpacker.

Leren typen met een educatieve game

Tijdens de lessen van juf Vanessa in het vijfde leerjaar leren de leerlingen blind typen. Ze gebruikt hiervoor een programma waarmee de kinderen zelfstandig aan de slag gaan. Het inoefenen wordt in kleine stappen opgebouwd: de eerste oefening start met twee letters en telkens als leerlingen het juiste beheersingsniveau hebben bereikt, komt er een letter bij. Het spelement en de verhaallijn zorgen er mede voor dat leerlingen betrokken en gemotiveerd blijven. Tools: Typetopia, Typing.com, TIPP10, Typeracer.



Figuur 11.
Voorbeeld van een online prikbord gemaakt met de toepassing **Wakelet**. Leerlingen kunnen de afbeeldingen aanklikken om extra materiaal voor STEM te bestuderen.

EVEN REFLECTEREN

- Welke afspraken gelden er bij jou op school rond gebruik van digitale toestellen in de klas? Worden ze schoolbreed toegepast? Hoe zou je er verder nog voor kunnen zorgen dat technologie niet voor afleiding zorgt?
- Merk je soms dat leerlingen hun weg niet vinden in je digitale/online lesmateriaal? Welke mogelijke verbeteringen zou je kunnen aanbrengen om je lesmateriaal gestructureerder en duidelijker te ontwerpen?
- Op welke manier bied je als leraar op het vlak van instructie ondersteuning aan bij digitaal/online lesmateriaal? Welke (digitale) hulpmiddelen gebruik je om leerlingen te helpen opdrachten – op de juiste wijze – uit te voeren?
- Zet jij soms technologie in om leerlingen instructie op maat te bieden en te zorgen voor voldoende uitdaging? Hoe zorg jij ervoor dat je het leerproces van je leerlingen kan opvolgen? Kunnen leerlingen verdiepen? Krijgen ze ondersteuning indien nodig?

Noot

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 2: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 49-60.

Bronnen

- 1 Dommelt, E. J., Dinu, L. M., van Tilburg, W., Keightley, S., & Gardner, B. (2022). Effects of captions, transcripts and reminders on learning and perceptions of lecture capture. *International journal of educational technology in higher education*, 19(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00327-9>
- 2 Mayer, R. E. (2022). Multimedia learning with computer games. In R. E. Mayer, & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed., pp. 472-486). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.004>
- 3 Huang, R., Ritzhaupt, A. D., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J., & Li, J. (2020). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1875-1901. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z>
- 4 Buelens, W., Versmissen, F., De Wever, B., Rotsaert, T., Schellens, T., Tondeur, J., Surma, T., Valcke, M., & Vanderlinde, R. (2022). *Blended learning in het Vlaams secundair onderwijs. Van noodzaak naar structurele implementatie*. Onderwijskundig Beleids- en Praktijkgericht Wetenschappelijk Onderzoek. Inspiratiegids. <https://thomasmore.be/nl/expertisecentrum-onderwijs-en-leren/blended-learning-het-vlaams-secundair-onderwijs>
- 5 Hutaïn, J., & Michinov, N. (2022). Improving student engagement during in-person classes by using functionalities of a digital learning environment. *Computers & Education*, 104496. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104496>
- 6 McVaugh, N. K., & Robinson, D. H. (2022). Just how much multitasking can students handle during lecture? Effects of question frequency and relevancy, and note taking on retention. *Educational Technology Research and Development*, 70(3), 807-821. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10113-z>
- 7 Thai, K.-P., Bang, H. J., & Li, L. (2022). Accelerating early literacy learning with research-based personalized learning games: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15(1), 28-51. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.1969710>
- 8 Neumann, M. M. (2018). Using tablets and apps to enhance emergent literacy skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.10.006>

3. Gebruik voorbeelden

SAMENVATTING

Bij het aanleren van nieuwe kennis en vaardigheden is werken met voorbeelden een effectieve aanpak. Dit kan bestaan uit een volledige uitwerking van een oefening, een leraar die een vaardigheid demonstreert of concrete voorbeelden bij abstracte begrippen. Als je werkt met voorbeelden is de leerling zeker geen passieve observator. Bedoeling is dat leerlingen voorbeelden proberen te verklaren, begrijpen en zich oplossingsstrategieën eigen maken.

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Op het moment dat leerlingen hun eerste stappen zetten in het verwerven van nieuwe kennis en vaardigheden, is het effectief om voorbeelden te betrekken bij je instructie. Het basisboek *Wijze lessen* bespreekt drie vormen: uitgewerkte voorbeelden (*worked examples*), de leraar of een andere expert die model staat (modelleervoorbeelden of *modeling examples*) en concrete voorbeelden (*concrete examples*).

Leren door een voorbeeld te observeren en nadien imiteren is een erg natuurlijke manier van leren. De beginner kan zich ten volle focussen op de juiste werkwijze en de achterliggende redeneringen, waardoor het werkgeheugen niet meer belast wordt dan nodig. In een **uitgewerkt voorbeeld** zijn alle stappen van een oplossing volledig uitgeschreven. Leerlingen bestuderen de oplossingsstrategie, en herhalen deze bijvoorbeeld in stilte nog een keer. Zodra leerlingen de stappen en de achterliggende principes begrijpen, kan je overgaan naar het inoefenen. Hierbij bouw je ondersteuning af richting zelfstandig werk.

Afbouwende
ondersteuning

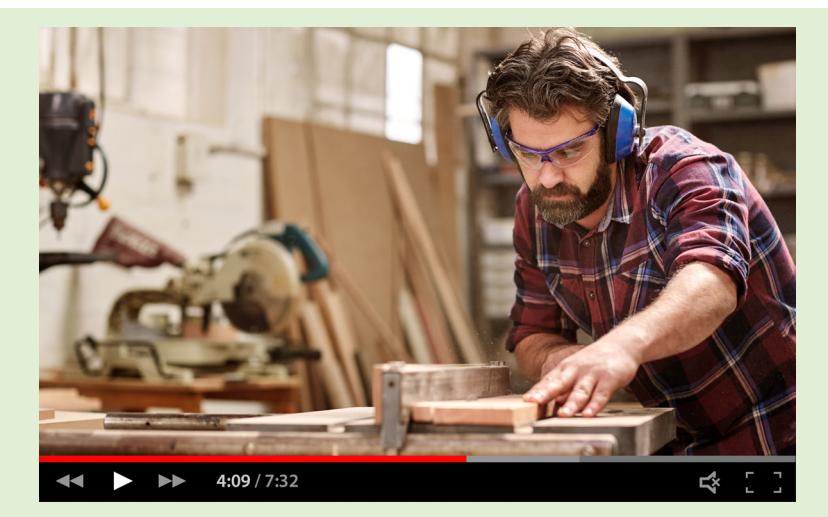
Je kan als leraar (expert) ook zelf het voorbeeld zijn, en een werkwijze **modelleren** (modelleervoorbeelden) aan leerlingen (beginners). Tijdens de uitwerking van een oefening of een praktische vaardigheid (zie Figuur 12 op pagina 112) vertel je luidop hoe en waarom je bepaalde stappen zet of handelingen verricht. Zijn je leerlingen op dat moment passieve wezens? Helemaal niet! Ze bouwen tijdens het kijken en luisteren actief nieuwe kennisschema's op. Je kan als leraar deze nieuwe kennisverwerving eventueel nog aanvullen door links te leggen met relevante voorkennis of begripsvragen te stellen tijdens het modelleren.

Actieve
kennisverwerving

Concrete voorbeelden ten slotte zijn cruciaal om meer abstracte begrippen te verduidelijken. Denk aan het begrip 'belasting'. Een belasting is een verplichte financiële bijdrage die bedrijven en burgers betalen voor de financiering van overheidsuitgaven en openbare diensten. Concrete voorbeelden zijn belastingen op inkomen, BTW en erfbelasting. Een boete is geen belasting, omdat het geen verplichte bijdrage is voor iedereen, maar een straf voor het schenden van de wetten en regelgeving. Belangrijk is om op deze manier voldoende voorbeelden en tegenvoorbeelden te geven.

Figuur 12.

De leraar houtbewerking modelleert een vaardigheid, waarbij hij luidop het hoe en waarom van zijn handelingen toelicht.



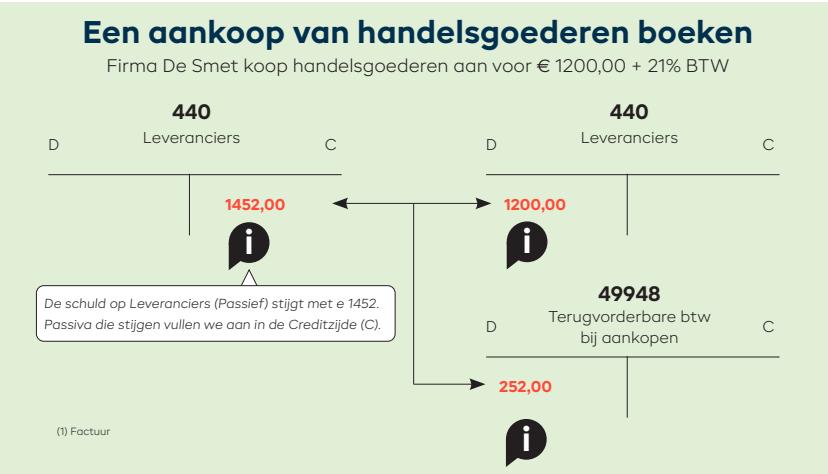
Waardevolle kansen

EdTech kan het effect van voorbeelden fors versterken. We sommen een aantal kansen op.

- **Interactieve uitgewerkte voorbeelden.** Een goede manier om de redenering achter de verschillende stappen in een uitgewerkte voorbeeld te verankeren is leerlingen deze laten uitleggen aan zichzelf! Als je het uitgewerkte voorbeeld als interactieve afbeelding aanbiedt, kunnen leerlingen de stappen eerst zelf verwoorden, zonder meteen het antwoord te zien staan. Door te klikken op een hotspot kunnen ze het modelantwoord laten verschijnen om hun eigen redenering mee te vergelijken (zie Figuur 13). Het voordeel van zo'n interactief uitgewerkte voorbeeld is dat leerlingen er ook in afwezigheid van de leraar mee aan de slag kunnen.

Figuur 13.

Gedeeltelijk uitgewerkt voorbeeld van een handelsbalans gemaakt met **BookWidgets**. Leerlingen verklaren eerst aan zichzelf de rode bedragen en kunnen daarna het modelantwoord laten verschijnen.



• **De wereld binnenbrengen in je klas.** Het is niet altijd even evident om concrete voorbeelden naar de klas te brengen of demonstraties live uit te voeren. Volgens de wet van een zekere Edward A. Murphy is er zelfs een grote kans dat wat je proefondervindelijk wil aantonen op dat ogenblik mislukt. Via video kan dit wel. Zo kunnen bijzondere scheikundige reacties of natuurkundige fenomenen, zoals zonnestormen of microscopisch kleine deeltjes, prachtig weergegeven worden. Dankzij de technische mogelijkheden – inzoomen op de essentie, wegknippen overbodige scènes – kunnen demonstratievideo's de effectiviteit van live demonstraties benaderen.²

Demonstratievideo's

• **Modelleren met video.** Ook al ben je als leraar ongetwijfeld het beste model, je past ongetwijfeld niet in de boekentas van een leerling en al zeker niet in die van de hele klas. Een video van een model heeft als voordeel dat leerlingen deze thuis kunnen herbekijken om een oplossingsstrategie of werkwijze terug op te frissen. Tijdens het studeren kunnen leerlingen een video herbekijken waarin jij – of een ander model – de vaardigheid demonstreert. Ze kunnen de video pauzeren of terugspoelen als ze de werkwijze nog niet helemaal begrepen hebben. Ook versneld bekijken behoort tot de mogelijkheden (voor sommige leerlingen). Als ze de vrijgekomen tijd in verdere (actieve) verwerking investeren, kan dit zelfs tot grotere leerwinst leiden. Dit is echter geen oproep om alle leerlingen steeds aan te raden een video anderhalf keer zo snel te bekijken.³

Aandachtspunten

• **Arbeids- en tijdsintensief.** Zelf video's of (interactieve) illustraties met voorbeelden ontwerpen is een intensieve bezigheid. Dit geldt zeker als je de technische vaardigheden voor monteren, toevoegen van vragen en hotspots nog niet in de vingers hebt. Het is niet zo dat je pas een goede leraar bent als je zelf je instructievideo's maakt. Er is schitterend materiaal online beschikbaar, soms zelfs op speciaal voor het onderwijs ontworpen platformen, zoals **Het Archief voor Onderwijs** in Vlaanderen en **Beeld en Geluid op School** in Nederland. Bekende internationale Engelstalige bronnenbanken zijn **TED-Ed** en de destijds pionierende **Khan Academy**. Op dit platform zijn erg veel video's waarin oplossingen stap voor stap worden uitgewerkt en uitgelegd terug te vinden (zie Figuur 14 op pagina 114). De non-profit organisatie heeft als missie iedereen van kwaliteitsvol onderwijs te voorzien. Yes we Khan.

• **Perfectie is niet nodig.** Natuurlijk is het belangrijk dat je verstaanbaar bent, maar je mag je al eens verspreken of aarzelen. Een sporadische 'euh' is niet storend. Meer nog, onderzoek wijst uit dat het persoonlijke karakter van een 'amateuristische' video de leerlingen meer aanspreekt en ze zich hierdoor meer engageren.⁴ Een eenvoudige opname van de uitwerking van een probleem is al mogelijk met een smartphone en pen en papier. Zelf digitaal lesmateriaal met voorbeelden ontwikkelen moet niet ten koste gaan van je schaarse lerarentijd – en de kans dat je er de Oscar voor beste montage mee wint, is eerder klein.

"Perfecte video's zijn niet noodzakelijk. Integendeel, het persoonlijke 'amateuristische' karakter kan net een meerwaarde zijn."

Figuur 14.

Voorbeeld uit **Khan Academy** van een video over het oplossen van vergelijkingen waarbij de verschillende stappen getoond en uitgelegd worden.

-9 - 1(9x - 6) = 3(4x + 6)

$$\begin{aligned} -9 - 9x + 6 &= 12x + 18 \\ -9x - 3 &= 12x + 18 \\ -12x & \\ -21x - 3 &= 18 \\ +3 & \\ -21x &= 21 \end{aligned}$$

En we krijgen x is gelijk aan - wat is 21

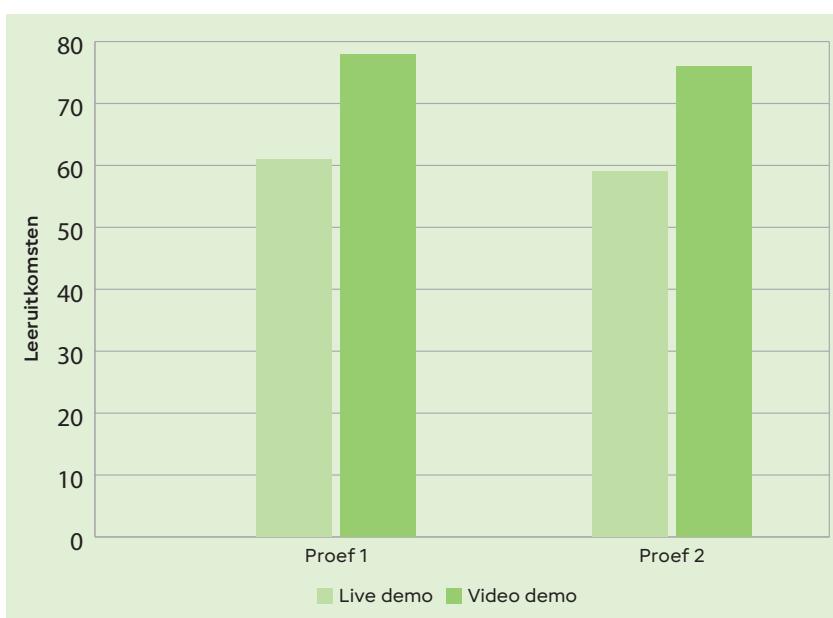
Cognitief actief

- **Een cognitief belastend ontwerp.** Het gebruik van afbeeldingen en animaties is erg geschikt voor het ontwerpen van (concrete) voorbeelden. Een mogelijke valkuil is echter dat het ontwerp van video's of interactieve illustraties leren net gaat verhinderen. Kleur- en fantasierijke afbeeldingen of animaties zijn (soms) mooi om naar te kijken, maar leiden net daarom vaak af van de kern van de zaak. In Bouwsteen 4 gaan we dieper in op het negatieve effect van deze zogenaamde verleidelijke toevoegingen.
- **Passieve toeschouwers.** Werken met voorbeelden is een interactief gebeuren. Je denkt luidop na over elke stap, betrekt onderliggende principes in je uitleg, verklaart waarom je doet wat je doet. Ook bij demonstratievideo's is dit luidop denken van belang. Verlies dit krachtige ingrediënt dus niet uit het oog en zorg dat je video's je leerlingen cognitief aan het werk zetten – door hen bijvoorbeeld te laten zelfverklaren of de juistheid van hun redenering te checken en bij te sturen.
- **Verdeel en recycleer.** Digitaal voorbeeldmateriaal ontwikkelen is tijdrovend. Je weerstaat als leraar best aan de – goedbedoelde – verleiding om telkens zelf nieuw materiaal te ontwerpen. Het is aan te raden je tijd voornamelijk te investeren in digitaal lesmateriaal dat vaker en door meer leraren hergebruikt kan worden. Ook samenwerking in je vakgroep om het ontwikkelwerk te verdelen zorgt voor een meer haalbare tijdsinvestering. Ten slotte bestaan er online deelplatformen zoals het Vlaamse **KlasCement**, waar leraren leermiddelen kunnen plaatsen of gebruiken voor alle onderwijsniveaus en vakken.

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Demonstreren van proeven en experimenten

Ter plekke uitgevoerde demonstraties van scheikundige of natuurkundige experimenten zijn praktisch niet steeds makkelijk te realiseren – kostelijk om telkens opnieuw uit te voeren, er zijn risico's verbonden aan de proeven – en de effectiviteit van dergelijke demonstraties is wisselend. Greg Kestin en collega's gingen na of online demonstratievideo's van natuurkundige principes een volwaardig alternatief konden zijn voor live demonstraties in de klas. In een experiment werden twee natuurkundige principes proefondervindelijk getoond, bijvoorbeeld het effect van de zwaartekracht op het traject van een afgevuurd projectiel. De instructie en gebruikte materialen waren voor de live en videodemonstratie volledig gelijkaardig. Op een toets na de demonstratie van de beide proeven scoorden de studenten telkens beter na het bekijken van de videodemonstratie vergeleken met de live demonstratie (zie Figuur 15).



De studenten legden niet alleen een toets af met inzichtelijke meerkeuzevragen, maar werden ook geïnterviewd om na te gaan hoe goed ze de natuurkundige principes begrepen hadden. Ook dit begrip bleek beter na het bekijken van de demonstratievideo. De onderzoekers wijzen dit verschil toe aan de technische mogelijkheden van een demonstratievideo. In de video kon het traject van het projectiel bijvoorbeeld vertraagd getoond worden en door in te zoomen op belangrijke details konden studenten in een video beter het resultaat van de demonstratie observeren. Uit een bevraging bij het onderzoek bleek eveneens dat de studenten de videodemonstratie even sterk waardeerden als de live demo. Het combineren van het gebruik van een video-opname van een proef in de les met eventueel ondersteunende uitleg biedt dus zeker mogelijkheden, al hoeft het klassieke experiment uiteraard niet op de schop.²

Figuur 15.

Studenten scoorden beter op een toets na het bekijken van een online voorbeeldvideo dan na het observeren van een live demonstratie in de klas. Gebaseerd op Kestin, G., Miller, K., McCarty, L. S., Callaghan, K., & Deslauriers, L. (2020). Comparing the effectiveness of online versus live lecture demonstrations. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 1-6.

Kijken door het oog van het model

Als leerlingen naar een video kijken waarin abstracte processen concreet uitgelegd worden, moeten zij op het juiste moment naar het juiste onderdeel in de video kijken. Leerlingen met weinig voorkennis weten zonder ondersteuning vaak niet waarnaar ze moeten kijken. Hierdoor missen ze belangrijke info, of het zoeken ernaar gaat ten koste van de beperkte capaciteit van hun werkgeheugen. Je kan hen helpen door bijvoorbeeld op het juiste ogenblik een pijl in je opgenomen presentatie te laten verschijnen. Er bestaan echter ook toepassingen die ervoor zorgen dat jouw blik als leraar/model in de video wordt aangegeven, bijvoorbeeld door een gekleurde stip (zie Figuur 16). Je modelleert voor de leerlingen waarnaar ze moeten kijken net op het ogenblik dat je je denken luidop verwoordt in de video (eye movement modelling examples; EMME).⁵

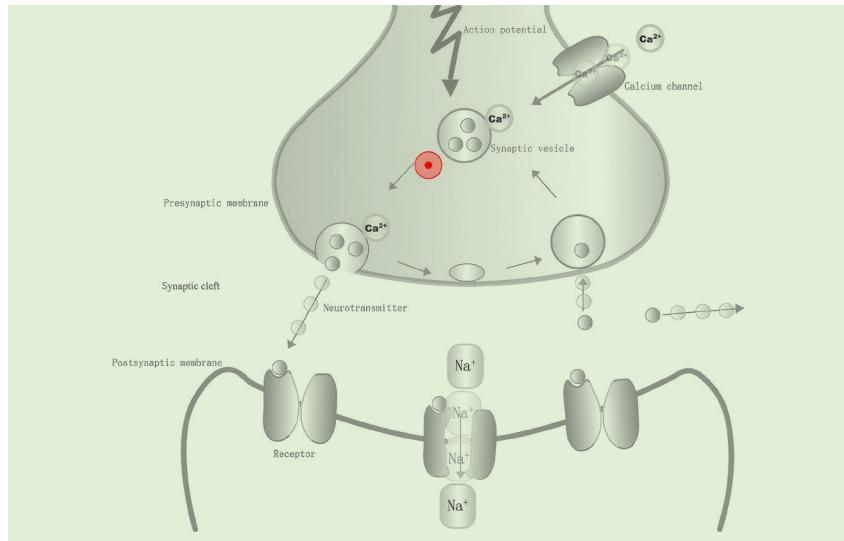
Figuur 16.

Illustratie van een EMME waarbij de rode stip aangeeft waarnaar de leraar naar kijkt tijdens de uitleg.

Bron: Xie, H., Zhao, T., Deng, S., Peng, J., Wang, F., & Zhou, Z. (2021).

Using eye movement modelling examples to guide visual attention and foster cognitive performance: A meta-analysis.

Journal of Computer Assisted Learning, 37(4), 1194-1206. <https://doi.org/10.1111/jcal.12568>

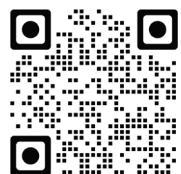


De meeste onderzoeken tonen aan dat modelleren waarnaar leerlingen moeten kijken het werkgeheugen ontlast en leren bevordert. Als leerlingen ondersteund worden door de blik van de leraar kijken ze niet alleen sneller, maar ook langer naar onderdelen van de video die noodzakelijk zijn om de informatie te verwerken.⁶ Doordat leerlingen niet hoeven te zoeken naar de juiste locatie, beschikken ze over meer vrije ruimte om de leerstof te verwerken. De verwerking kan je stimuleren door leerlingen vragen te laten beantwoorden of zelfverklaren te laten toepassen tijdens het kijken. Zoals ook onderzoekster Selina Emhardt aangeeft lijkt dit misschien technische hocus pocus, vergeleken met bijvoorbeeld aanduiden met een muisaanwijzer waarnaar je kijkt. Deze laatste manier kost echter meer moeite tijdens het maken van de video en leidt je als leraar sterker af van je inhoudelijke verhaal dan wanneer je alleen dient te kijken naar je scherm.⁷ De technologie om EMME toe te passen – **GazeRecorder, Eyeeware, iMotion** – is makkelijk online terug te vinden en

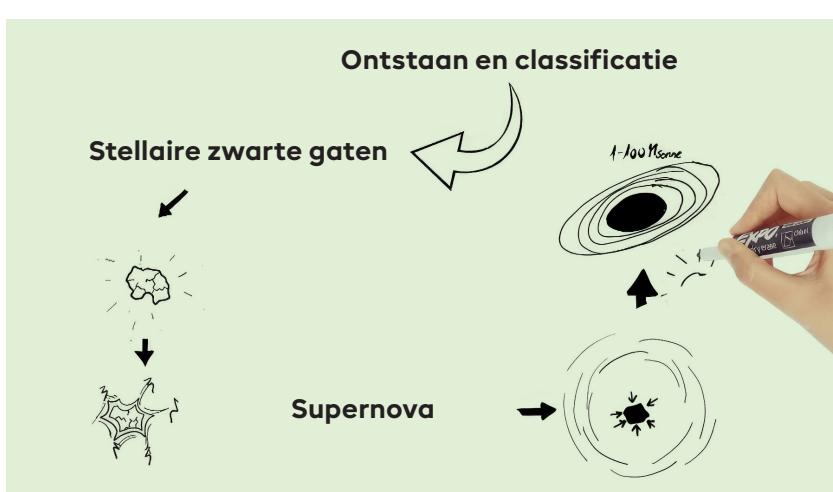
gebruiksvriendelijk. Om een video te maken waarbij jouw blik wordt opgenomen is geen extra apparatuur meer nodig – je webcam volstaat – en voor sommige toepassingen hoef je zelfs geen software te installeren.

Liever live aantekeningen dan uitgewerkte stappen

Het is effectiever als je een voorbeeld van een oplossingsstrategie stap voor stap uitschrijft of een tekening in beeld maakt, dan wanneer je in een opgenomen presentatie de reeds volledig uitgewerkte stappen toont. Logan Fiorella en collega's ontwierpen twee video's over de werking van de nieren. In de eerste video werden volledig uitgewerkte tekeningen van de verschillende fases van urineproductie getoond (statisch), in een tweede video werden deze tekeningen live in beeld gemaakt (dynamisch). Na het bekijken van de video maakten de studenten uit beide groepen een toets. Uit de resultaten bleek dat de studenten in de dynamische groep beduidend beter scoorden op onthouden van informatie, en in beperktere mate op toepassen van kennis (*dynamic drawing principle*).⁸ Het toepassen van dit principe gebeurt best door te filmen vanuit het perspectief van de leraar. Via de QR-code kan je een (Engelstalige) video op **YouTube** bekijken waarin dit toegepast wordt.



Uit gründlich Duits onderzoek blijkt dat het positieve effect van het *dynamic drawing principle* en filmen vanuit het perspectief van de leraar nog sterker is als de hand van de leraar tijdens het schrijven in beeld getoond wordt (zie Figuur 17). Leerlingen zien de schrijvende hand als 'hun eigen hand' waardoor ze beter zouden leren. Daarnaast verankert het zichtbaar uitschrijven en opbouwen van de stappen de redenering beter.⁹



Figuur 17.

De leraar maakt de afbeeldingen live in een voorbeeldvideo terwijl zij uitlegt geeft over zwarte gaten in het heelal. Bron: Kriegstein, F., Meusel, F., Rothenstein, E., Scheller, N., Wesenberg, L., & Rey, G. D. (2023). How to insert visual information into a whiteboard animation with a human hand? Effects of different insertion styles on learning. Smart Learning Environments, 10(1), 39.

RECHT UIT DE KLAS

Abstracte leerstof concreet maken met filmpjes

Meester Joris geeft een les over het belang van internationale organisaties. Hij weet dat dit een complex onderwerp is voor zijn leerlingen en gaat op zoek naar concrete voorbeelden. Hij vindt online drie audio- en videofragmenten

over de Verenigde Naties, Unicef en de WHO. Het eerste filmpje bekijken ze samen en de leraar toont hoe ze op het werkblad het voorbeeld met de theorie kunnen linken. Bij het tweede filmpje maken de leerlingen dezelfde oefening in duo. Het derde filmpje dient als huiswerk voor een week later.

Tools: Het Archief voor Onderwijs (VL), Beeld en Geluid op School (NL), SchoolTV, Universiteit van Vlaanderen / Nederland, YouTubekanalen zoals Biologie Academie, De Scheikunde Academie.

Modelleren met video

De leraar lassen wil een moeilijke nieuwe techniek demonstreren. Door de opspringende gensters is zo'n demo moeilijk. Hij kiest daarom voor een video-opname waarin hij de techniek filmt met een hoofdcamera met speciale filter (zie Figuur 18). Zo zien de leerlingen de techniek vanuit zijn perspectief. Veel leerlingen hebben een tweede demo nodig. Zij kunnen het filmpje herbekijken, eventueel vertraagd en/of met ondertiteling. Het eindproduct van de leraar ligt vooraan in het werkatelier als voorbeeld. Leerlingen kunnen hun werk vergelijken met dat van de leraar. Het filmpje komt op de online leeromgeving van de school te staan.

Figuur 18.

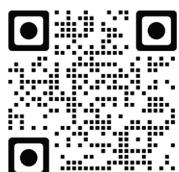
Voorbeeldvideo die een leraar lassen gebruikt om een techniek te demonstreren.



Interactieve uitgewerkte voorbeelden

Leraar Bob wil leerlingen de kans geven thuis actief aan de slag te gaan met een uitgewerkt voorbeeld van een boekhoudkundige verrichting met een credit- en debet zijde. Als tussenstap biedt hij hun een deels uitgewerkt voorbeeld aan: de verschillende stappen worden getoond maar de redenering bij iedere stap is in eerste instantie niet zichtbaar. Leerlingen krijgen de instructie eerst zelf een verklaring te geven voor de uitgevoerde stappen en bedragen, alvorens een modelantwoord te bekijken door te klikken op een hotspot.

Tools: BookWidgets, Thinglink, H5P, Genial.ly.



Voorbeeld als ondersteuning bij wiskundeoefenen

In het oefeningenboek van wiskundeleraar Luc staat bij elke oefening een verwijzing (QR-code) naar een item in een digitaal vademecum. Het vademecum bevat alles wat een leerling echt zou moeten kennen. Het bevat naast definities, eigenschappen en stappenplannen ook telkens een concreet of uitgewerkt voorbeeld. Leraar Luc bouwt de volgende routine met zijn leerlingen op. Wanneer leerlingen twijfelen of ze een oefening wel correct aan het oplossen zijn, wil hij niet dat ze al meteen de volledige oplossing van de oefening opzoeken. Als tussenstap mogen ze wel het concreet of uitgewerkt voorbeeld in het digitaal vademecum raadplegen. Lukt het daarmee nog niet, dan gaan leerlingen naar de correctiebank of scannen ze met de app **Photomath** hun oefening. Ze krijgen dan meteen de uitkomst en tussenstappen voorgesloteld in de vorm van een uitgewerkt voorbeeld.

Tools: Photomath, QR-code generator.

Voorbeelden gegenereerd door AI

De leraar geschiedenis vraagt aan **ChatGPT** of een andere AI-chatbot om voorbeeldantwoorden te genereren op de vraag: 'Bespreek de stelling De Franse revolutie was het gevolg van een complex samenspel van factoren.' De eerste voorbeeldantwoorden zijn veel te complex en te uitgebreid. Ze verfijnt haar vraag door meer context toe te voegen over de leeftijd van de leerlingen, over wat ze geleerd hebben en geeft een maximaal aantal woorden op voor de antwoorden.

Daarna vraagt de leraar om de drie antwoorden op verschillende taalniveaus te beschrijven (van beginnersniveau A2 tot academisch Nederlands C2). De leerlingen proberen de vraag eerst zelf te beantwoorden. Daarna krijgen ze van de leraar de drie voorbeeldantwoorden te zien, met als opdracht om ze te rangschikken van minder goed naar beter en de verschillen te zoeken. De leraar bespreekt de antwoorden klassikaal en legt de link met academisch Nederlands. Ten slotte mogen de leerlingen hun eigen antwoord herwerken op basis van de kenmerken van academisch Nederlands.

Tools: ChatGPT, Google Gemini, Microsoft Copilot.

EVEN REFLECTEREN

- Voor welke inhouden in jouw vak is het zinvol om ze te illustreren met concrete voorbeelden? Op welke plaatsen zoek je deze voorbeelden?
- Gebruikte je al technologie (of ben je van plan dit te doen) om werken met voorbeelden te ondersteunen? Welke aandachtspunten uit deze bouwsteen houd je daarvoor in je achterhoofd? Welke kansen zie je?
- Voor welke vaardigheden is het zinvol om een uitgewerkt voorbeeld te tonen aan leerlingen of het denken van de expert te modelleren?
- Wat zouden de voordelen kunnen zijn van een video-opname tegenover een live demonstratie? Wegen die op tegen de tijdsinvestering?

Noot

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 3: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 63-75.

Bronnen

- 1 Renkl, A. (2021). The worked example principle in multimedia learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed., pp. 231-240). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333>
- 2 Kestin, G., Miller, K., McCarty, L. S., Callaghan, K., & Deslauriers, L. (2020). Comparing the effectiveness of online versus live lecture demonstrations. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 1-6. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.013101>
- 3 Murphy, D. H., Hoover, K. M., Agadzhanyan, K., Kuehn, J. C., & Castel, A. D. (2022). Learning in double time: The effect of lecture video speed on immediate and delayed comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, 36(1), 69-82. <https://doi.org/10.1002/acp.3899>
- 4 Utz, S., & Wolfers, L. N. (2022). How-to videos on YouTube: The role of the instructor. *Information, Communication & Society*, 25(7), 959-974. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1804984>
- 5 Jarodzka, H., van Gog, T., Dorr, M., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2013). Learning to see: Guiding students' attention via a model's eye movements fosters learning. *Learning and Instruction*, 25, 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.11.004>
- 6 Xie, H., Zhao, T., Deng, S., Peng, J., Wang, F., & Zhou, Z. (2021). Using eye movement modelling examples to guide visual attention and foster cognitive performance: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1194-1206. <https://doi.org/10.1111/jcal.12568>
- 7 Emhardt, S. N., Jarodzka, H., Brand-Gruwel, S., Drumm, C., Niehorster, D. C., & van Gog, T. (2022). What is my teacher talking about? Effects of displaying the teacher's gaze and mouse cursor cues in video lectures on students' learning. *Journal of Cognitive Psychology*, 34(7), 846-864. <https://doi.org/10.1080/20445911.2022.2080831>
- 8 Fiorella, L., Stull, A. T., Kuhlmann, S., & Mayer, R. E. (2019). Instructor presence in video lectures: The role of dynamic drawings, eye contact, and instructor visibility. *Journal of Educational Psychology*, 111(7), 1162-1171. <https://doi.org/10.1037/edu0000325.supp>
- 9 Krieglstein, F., Meusel, F., Rothenstein, E., Scheller, N., Wesenberg, L., & Rey, G. D. (2023). How to insert visual information into a whiteboard animation with a human hand? Effects of different insertion styles on learning. *Smart Learning Environments*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00258-6>

4. Combineer woord en beeld

SAMENVATTING

Leerlingen leren beter van de effectieve combinatie van woorden en beelden, dan van woorden of beelden alleen. Dit noemt men het multimediaconcept.

Leerlingen kunnen woorden en beelden in zekere mate gelijktijdig én geïntegreerd verwerken, waardoor ze informatie op een dieper niveau begrijpen en zich herinneren.¹

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Voor de helderheid: bij leren met multimedia hoef je niet per definitie digitale hulpmiddelen te gebruiken. Woord en beeld kan je ook analoog aanbieden. Zo is ook een schoolboek waarin tekst met een afbeelding staat een voorbeeld van multimedialeren. We bedoelen hier ook niet dat informatie afwisselend via verschillende media aangeboden wordt, bijvoorbeeld een krijtbord, beamer of digitaal whiteboard. Het gaat puur om het aanbieden van informatie in twee vormen: verbaal (woorden) en visueel (beelden, zie Figuur 19).²

WOORDEN = verbale informatie



Gesproken taal

Mondeling uitleg van de leraar, de audio bij een filmpje, een voice-over bij je presentatie, podcast ...



Geschreven taal

Tekst in een hand- of werkboek, notities op bord, tekst op een dia, ondertiteling bij een filmpje ...

BEELDEN = visuele informatie



Statisch visuele voorstellingen

Een foto, een tijdlijn, tabel, diagram, afbeelding, doorsnede, infografiek, pictogram ...



Dynamisch visuele voorstellingen

Een filmpje, applet, animatie ...

Figuur 19.

Voorbeelden van verbale en visuele informatie.

Bron: basisboek Wijze lessen.

Het woordje 'en' is hierbij van belang: leren van multimedia betekent niet dat je leerlingen leerstof gaat aanbieden in de vorm die zij verkiezen, bijvoorbeeld voornamelijk in beeldvorm. Er bestaat geen wetenschappelijke onderbouwing voor het afstemmen van instructie op zogenoeten 'leerstijlen' (visueel, auditief).¹ Gebruikmaken van woord en beeld leidt bovendien niet steeds tot beter leren. Alleen bij multimediale leermiddelen die zijn ontworpen in overeenstemming met onze hersenarchitectuur is dit het geval. We sommen verder in de tekst een aantal ontwerprincipes op die ervoor zorgen dat het werkgeheugen niet overbelast raakt en de beschikbare cognitieve ruimte zo goed mogelijk benut wordt.

De grondlegger van de meest vooraanstaande theorie over hoe en waarom we beter leren van de combinatie van woord en beeld is Richard Mayer. Omdat deze theorie – en de ontwerprincipes die we eruit afleiden – van toepassing zijn voor veel digitale tools en in meerdere bouwstenen, besteden we er in het volgende kaderstuk uitgebreider aandacht aan.²

"Dat de combinatie van woord en beeld in instructie effectief is, heeft niets te maken met zogenoemde auditieve of visuele leerstijlen."

De cognitieve theorie van multimedialeren

De theorie die aan de basis ligt van leren van woorden en beelden, is de cognitieve theorie van multimedialeren (CTML). Deze theorie gaat uit van drie aannames:

- Het werkgeheugen van de mens is beperkt in capaciteit.
- Mensen leren actief door informatie te selecteren, organiseren en integreren.
- Ons informatieverwerkend systeem bestaat uit zowel een kanaal voor woord als een kanaal voor beeld.

De beperkte capaciteit van het werkgeheugen betekent dat leerlingen slechts enkele stukken nieuwe informatie (twee tot zes) gedurende beperkte tijd (dertig seconden) vasthouden. Wordt het werkgeheugen overbelast, kan er geen leren plaatsvinden.

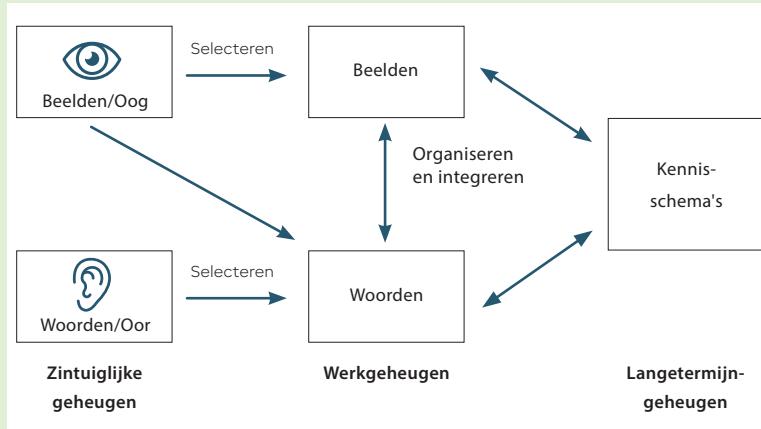
Om informatie diepgaand te verwerken, moeten leerlingen relevante informatie **selecteren, organiseren en integreren** in het langetermijngeheugen. Als leerlingen naar een video kijken, zullen ze hun aandacht moeten richten op de elementen die belangrijk zijn om de leerstof te begrijpen (selecteren). Vervolgens moeten ze bijvoorbeeld hoofd- en bijzaken ordenen en de verbale uitleg koppelen aan bijhorende beelden (organizeren). Ten slotte wordt de nieuwe, geordende informatie gelinkt aan bestaande kennisschema's in het langetermijngeheugen (integreren). Het is niet vanzelfsprekend dat leerlingen hierin zullen slagen. We kunnen hen hiermee wel helpen door het ontwerp van onze multimediale leermiddelen.

De drie bovenstaande cognitieve processen spelen zich af in **afzonderlijke kanalen voor verbale en visuele informatie**. Deze twee kanalen die onderling kunnen 'samenwerken' zorgen voor een zogeheten 'leerverdubbeling'.⁴ Ten eerste selecteren en verwerken onze zintuigen woorden en beelden afzonderlijk (zie Figuur 20).

Leerlingen kunnen naar jouw uitleg over de oppervlakteberekening van een rechthoek luisteren en intussen naar de afbeelding kijken die je ter verduidelijking van je woorden gebruikt. Het tweede aspect van de leerverdubbeling is het belangrijkste. In het werkgeheugen van de leerlingen vindt de organisatie van woorden en beelden plaats, bijvoorbeeld door structuur of een volgorde aan te brengen in de informatie. Vervolgens worden woorden en beelden geïntegreerd met elkaar en uiteindelijk met relevante voorkennis in het langetermijngeheugen. Op basis van de gesproken uitleg van de leraar, leren de leerlingen bijvoorbeeld de formule kennen voor de oppervlakteberekening van een rechthoek. Doordat de leraar hierbij een afbeelding gebruikt, kunnen de leerlingen zich een beeld vormen van de lengte en de breedte van de figuur. De onderdelen van de formule worden vervolgens gekoppeld aan de informatie van het beeld van de rechthoek. Ten slotte wordt het model – woord met beeld – dat leerlingen gevormd hebben, geïntegreerd in de kennis die ze al hadden

Leerverdubbeling

over onder andere het concept oppervlakte en vierkante centimeter. Het kennisschema dat ze op deze manier vormen is rijker en sterker dan wanneer ze informatie alleen met woorden aangeboden krijgen.³



Figuur 20.
Illustratie van de aparte kanalen voor de verwerking van woorden/beelden en de cognitieve processen die in de verschillende fasen van informatieverwerking plaatsvinden.
Bron: basisboek *Wijze lessen*.

In deel 2 van dit boek, 'Inzichten uit de wetenschap', bespraken we al dat het werkgeheugen op twee manieren kan belast worden: intrinsiek en extrinsiek. Intrinsieke belasting is noodzakelijk voor het leren en wordt bepaald door de complexiteit van de leerstof. Extrinsieke belasting draagt niet bij aan leren en wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door slecht ontworpen leermiddelen of onduidelijke instructie. Richard Mayer gebruikt dit onderscheid ook in zijn theorie, maar voegt er nog een derde nuttige onderdeel aan toe: generatieve belasting. We illustreren dit met een multimedia-voorbeeld:

- Een video waarin leerlingen leren over de levenscyclus van de vlinder, zorgt voor meer **essentiële (intrinsieke) belasting** dan een afbeelding van een vlinder waarbij de leerlingen alleen de delen van de vlinder moeten studeren.
- Tijdens de video kan je leerlingen vragen stellen waarbij ze voorkennis over de insecten moeten koppelen aan de nieuwe informatie over de levenscyclus van de vlinder. De inspanning die leerlingen hierbij leveren zorgt voor **generatieve belasting**. Deze belasting is nodig voor diepgaande verwerking van de leerstof.
- Achtergrondgeluiden uit de natuur bij diezelfde video zorgen voor **overbodige (extrinsieke) belasting** – die dus niet bijdraagt aan leren, maar dit zelfs verhindert. Het gaat hier voor alle duidelijkheid over geluiden die niet nodig zijn om de levenscyclus van een vlinder te begrijpen, maar die alleen bedoeld zijn om sfeer te creëren of interesse te wekken.

De CTML geeft een theoretische basis voor waarom het gebruik van woord en beeld leren kan versterken, maar geeft ons ook houvast voor hoe we multimediale leermiddelen best ontwerpen in functie van leren.

Niet alle afbeeldingen en animaties zijn (steeds) even effectief. Op basis van zijn cognitieve theorie van multimedialeren onderzocht Richard Mayer welke ontwerprincipes ervoor zorgen dat multimediale leermiddelen leren kunnen bevorderen. Zijn onderzoek leidde tot vijftien multimediaprincipes die hij indeelde volgens de manier waarop ze het werkgeheugen al dan niet belasten (essentieel, overbodig, generatief).³ In het basisboek *Wijze lessen* komen hiervan ook een aantal aan bod. Hieronder een totaaloverzicht, met bij elk principe een concreet voorbeeld:

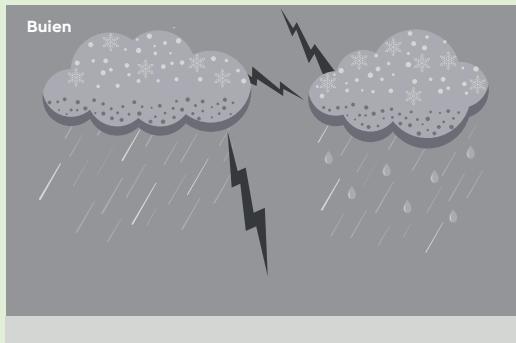
RICHARD MAYERS 15 PRINCIPES VOOR MULTIMEDIALEREN					
Multimediaprincipe: Leerlingen leren beter van woorden én beelden dan van woorden alleen.					
Principes om overbodige belasting te vermijden	Coherentie-principe: gebruik alleen relevante woorden en beelden om afleiding van de essentie te vermijden.	Signalering-principe: richt de aandacht van leerlingen op belangrijke elementen door pijlen, kleur, intonatie.	Overbodig-heidsprincipe: vermijd gesproken én geschreven tekst in combinatie met beelden.	Ruimtelijke- nabijheidspri ncipe: plaats tekst dicht bij of geïntegreerd met de bijhorende beelden.	Tijdelijke- nabijheidspri ncipe: toon beelden op hetzelfde ogenblik als de bijhorende woorden.
Principes om essentiële belasting te beheersen	Segmenterings-principe: bied informatie in behapbare onderdelen aan, bijvoorbeeld door pauzes in een video.	Voorinstructie-principe: leg belangrijke concepten uit voorafgaand aan een complexe animatie of video.	Modaliteits-principe: combineer beelden bij voorkeur met gesproken in plaats van geschreven woorden.		
Principes om generatieve verwerking te bevorderen	Stemprincipe: gebruik een menselijke stem in een animatie of video.	Personalisatie-principe: gebruik informele taal waarbij je de leerlingen persoonlijk aanspreekt.	Belichamings-principe: ondersteun gesproken uitleg met handgebaren en oogcontact.	Beeldprincipe: vermijd een statische (afbeelding van) een leraar in beeld.	Generatieve-activiteits-principe: moedig leerlingen aan tot diepgaande verwerking door bijvoorbeeld zelf-verklaren en vragen beantwoorden.
Principes om overbodige belasting te vermijden					

Principes om overbodige belasting te vermijden

1. **Coherentieprincipe.** Minder is meer. Beperk de hoeveelheid tekst en beelden tot het essentiële. Overlaad je presentatie niet met afleidende extra's zoals cartoons of achtergrondmuziek (zie Figuur 21). Al deze extra's lijken je lesmateriaal misschien minder saai te maken, maar dragen vaak niet bij tot het leren. Sterker nog: ze kunnen het leren zelfs bemoeilijken doordat ze de leerling afleiden.

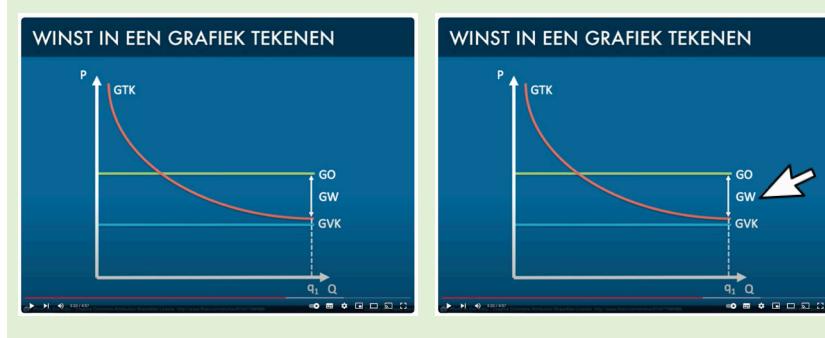
Het ontstaan van bliksem

- Water- en ijsdeeltjes in een wolk
- Snel stijgende lucht
- Wrijving
- Geladen deeltjes



Figuur 21.
PowerPoint van uitleg over bliksem. De toevoeging van de blikseminslag op de afbeelding links draagt niet bij aan het begrijpen van het ontstaan van de bliksem en leidt eerder af van de essentie.

2. Signaleringsprincipe. Benadruk in je slides, je werk bundel of op het bord de belangrijke zaken. Zo stuurt je de aandacht van leerlingen naar de cruciale elementen van de les. Dit kan bijvoorbeeld door sleutelwoorden in het vet te zetten, door in te zoomen op een afbeelding of pijlen te plaatsen (zie Figuur 22). In een video is het uitermate interessant om het detail waar de leraar naar kijkt zichtbaar te maken met een bewegende stip of cursor (zie 'Wat onderzoek ons vertelt' Bouwsteen 3).

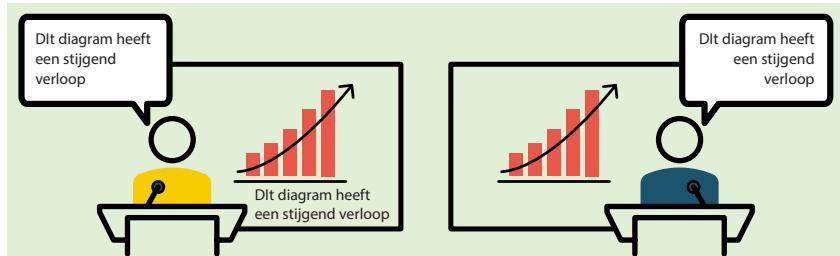


Figuur 22.
Op de afbeelding rechts duidt de leraar tijdens de uitleg aan waarnaar de leerlingen moeten kijken op de grafiek. Bron: Dennis Leegstra (YouTube).

3. Overbodigheidsprincipe. Wanneer je samen met een beeld zowel gesproken als geschreven woorden aanbiedt, dan kan dit het leren verhinderen (zie Figuur 23 op pagina 126). Leerlingen krijgen de informatie dan drie keer aangeboden: tweemaal in woorden (wat ze lezen en wat ze horen) en eenmaal in beeld. Voor het werkgeheugen is een van deze vormen van presenteren overbodig. Beperk overlap tussen wat je vertelt en wat er op een dia geschreven staat tot het minimum, zodat je leerlingen kunnen luisteren terwijl ze naar de beelden kijken. Dit wil niet zeggen dat er helemaal geen tekst op een dia mag staan. Een korte omschrijving of definitie kan wel goed werken naast jouw uitleg. Zorg er dan wel voor dat de tekst een aanvulling is op het verhaal of hooguit een beknopte herformulering van wat je vertelt.

Figuur 23.

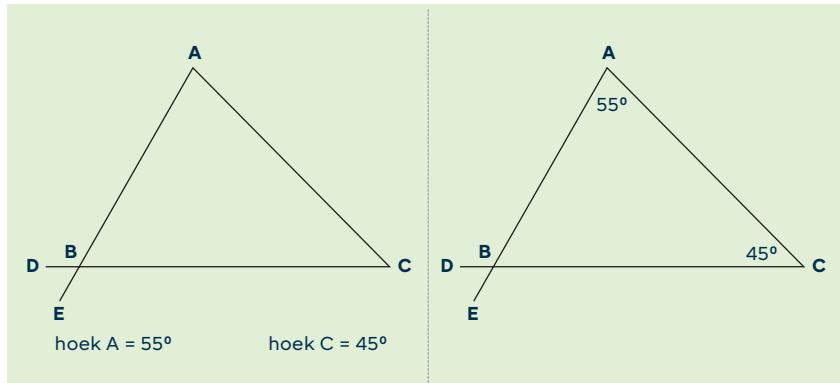
Een beeld gecombineerd met letterlijk vertellen van tekst die op een dia staat kan het werkgeheugen overbeladen.



4. **Ruimtelijke-nabijheidsprincipe.** Hoe dichter woorden bij de bijbehorende beelden staan, hoe beter (zie Figuur 24). Dit noemen we ruimtelijke nabijheid (*spatial contiguity*). Idealiter zijn woorden en beelden geïntegreerd met elkaar. Als je de woorden die verwijzen naar een onderdeel van een figuur toch in een aparte opsomming zet, plaats deze dan dicht bij de figuur en niet op een aparte pagina.

Figuur 24.

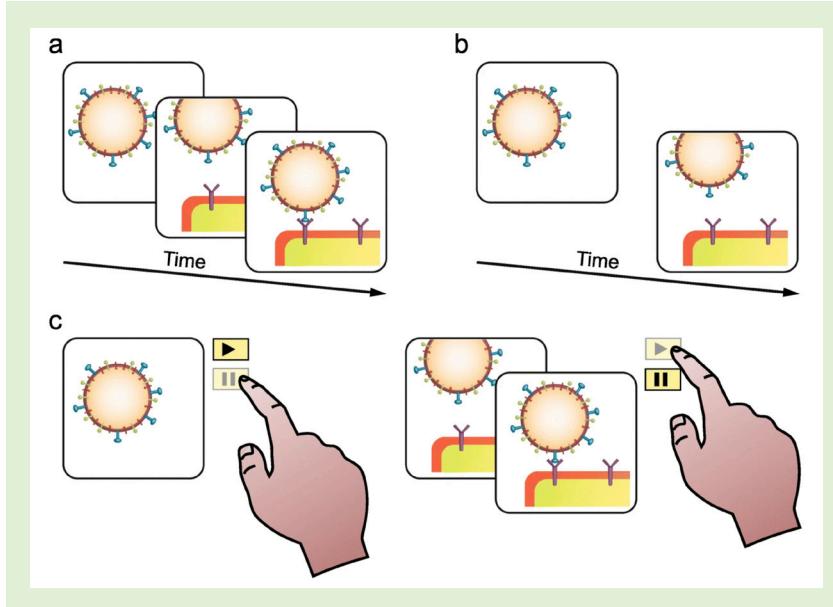
De graden van een hoek noteren onder de figuur zorgt ervoor dat leerlingen hun aandacht moeten verplaatsen van de figuur naar de tekst. Dit belemert het leren.



5. **Tijdelijke-nabijheidsprincipe.** Het nabijheidsprincipe geldt ook voor de tijdspanne waarin je informatie aanbiedt. Dit noemen we tijdelijke nabijheid (*temporal contiguity*). Bespreek dus een bepaalde vegetatievorm in de les aardrijkskunde terwijl je de bijhorende afbeeldingen toont, en niet door eerst de uitleg te geven en daarna pas de afbeeldingen te tonen of omgekeerd.

Principes om essentiële belasting te beheersen

6. **Segmenteringsprincipe.** Mensen leren diepgaander wanneer een multimediacode wordt gepresenteerd in behapbare stukjes in plaats van als een aaneengesloten geheel. De achterliggende gedachte is dat mensen door segmentatie een stap in het proces volledig kunnen verwerken voordat nieuwe informatie aangeboden wordt. Zorg dat leerlingen een video kunnen pauzeren, splits een langere uitleg eventueel in twee delen, of deel je instructievideo zelf op in betekenisvolle onderdelen (zie Figuur 25). Segmenteren geldt niet alleen voor video maar ook voor afbeeldingen met tekst. Bouw deze stelselmatig op, in plaats van ze in één keer te tonen.



Figuur 25.
Een video zonder onderbreking tonen (a) overbelast het werkgeheugen. Beter is deze als leraar in te delen (b) of de leerlingen controle te geven over de voortgang (c). Gebaseerd op Castro-Alonso, J. C., de Koning, B. B., Fiorella, L., & Paas, F. (2021). Five strategies for optimizing instructional materials: Instructor- and learner-managed cognitive load. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1379-1407.

7. Voorinstructie-principe. Mensen leren dieper van een multimediacode als ze de namen en kenmerken van de belangrijkste concepten vooraf al hebben geleerd. De achterliggende gedachte is dat leerlingen zich door voorinstructie (pre-teaching) ten volle kunnen concentreren op de verbanden in de multimediale uitleg, omdat ze de namen en kenmerken van de belangrijkste elementen al kennen. Dit principe is echter niet van toepassing op leerlingen die al veel kennis bezitten over het onderwerp.

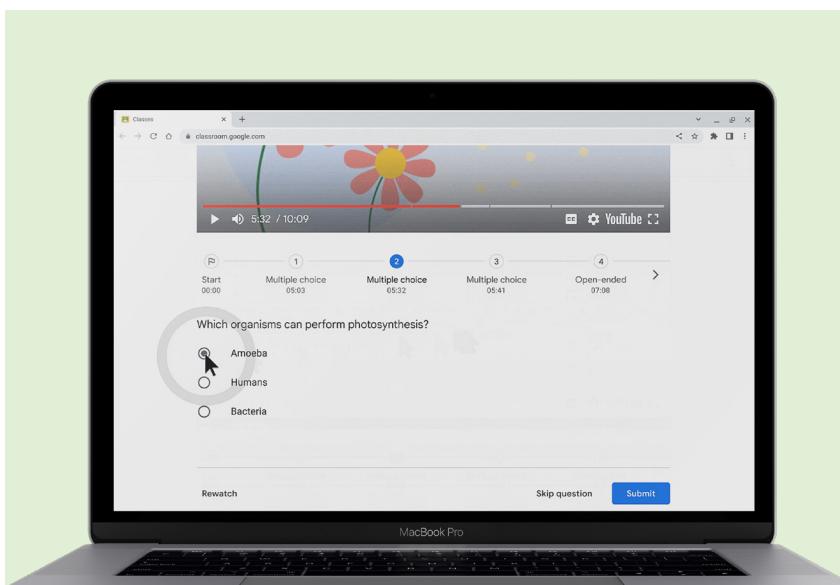
8. Modaliteitsprincipe. Bij beelden kun je beter praten dan er tekst bij plaatsen (zie Figuur 26). De twee visuele aspecten (beelden en geschreven tekst) kunnen het visueel kanaal overbeladen. Gesproken woorden worden via het verbale kanaal verwerkt. Als leerlingen luisteren naar je uitleg kunnen ze deze beter integreren met de bijhorende beelden.



Figuur 26.
In een animatie combineer je best de bewegende beelden met gesproken tekst. Leerlingen moeten zowel beelden als geschreven tekst via hetzelfde (visuele) kanaal verwerken.
Bron: basisboek Wijze lessen.

Principes om generatieve verwerking te bevorderen

9. **Stemprincipe.** Mensen leren beter wanneer de woorden in een animatie of video worden uitgesproken met een aantrekkelijke menselijke stem in plaats van met een 'machinestem'. Een aantrekkelijke menselijke stem creëert een gevoel van sociale aanwezigheid (*social presence*) bij leerlingen. Dit gevoel zorgt ervoor dat leerlingen meer bereid zijn een cognitieve inspanning te leveren.
10. **Personalisatieprincipe.** Een informele conversatiestijl in plaats van een formele stijl zorgt ervoor dat leerlingen informatie diepgaander verwerken. De conversatiestijl wekt een gevoel van sociale aanwezigheid bij leerlingen op. Hierdoor zullen leerlingen meer hun best doen om te begrijpen wat de leraar zegt, wat leidt tot betere cognitieve verwerking. In een animatie over de werking van het menselijk ademhalingsstelsel kies je bijvoorbeeld beter voor 'je longen' of 'je neus' in plaats van 'de longen' of 'de neus'.
11. **Belichamingsprincipe.** Mensen leren dieper wanneer iemand op het scherm gebaren, bewegingen, oogcontact en gezichtsuitdrukkingen vertoont. Deze ondersteunende non-verbale communicatie creëert een gevoel van sociale aanwezigheid van de leraar. Daarnaast wordt leren ook bevorderd als leerlingen zien hoe de leraar een werkwijze of een tekening stap voor stap opbouwt. Dit positieve effect wordt versterkt als een video gefilmd wordt vanuit de eerste persoon (over de schouder meekijkend) in plaats van in de derde persoon (de leraar frontaal filmen) (zie 'Wat onderzoek ons vertelt').
12. **Beeldprincipe.** Leerlingen leren niet noodzakelijk beter van multimedia waarbij een statisch beeld van de spreker op het scherm zichtbaar is. Dit kan afleiding veroorzaken en leren belemmeren. Let wel, het gaat hier enkel over statische beelden. Een leraar in beeld die ondersteunend non-verbaal gedrag vertoont, kan leren wel positief beïnvloeden (belichamingsprincipe).
13. **Generatieve-activiteitsprincipe.** We beschreven reeds dat leerlingen diepgaander leren wanneer je hen aanmoedigt en begeleidt bij het uitvoeren van activiteiten waarbij ze nieuwe kennis selecteren, organiseren en integreren met relevante voorkennis. Voorbeelden van deze generatieve activiteiten zijn het maken van een verbale samenvatting of een conceptmap, het maken of verbeelden van een illustratie die overeenkomt met de gepresenteerde tekst, uitleggen van de stof aan zichzelf of anderen, of het maken van een oefentoets over de stof (zie Figuur 27). Het principe werkt het best als de leerlingen deze strategieën goed leren in te zetten en als de generatieve activiteiten op zich niet voor overbelasting van het werkgeheugen zorgen. Dit kan bijvoorbeeld door leerlingen in de pauze van een gesegmenteerde video (overbelasting vermijden) wat ze gezien en gehoord hebben te laten uitleggen aan zichzelf (generatieve activiteit).



Figuur 27.
Leerlingen gaan cognitief actief aan de slag als je op gepaste momenten vragen toevoegt aan een video. Pas als ze deze beantwoord hebben, start de video opnieuw.
Bron: Schoolit

14. Immersieprincipe. Als leerlingen ondergedompeld worden in een virtuele wereld kan dit voor een gevoel van betrokkenheid en aanwezigheid zorgen, waardoor de motivatie om te leren toeneemt. Belangrijk is wel dat de virtuele omgeving zo ontworpen wordt dat de zintuiglijke ervaringen bijdragen aan leren en niet afleiden van de essentie. In het onderdeel ‘Waardevolle kansen’ lichten we dit principe concreter toe.

15. Multimediac principie. Leerlingen leren beter van woorden en beelden dan van woorden alleen. Dit overkoepelende principe hebben we al uitvoerig toegelicht en wordt door Richard Mayer ook als een afzonderlijk principe beschreven.

In recent werk van Mayer worden nog andere principes beschreven, die in dit boek elders aan bod komen, zoals het feedbackprincipe (Bouwsteen 11) en het uitgewerkte-voorbeeldprincipe (Bouwsteen 3).

Waardevolle kansen

- **Animaties en 3D-beelden ondersteunen begrip.** Dankzij digitale toepassingen kunnen we heel gemakkelijk 3D-modellen of bewegende beelden gebruiken. De werking van een toestel of hoe de gasuitwisseling in de longen verloopt, is gemakkelijker te demonstreren met animaties of videobeelden. Leerlingen kunnen zich zo een beter begrip vormen van deze processen. De achterliggende gedachte is dat – als leerlingen de leerstof nog niet eerder hebben gezien of verwerkt – ze zich dankzij animaties niet zelf moeten inbeelden hoe iets werkt. Hierdoor blijft meer cognitieve capaciteit beschikbaar, die vervolgens kan dienen om de leerstof beter te begrijpen.

- **Interactie toevoegen.** Met EdTech kun je multimediale leermiddelen interactief maken. Zowel aan statische beelden als video's kunnen zogeheten hotspots toegevoegd worden. Leerlingen leggen eerst aan zichzelf een bepaald concept of principe uit en klikken vervolgens op de hotspot om hun uitleg te vergelijken met het modelantwoord dat verschijnt. Aan de pauzes in een video kan je vragen met feedback of extra info toevoegen, afgestemd op het antwoord van de leerlingen. Belangrijk is wel dat de pauzes op een logisch moment ingelast worden, bijvoorbeeld na een afgerond geheel en niet midden in de uiteenzetting van een redenering.⁵
- **Uitgebreide realiteit (extended reality).** In het onderwijs duikt geregeld het gebruik van extended reality ('uitbreiding van de realiteit') op. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een leerling uit het beroepsonderwijs die in een soort virtuele wereld gesimuleerd leert lassen of een intakegesprek met een patiënt kan oefenen. Door middel van zogenaamde immersieve⁴ technologie wordt inderdaad een 'nieuwe werkelijkheid' gecreëerd. De meest gekende vorm is wellicht virtual reality (VR), waarbij je als gebruiker door het dragen van een headset of virtualrealitybril volledig afgesloten van de realiteit ondergedompeld wordt in een virtuele wereld. VR is uitermate geschikt om leerlingen vaardigheden te laten inoefenen of leerstof te laten ervaren wanneer dit bijvoorbeeld door een hoge kostprijs of veiligheidsrisico's niet mogelijk is. Denk aan dure apparatuur of materialen voor praktische vakken, of omgaan met risicovolle verkeerssituaties (zie Figuur 28).

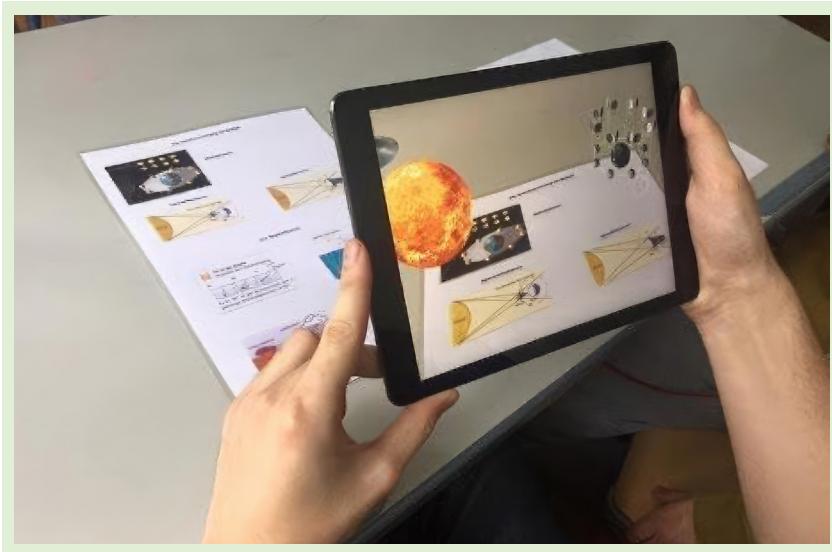
Figuur 28.

Leerlingen kunnen zich met de toepassing **VRkeer** op een veilige manier leren bewegen in het verkeer.



Bij augmented reality word je niet volledig afgesloten van de realiteit. De technologie legt er dan een extra laagje op. Bijvoorbeeld door een smartphone op een onderdeel van een motor te richten, zie je dit onderdeel op je scherm in werking. Of door je tablet te richten op een schilderij verschijnt een virtuele kunstenaar die uitleg geeft bij zijn werk (zie Figuur 29).

De effectiviteit van immersieve technologie hangt af van hoe het lesmateriaal is vormgegeven. Als dit materiaal wordt ontworpen volgens de principes van multimedialeren, kan de technologie het leren verbeteren. Woord en beeld moeten dan zorgvuldig zijn gecombineerd, waarbij de onderdompeling in de verrijkte wereld leerlingen mogelijk extra motiveert om een cognitieve inspanning te leveren.⁶⁻⁷



Figuur 29.

Door een tablet op een afbeelding in het schoolboek te richten verschijnt een animatie van het zonnestelsel als extra laag op de werkelijkheid.
Bron: <https://www.pinterest.com/pin/augmented-reality-physics-book-by-arlopa--89157267621274076/>

Aandachtspunten

De kansen van technologie op het vlak van multimedialeren zijn tegenwoordig erg uitgebreid en waardevol, toch zijn er ook aandachtspunten:

- **Voorbijgaand informatie-effect.** Als leerlingen leren van animaties of video's, moeten ze soms (te) grote hoeveelheden informatie ononderbroken verwerken. Leerlingen moeten dan informatie in hun werkgeheugen vasthouden terwijl zich al nieuwe informatie aandient. Dit kan ervoor zorgen dat ze nieuwe informatie niet verwerkt krijgen of dat eerdere informatie verdrongen wordt. Men spreekt in dit geval van het voorbijgaand informatie-effect (*transient information effect*). Dit negatieve effect op leren kan tegengegaan worden door bijvoorbeeld video's te segmenteren en leerlingen in de pauzes te laten samenvatten, zelfverklaren of vragen beantwoorden.⁸
- **Overbodige details.** Een principe dat in de praktijk vaak onbedoeld met de voeten getreden wordt, is het coherentieprincipe. Een extra muziekje in een presentatie, een flitsend kabouterertje dat even oopspringt, een (te) rijke afbeelding: deze verleidelijke overbodigheden dragen niet bij aan het begrijpen van de leerstof maar gaan daarentegen aan de haal met capaciteit van het werkgeheugen. Onthoud dat je leerlingen beginners zijn en daarom (vaak) hun volledige werkgeheugen nodig hebben om de nieuwe leerstof te verwerken.
- **Cognitieve belasting door VR.** Ook bij VR loert het risico van onnodige cognitieve belasting om de hoek. Het toevoegen van overbodige geluiden of effecten kan de beleving verhogen, maar het leren belemmeren. Het is ook belangrijk dat leerlingen vertrouwd raken met de werking van immersieve technologie, zodat deze op zich niet voor extra cognitieve belasting zorgt.⁷
- **Oppervlakkige verwerking.** Naast het risico van overbelasting, is er ook het gevaar van onderbenutting van de capaciteit van het werkgeheugen.

Dit kan leiden tot een oppervlakkige verwerking van de leerstof. Een veelvoorkomende oorzaak van deze onderbenutting is dat multimedia ‘passiviteit’ in de hand werkt. Leerlingen kunnen de indruk krijgen dat leren van een video of animatie haast vanzelf gaat. Behalve dat ze video als een medium beschouwen waarvan ze makkelijker leren – en waarbij ze dus minder cognitieve inspanning moeten leveren – schrijven ze een succesvolle prestatie niet toe aan zichzelf (hun inspanning, zoals ze doen bij leren van een tekst), maar aan het medium.⁹ Als leraar is het belangrijk een evenwicht te zoeken tussen informatie die je aanbiedt via tekst en multimedia, en deze laatste zo te ontwerpen dat cognitieve activiteit gestimuleerd wordt.

- **Death by PowerPoint.** **PowerPoint** is een presentatiemiddel, geen leermiddel. Het is verleidelijk om in je presentatie veel tekst te verwerken, zodat leerlingen nadien kunnen studeren van de hand-outs. Dia's worden hierdoor overladen, wat het verwerken van leerstof tijdens de les benadeelt (overbodigheidsprincipe). Daarnaast blijkt uit onderzoek dat het vooraf ter beschikking stellen van hand-outs het maken van aantekeningen en leren evenmin ten goede komt. Presentaties op deze manier gebruiken ‘doodt’ als het ware de cognitieve activiteit van de leerlingen tijdens de les.¹⁰

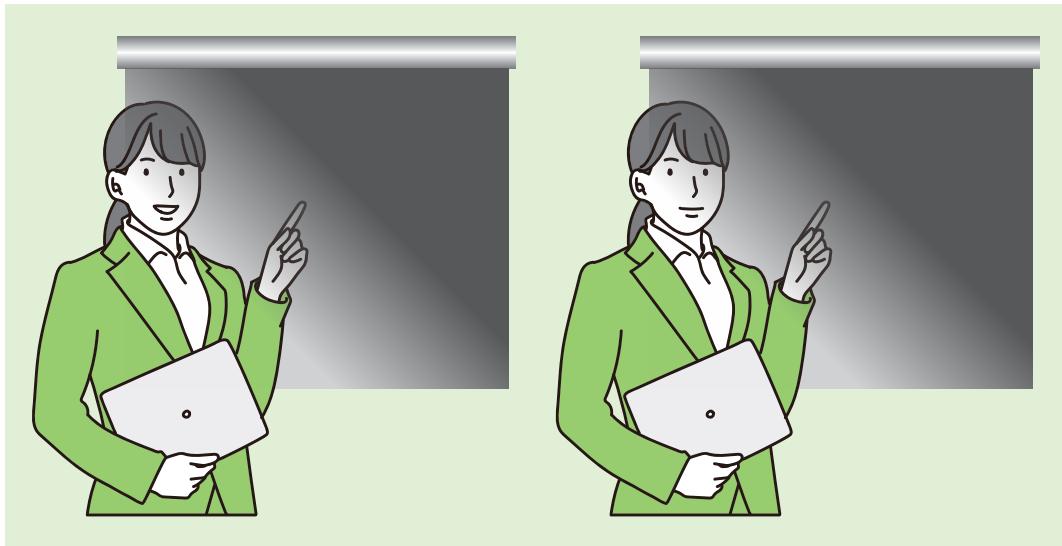
WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Pedagogical agents in instructievideo's

We weten al dat het belangrijk is om leerlingen cognitief te activeren met multimedia, maar dit betekent nog niet dat ze vanzelf de nodige inspanning zullen leveren. Een manier om leerlingen te stimuleren een cognitieve inspanning te leveren is – een gevoel van – sociale betrokkenheid creëren in een video.¹¹ Yanqing Wang en haar team onderzochten of het toevoegen van zogenaamde affective pedagogical agents (PA's) aan een instructievideo een positief effect kon hebben op de motivatie van de leerlingen. Pedagogical agents zijn niet-menselijke figuren die in het ontwerp van multimedia worden verwerkt, zoals een voorwerp⁵ of getekend persoon. De onderzoekers voerden eerst een overzichtsstudie uit waaruit bleek dat de toevoeging van PA's met een positief affect – glimlach, enthousiaste stem – een klein positief effect had op de leeruitkomsten van studenten. Maar de resultaten waren eerder wisselend. Daarom voerden ze vervolgens een experiment uit om na te gaan of het positieve effect van de PA's te versterken was in combinatie met de leerstrategie zelfverklaren (uitleg geven aan zichzelf). Studenten die deelnamen aan hun onderzoek bekeken een video over de prikkeloverdracht in de hersenen en werden verdeeld in vier groepen (zie Figuur 30):

- Een neutrale PA en de video herbekijken;
- Een neutrale PA en de leerstof uitleggen aan zichzelf;
- Een positieve PA en de video herbekijken;
- Een positieve PA en de leerstof uitleggen aan zichzelf.

Na het bekijken van de video werd nagegaan hoe goed de studenten de leerstof onthouden hadden en konden toepassen. Studenten die de leerstof aan zichzelf uitlegden, scoorden beter dan de studenten die de video twee keer bekeken. Daarnaast bleken enthousiaste PA's het positieve effect van zelfverklaren op leren te versterken.^{12,13}



Jezelf tonen in instructievideo's

Is het een goed idee om jezelf in beeld te brengen als je bijvoorbeeld de dia's in een presentatie inspreekt? Twee overzichtsstudies geven een genuanceerd antwoord. Er zijn zowel redenen om aan te nemen dat jezelf in beeld brengen een positief als een negatief effect kan hebben. We hadden het al over de toevoeging van onnodige verleidelijke details waardoor de aandacht niet naar de essentie van het verhaal gaat. Volgens deze aanname ben jij als leraar het verleidelijke detail. Maar jezelf in beeld brengen kan ook een sociale en emotionele rol vervullen: je creëert een connectie met leerlingen die hun bereidheid tot leren vergroot.

Beide onderzoeken suggereren voorzichtig dat jezelf in beeld brengen positief kan zijn voor het leren. Hiervoor dien je als leraar in beeld wel aan bepaalde voorwaarden te voldoen, zoals het tonen van ondersteunend non-verbaal gedrag. Het gaat er niet om dat je erg aanwezig bent en alle aandacht naar je toetrekt. Maar wel om oogcontact te maken en op belangrijke momenten aanwijzingen te geven (belichamingsprincipe). Informeel en op een persoonlijke wijze spreken, kan het positieve effect van jouw aanwezigheid versterken (personalisatieprincipe). Het is ten slotte aan te raden om jezelf niet gedurende de hele opname in beeld te brengen. Bijvoorbeeld wel tijdens de inleiding of het stellen van een vraag, maar niet tijdens scènes waarin je complexe leerstof toelicht.^{14,15}

RECHT UIT DE KLAS

Afbeeldingen in de kleuterklas

Meester Pieter gebruikt voor zijn kleuters vaak afbeeldingen in combinatie met woorden. Op deze manier stimuleert hij het foneem- of klankbewustzijn bij de kinderen. Ook iconen helpen in zijn klas om duidelijk te communiceren, zeker voor kinderen die het Nederlands nog niet zo goed machtig zijn. Terwijl hij de

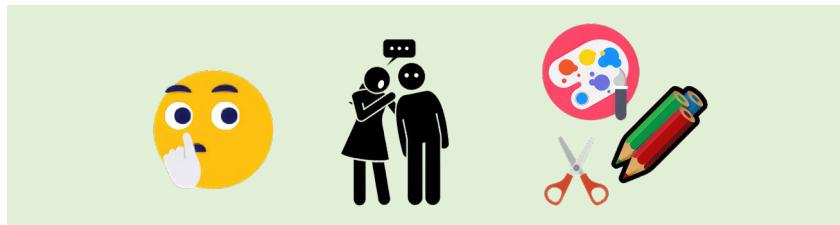
Figuur 30.

Pedagogical agents uit het onderzoek van Wang en collega's. De PA aan de linkerzijde vertoont een positieve gelaatsuitdrukking, aan de rechterzijde een neutrale gelaatsuitdrukking. Gebaseerd op: Wang, Y., Gong, S., Cao, Y., & Fan, W. (2023). The power of affective pedagogical agents and self-explanation in computer-based learning. Computers & Education, 195, 104723.

uitleg geeft over de taak, wijst hij de bijhorende iconen aan, bijvoorbeeld voor 'stilletjes zijn', 'overleg met je buur', 'knutselen'. Hij haalt de foto's en iconen uit databanken met (gratis) rechtenvrije afbeeldingen (zie Figuur 31).

Figuur 31.

Voorbeeld van icoontjes uit de databank **Iconfinder**.



Ook voor communicatie met ouders gebruikt de school ondersteunende iconen. Voorbeelden van pictogrammen kan je bekijken door de QR-code hiernaast te scannen.

Tools: Freeicons, Inconfinder, Unsplash, Pixabay, Pexels, Flickr, GettyImages, Freepik, OpenClipart.



Ondersteunende animaties

Leraar Bart gebruikt voor het uitleggen van de seizoenen in het vak aardrijkskunde een interactieve animatie. Op deze manier kan hij de leerlingen tonen wat het effect is van de gekantelde as van de aarde voor de belichting van de beide halfronden. Leerlingen kunnen daarna zelf de variabele van de tijd van het jaar veranderen en zien wat het effect is. Bart vraagt de leerlingen vervolgens de theorie uit te leggen aan hun buur met behulp van de animatie. Tools: deze animaties werden door leraar Bart Van Bossuyt zelf geknuseld in JavaScript, maar je vindt ook 3D afbeeldingen, animaties en applets online, bijvoorbeeld op Natuurkunde.nl, Math4all.nl, Mozaik, Shutterstock.

Augmented reality bij biologie

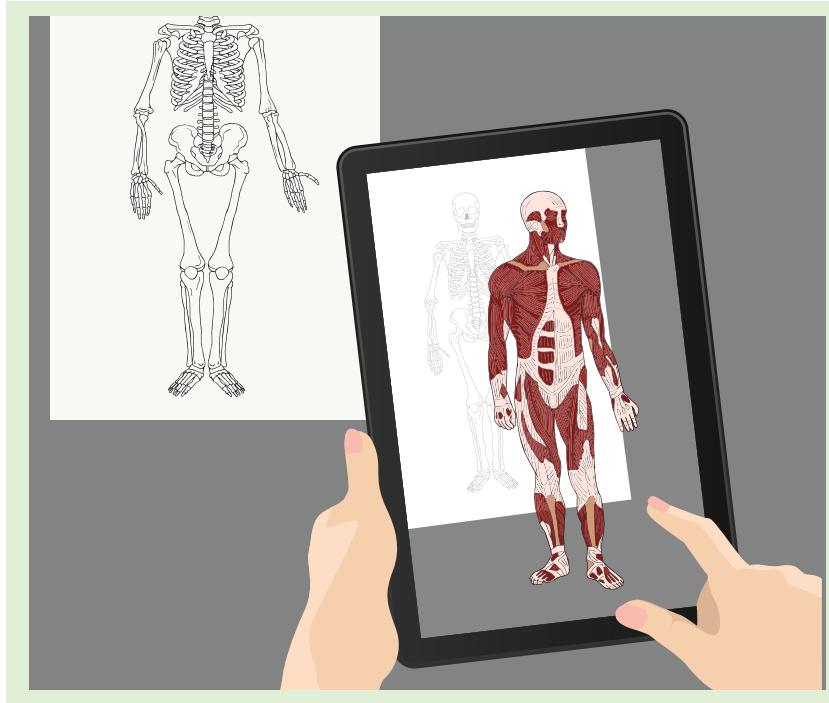
Yousef schakelt voor het vak biologie augmented reality in bij de les over het menselijk lichaam: de leerlingen houden een smartphone of tablet voor een afbeelding of pop en krijgen een audiofragment te horen over de werking van het orgaan (zie Figuur 32). Deze technologie legt een extra laag over de realiteit en maakt onderliggende processen of onderdelen zichtbaar die anders verborgen blijven voor de leerlingen.

Tools: AR Anatomy.

Augmented reality op excursie

De leraar Beeld voorziet een QR-code bij een aantal kunstwerken in een museum. Als de leerlingen deze code scannen met hun telefoon, horen ze de stem van de leraar die uitleg geeft bij de kunstwerken. Deze wijst hen op specifieke kenmerken van de kunstwerken en waar leerlingen hun aandacht op moeten richten. Ook in een virtuele realiteit zijn er mogelijkheden om heel concreet met voorbeelden aan de slag te gaan. Denk voor geschiedenis maar aan een middeleeuwse burcht.

Tools: Microsoft Flip AR, QR-code generator.



Figuur 32.
Door de tablet te richten op het model worden de verschillende organen aangeduid en benoemd.

Virtual Reality om oefenkansen te bieden

In de beroepsopleiding ‘Bouw-hout en Lassen’ moeten de leerlingen op een veilige, ergonomische en hygiënische manier hun werkstukken maken. De theorie over (on)veilige situaties kan aangeleerd worden, maar de kansen om dit te oefenen in een authentieke situatie zijn niet talrijk. Daarom gebruiken de leraren de toepassing Safety in VR. In deze virtuele serious game lopen leerlingen rond op een constructiesite en moeten ze onveilige situaties tijdig vinden en identificeren, via een zogenaamde LMRA (*last-minute risk analysis*). Het spel eindigt met een brandalarm, inclusief virtueel vuur en rook, en de speler moet tijdig bij het verzamelpunt geraken. De game voldoet aan het immersieprincipe: de leerlingen worden ondergedompeld in een realistische situatie, zonder dat er echt gevaar dreigt. Op deze manier krijgen ze meer oefenkansen voor deze belangrijke vaardigheid.

Tools: Safety in VR.

EVEN REFLECTEREN

- Herken je de 15 multimediacriteria in leermiddelen die je gebruikt (en niet door jou ontwikkeld werden)?
- Welke multimediacriteria heb je aangestipt om in de toekomst met multimedia aan de slag te gaan?
- Welke initiatieven kan je met collega's nemen om de werkbelasting die komt kijken bij het ontwerpen van digitale multimedia te beperken?
- Aan welke technologische randvoorwaarden moet er voldaan worden (in je school) om effectief en efficiënt aan de slag te gaan met multimedia?

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 4: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 79-94.
- 2 Richard Mayer – de peetvader van multimedialeren – zei in een interview dat hij misschien beter had gesproken over multimodaal leren, maar dat multimedialeren hem beter in de oren klonk.
- 3 De term ‘multimediac principe’ wordt soms overkoepelend en soms als een afzonderlijk principe vermeld. In dit laatste geval brengt Mayer het onder bij de principes om generatieve activiteit te bevorderen. Als overkoepelende term lees je ook wel eens *multimedia learning hypothesis*.
- 4 Er wordt een onderscheid gemaakt tussen immersie ('fysieke' onderdompeling in een andere realiteit, door de technologie) en presence (de subjectieve ervaring van de gebruiker zich in een andere realiteit te bevinden). We gebruiken immersie of onderdompeling verder als overkoepelende termen.
- 5 Lezers die nog gewerkt hebben met oudere versies van Microsoft Office herinneren zich misschien de kantoorhulp Clippy, die gebruikers eerder als irritant dan als behulpzaam ervoeren. De zoekopdracht ‘Why was Clippy killed’ leert je meer over het tragische einde van deze figuur.

Bronnen

- 1 Kirschner, P. A., & van Merriënboer, J. J. G. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169-183. <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804395>
- 2 Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- 3 Camp, G., Surma, T., & Kirschner, P. A. (2022). Foundations of multimedia learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed., pp. 17-24). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.004>
- 4 Kirschner, P. A. (31 maart 2017). De leerverdubbelaar. Blogcollectief Onderzoek Onderwijs. <https://onderzoekonderwijs.net/2017/03/31/de-leerverdubbelaar/>
- 5 Fyfield, M., Henderson, M., & Phillips, M. (2022). Improving instructional video design: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(3), 150-178. <https://doi.org/10.14742/ajet.7296>
- 6 Boel, C., Rotsaert, T., Valcke, M., Vanhulsel, A., & Schellens, T. (2023). Applying educational design research to develop a low-cost, mobile immersive virtual reality serious game teaching safety in secondary vocational education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12126-4>
- 7 Mayer, R. E., Makransky, G., & Parong, J. (2022). The promise and pitfalls of learning in immersive virtual reality. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2108563>
- 8 Jiang, D., & Sweller, J. (2022). The transient information principle in multimedia learning. In R. E. Mayer, & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed., pp. 268-273). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.004>

- 9 Zumbach, J., Zeitlhofer, I., Mann, B., Hoermann, S., & Reisenhofer, B. (2022). The appraisal principle in multimedia learning: Impact of appraisal processes, modality, and codality. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(7), 58. <https://doi.org/10.3390/mti6070058>
- 10 León, S. P., & García-Martínez, I. (2021). Impact of the provision of PowerPoint slides on learning. *Computers & Education*, 173, 104283. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104283>
- 11 Wang, F., Wenjing, L., & Zhao, T. (2022). Multimedia learning with animated pedagogical agents. In R. E. Mayer, & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed., pp. 450-460). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/978108894333.004>
- 12 Wang, Y., Gong, S., Cao, Y., Lang, Y., & Xu, X. (2023). The effects of affective pedagogical agent in multimedia learning environments: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 38, 100506. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100506>
- 13 Wang, Y., Gong, S., Cao, Y., & Fan, W. (2023). The power of affective pedagogical agents and self-explanation in computer-based learning. *Computers & Education*, 195, 104723. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104723>
- 14 Alemdag, E. (2022). Effects of instructor-present videos on learning, cognitive load, motivation, and social presence: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12713-12742. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11154-w>
- 15 Henderson, M. L., & Schroeder, N. L. (2021). A Systematic review of instructor presence in instructional videos: Effects on learning and affect. *Computers and Education Open*, 2, 100059. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100059>

5. Laat leerstof actief verwerken

SAMENVATTING

Actief verwerken betekent dat leerlingen hard nadenken (cognitief actief zijn) – en dat is iets anders dan zichtbaar druk bezig zijn. Als je in de klas veel beweging en gepraat waarneemt betekent dit niet noodzakelijk dat er effectief, laat staan efficiënt geleerd wordt. Leerlingen die dan weer in stilte leerstof aan zichzelf uitleggen of diep aan het nadenken zijn, lijken passief maar er is wel sprake van sterke cognitieve activiteit. Weloverwogen inzetten op productieve leerstrategieën bevordert diepgaande verwerking van leerstof.¹

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

In Inzicht 4 beschreven we het verschil tussen gedragsmatige en cognitieve activiteit. Leerlingen kunnen erg ‘actief’ deelnemen aan een Kahoot!-quiz of een filmpje opnemen en bewerken. De vraag is echter of ze bij deze opdracht inhoudelijk diep nadenken over de leerstof, of willen ze vooral als eerste klaar zijn met het meest originele filmpje? Het is belangrijk om strategieën in te zetten waarbij het inhoudelijke denken en het opbouwen van kennisschema’s op de voorgrond staat. We weten immers dat leerlingen zelden uit zichzelf strategieën toepassen die om noodzakelijke cognitieve inspanning vragen.

In deze bouwsteen focussen we op productieve (of generatieve) leerstrategieën die als doel hebben leerlingen leerstof te laten herkennen tot een nieuw bijproduct. Zo’n bijproduct kan een samenvattende video zijn, maar evenzeer een mindmap of enkele vragen met bijhorende antwoorden bij een tekst. Leerlingen onthouden leerstof beter als ze dergelijke bijproducten deels of geheel zelf actief produceren in plaats van gewoon passief te lezen of te luisteren (productie-effect of generation effect). Een bijproduct is het resultaat van de mentale verwerking van de leerstof door de leerlingen om te komen tot een eigen, nieuw of uitgebreider kennisschema.

Hieronder zie je een overzicht van acht productieve leerstrategieën, beschreven door onderzoekers Logan Fiorella en Richard Mayer.

LEERSTRATEGIE	BESCHRIJVING
Samenvatten	De belangrijkste informatie uit een bron selecteren en herformuleren in eigen woorden.
Mappen	Belangrijkste concepten uit informatie selecteren en met onderlinge verbanden ordenen in een visueel overzicht.
Tekenen	Tekstuele leerstof omzetten naar een tekening.
Inbeelden	Zich een mentale voorstelling maken van de leerstof.
Zelftesten	Proberen zich het geleerde te herinneren, bijvoorbeeld door een oefentoets te maken.
Zelfverklaren	Leerstof in eigen woorden aan zichzelf uitleggen.
Lesgeven	Leerstof in eigen woorden aan iemand anders – vaak een medeleerling – uitleggen.
Uitbeelden	Bewegingen maken gerelateerd aan de leerstof, zoals met de vinger de weg die het bloed aflegt in het lichaam volgen op een tekening in een boek.

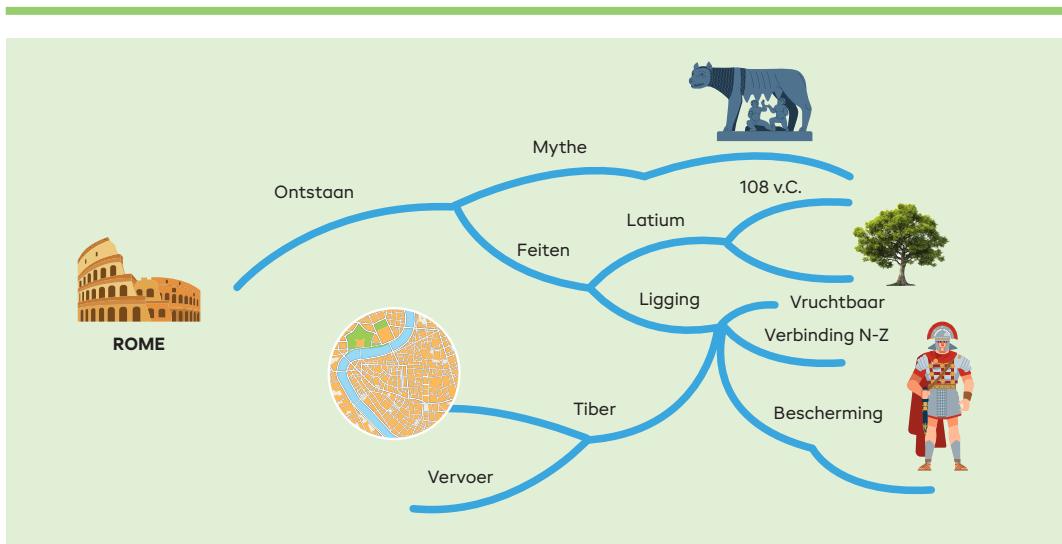
Tijdens een productieve leerstrategie doorlopen leerlingen de drie cognitieve processen die in de vorige bouwsteen al aan de orde kwamen: selecteren, organiseren en integreren.¹

We herhalen en illustreren ze kort aan de hand van een voorbeeld waarbij leerlingen als bijproduct een conceptmap maken.

Selecteren: de leerlingen bekijken een instructiefilmpje over het ontstaan van Rome. Het is kort, helder en bevat alleen maar relevante info. De leraar heeft de video zo ontworpen dat belangrijke aspecten benadrukt worden (signaleringsprincipe).

Organisatie: na het bekijken van de video maken de leerlingen een conceptmap aan de hand van een online tool (zie Figuur 33). Ze bekijken de video nog een keer om hun conceptmap verder te verfijnen.

Integratie: de leerlingen koppelen de nieuwe informatie aan aanwezige voorkennis. Ze doen dit door twee armen aan de conceptmap toe te voegen, namelijk 'Mythe' en 'Feiten'. 'Wat voorafging' en 'Wat volgt'. Op deze manier kaderen ze de nieuwe informatie in het groter geheel.



Waardevolle kansen

Om productieve leerstrategieën in te zetten, biedt EdTech enkele waardevolle kansen.²

- Zelfverklaren in een uitlegvideo.** Zelfverklaren is een effectieve productieve leerstrategie. Het is echter moeilijk om in de klas alle leerlingen aan de beurt te laten om hun werkwijze of uitleg luidop te expliciteren. Je kan leerlingen daarom vragen om een korte video van ongeveer één minuut te maken met hun smartphone of tablet (zie Figuur 34 op pagina 140). Dit kan zowel in de klas als thuis. Leerlingen plaatsen de video's op het online platform van de

Figuur 33.

Leerlingen maken een conceptmap van het ontstaan van Rome. Hierbij maken ze het onderscheid tussen een arm 'Mythe' en een arm 'Feiten'.

school. De leraar kan de video's bekijken om na te gaan of de leerlingen de leerstof al dan niet begrepen hebben.

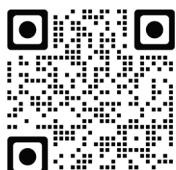
Figuur 34.

Een leerling filmt zichzelf terwijl ze de stappen van haar oplossing luidop toelicht.

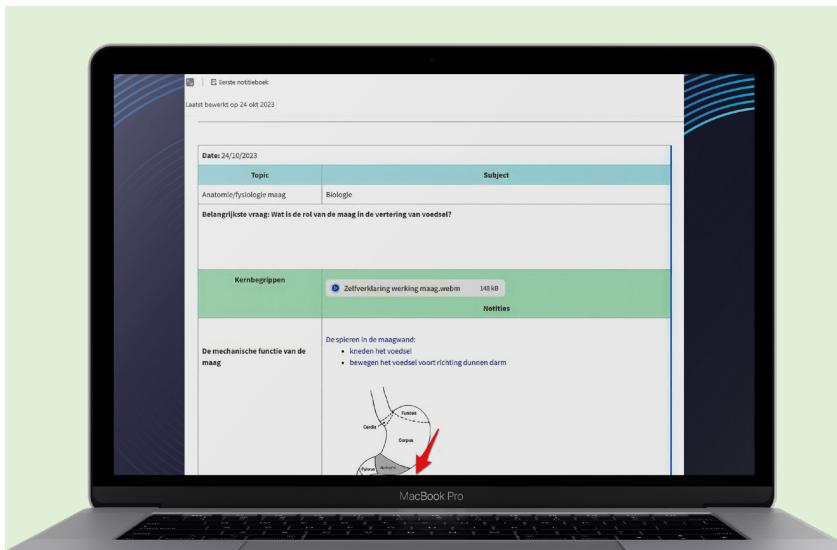


- **Uitleg geven aan (ingebeeldde) anderen.** In de pauze van een uitlegvideo krijgen leerlingen de instructie om aan een medeleerling de leerstof uit te leggen. Leerlingen kunnen de uitleg in een tekstveld typen of opnemen via de microfoon of webcam van een digitaal toestel. Het eerste is beter in een klassituatie, het tweede – omdat het inspreken van een tekst of het maken van een video andere leerlingen flink storen kan – beter thuis. Deze laatste methode, waarbij de leerling mondeling uitleg geeft, blijkt het meest effectief. Verder in de tekst (zie ‘Wat onderzoek ons vertelt’) bespreken we een studie naar de vraag of leerlingen best uitleg geven aan elkaar of aan een fictieve andere.³
- **Digitale aantekeningen maken.** Een goede samenvatting start vaak al met het maken van goede aantekeningen tijdens de les. Een aan te raden manier om zowel aantekeningen te maken als deze achteraf te bestuderen, is de Cornell-methode (zie ook Inzicht 6, ‘Geschreven (digitale) aantekeningen kunnen leren bevorderen’). Notitieapps zoals **Evernote** hebben een Cornell-sjabloon aan boord, laten je reminders instellen voor notities om deze te bestuderen of je kan een audio-opname toevoegen waarbij je een strategie als zelfverklaren toepast tijdens het studeren (scan de QR-code² of zie Figuur 35).
- **Digitale schema's (mappen).** Via een conceptmap, een mindmap of een breindump herkenden leerlingen zuiver woordelijke informatie tot een combinatie van visuele en tekstuele informatie. Digitale map-tools bevatten kant-en-klare sjablonen waarin bijvoorbeeld ook afbeeldingen of links naar cursusmateriaal verwerkt kunnen worden. Digitale schema's kunnen ook gebruikt worden als leermiddel achteraf. Leerlingen kunnen een blanco map tijdens het studeren aanvullen waarbij ze beroep doen op wat ze nog

Cornell-methode

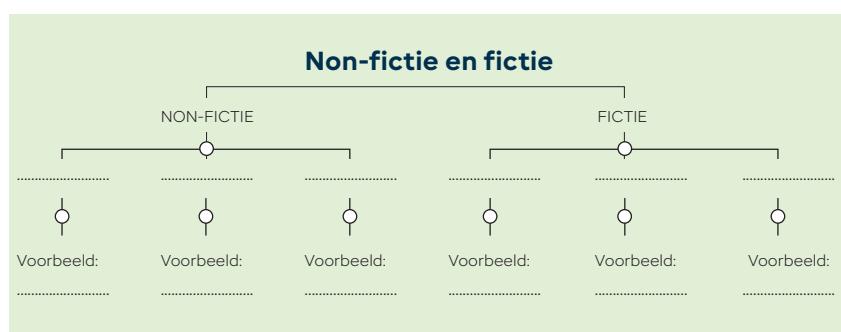


weten (zie Figuur 36). Op deze manier wordt ingezet op twee effectieve leerstrategieën, namelijk mappen en actief ophalen van informatie uit het geheugen (zie Bouwsteen 10). Liever niet digitaal? Dat kan. De meeste tools laten toe om een map eenvoudig af te drukken in pdf-formaat.



Figuur 35.

Voorbeeld van een Cornell-notitie in de app **Evernote**, waar aan een audio-opname met de uitleg van de maag is toegevoegd als toepassing van de strategie zelfverklaren.



Figuur 36.

Voorbeeld van een mindmap gemaakt met **MindMeister**. De leerlingen kunnen de lege tekstvelden zelf online (of in een afgeprinte versie) aanvullen.

- **Zelftesten.** Zichzelf testen is eveneens een productieve leerstrategie, zeker als leerlingen de vragen niet alleen beantwoorden maar ze ook zelf bedenken. Let wel, zelf vragen bedenken is een complexe cognitieve vaardigheid. Leerlingen zullen zeker aanvankelijk jouw ondersteuning nodig hebben om sterke vragen te formuleren. Digitale toepassingen zoals **iDoRecall** of de notitieapp **Goodnotes** laten toe dat leerlingen bij teksten of notities zelf flitskaarten aanmaken. Ze verwerken dan de leerstof niet alleen actief, maar kunnen de vragen op een later moment gebruiken bij het actief ophalen van kennis uit het geheugen (zie Bouwsteen 10). Artificiële intelligentie wordt ook steeds beter in het genereren van vragen over leerstof die leerlingen dan tijdens het studeren kunnen gebruiken.

Flitskaarten

Aandachtspunten

Kansen gaan gepaard met aandachtspunten. Enkele op een rijtje:

- **De moeite waard?** Vooraleer de digitale boer op te gaan, overweeg je best of de digitale opties genoeg meerwaarde hebben. Een online conceptmap kun je delen met klasgenoten, je kan afbeeldingen toevoegen, je kan ze makkelijk aanpassen en de blanco versies gebruiken bij het studeren. Als deze opties echter niet noodzakelijk zijn voor wat je beoogt of het maken ervan is heel tijdrovend, dan zijn conceptmaps of samenvattingen op papier minstens even goed.
- **Schiet het doel niet voorbij.** Werken met digitale map-tools of notitieapps is (meestal) geen doel op zich. Je vraagt je dus best steeds af waar de leerlingen hun cognitieve capaciteit aan dienen te besteden: aan de inhoud of aan hoe ze de digitale toepassing moeten gebruiken? Als leerlingen bij het maken van een presentatie vooral bezig zijn met de lay-out en leuke effectjes, zijn ze niet echt bezig met het selecteren, organiseren en integreren van informatie die ertoe doet. Zorg ook dat je evaluatie en feedback aansluiten bij je leerdoelen: als je wil dat leerlingen de leerinhoud onthouden en begrijpen, focus dan bij de evaluatie niet op de lay-out van de presentatie die ze moesten maken.
- **Gebruik een beperkt aantal toepassingen.** Als leerlingen met nieuwe EdTech werken, vraagt dit zeker aanvankelijk extra cognitieve capaciteit die niet rechtsreeks bijdraagt aan leren. Kiezen voor een beperkt aantal toepassingen op schoolniveau – die de leerlingen goed in de vingers hebben – is daarom aangewezen.

Samenwerkend leren is niet per definitie een productieve leerstrategie maar wordt wel vaak in één adem met activerend onderwijs genoemd. Samenwerking kan leren bevorderen, maar alleen als de baten groter zijn dan de kosten. In het volgende kaderstuk sommen we deze op voor door EdTech ondersteunde samenwerking.

Kader 9

Computer-ondersteund samenwerkend leren (computer supported collaborative learning of CSCL)

Samenwerkend of collaboratief leren betekent dat twee of meer leerlingen samenwerken aan een taak met een gemeenschappelijk leerdoel en waarbij ze de inspanning delen om de taak te voltooien. Technologie kan samenwerkend leren ondersteunen, maar ook hinderen. Er zijn namelijk zowel cognitieve voordelen (distributievoordelen) als cognitieve nadelen (transactiekosten) verbonden aan (computer-ondersteund) samenwerkend leren.

Distributievoordelen

Leerlingen zijn afhankelijk van elkaar's inbreng om groepstaken te voltooien. De interactie die daarbij plaatsvindt, zoals het delen van informatie tussen de groepsleden, leidt tot een collectief geheugen.

Collectief geheugen

Hierbij ontwikkelen de groepsleden een gedeeld begrip van elkaars kennis en kunnen zo efficiënter informatie verwerken. Deze onderlinge afhankelijkheid leidt tot een distributievoordeel: de groep heeft samen dus minder cognitieve inspanning nodig dan de individuele leerlingen.

Transactiekosten

Samenwerkend leren verloopt niet altijd vlekkeloos. Een online discussie of informatie-uitwisseling kan verwarringen veroorzaken, het bereiken van gedeeld begrip kan lastig zijn, er is kans op sociale passiviteit, er kunnen persoonlijke conflicten ontstaan en besluitvorming kan tijdrovend zijn, zeker in CSCL. Dit zijn processen die de individuele werkgeheugens van de leerlingen onnodig belasten en het leren negatief beïnvloeden.

Collectieve-werkgeheugeneffect (collective working memory effect)

Doeltreffend CSCL ligt dus in het evenwicht tussen de distributievoordelen en de transactiekosten. Wanneer de distributievoordelen groot genoeg zijn om de transactiekosten van coördinatie en communicatie te compenseren, zal samenwerkend leren effectiever zijn dan individueel leren. Daarentegen zal individueel leren effectiever zijn wanneer de transactiekosten de distributievoordelen overschrijden, zoals bij taken die individueel oplosbaar zijn. Dit evenwicht wordt het collectieve-werkgeheugeneffect genoemd.

Tips om de transactiekosten te beperken bij CSCL:

- Voorzie in zowel synchrone (fysiek of online live overleg) als asynchrone leeractiviteiten (een discussieforum, een instructievideo).
- Voorzie een (online) ruimte om kennis te delen, te ordenen, te brainstormen, zoals een gedeelde cloudopslag (**Google Drive**, **OneDrive**) of een online whiteboard (**Miro** of **Mural**).
- Zorg voor een betrouwbaar platform waar je leerlingen mee bekend zijn. Geef voldoende ondersteuning en technische uitleg, voorzie eventueel een hulpbron of -lijn bij technische problemen. Zo houd je de technische transactiekosten laag.
- Zorg dat er een informeel communicatiekanaal is, waar leerlingen bijvoorbeeld emoji's kunnen gebruiken. Zo draag je bij aan vertrouwen en vermijd je een sociale-transactiekost.
- Zorg voor ondersteuning in de planning en in het toewijzen van taken, zodat alle leerlingen weten wat van hen verwacht wordt. Met **Microsoft Planner** en **Trello** kun je groepsprojecten in goede banen leiden. Met deze tools kan je onder andere taken toewijzen en deadlines vastleggen.
- Maak inspanningen zichtbaar. In heel wat tools kan je in de versiegeschiedenis van het document of de presentatie makkelijk volgen wie wat gedaan heeft. Laat leerlingen op een online forum of een wiki niet anoniem posten, maar uit eigen naam.

- Leer je leerlingen samenwerkingsvaardigheden. Leer hen effectief te communiceren, te onderhandelen en conflicten op te lossen in een online samenwerkingscontext. Doe dit via voorbeelden, inoefening en afbouwen van ondersteuning.
- Ga na of alle leerlingen gelijke kansen hebben om (ook thuis) optimaal deel te nemen aan de interactie, organisatie en begeleiding. Denk aan toegang tot internet, een laptop of computer.
- Zorg voor een efficiënte en haalbare taakuitvoering. Taken kun je opsplitsen op basis van individuele sterktes en vaardigheden van leerlingen, waardoor ze de groepstaken efficiënter kunnen uitvoeren. Dit kan resulteren in tijdsbesparing en verbeterde productiviteit.

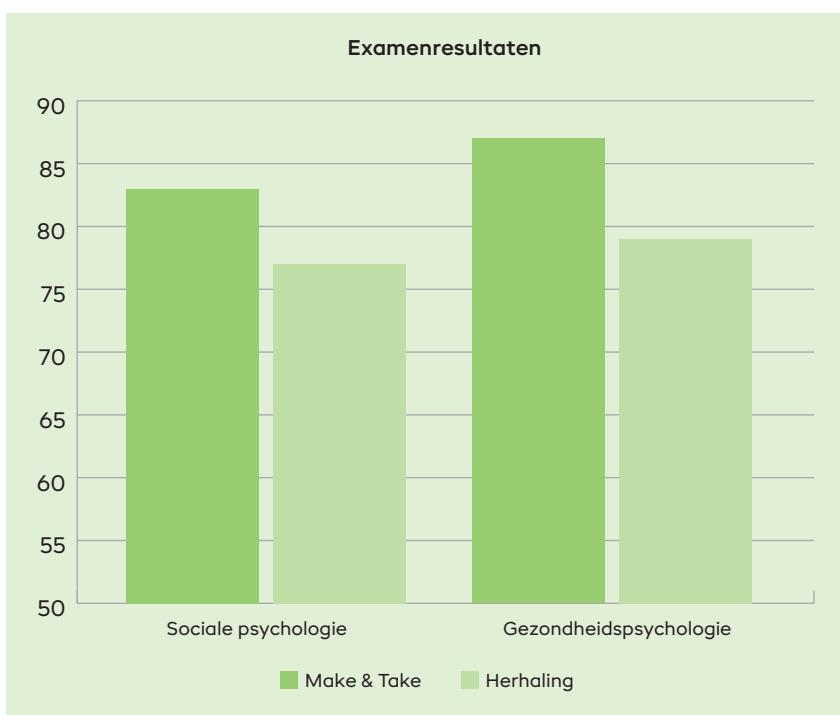
WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Make & take-quizzen

Dat inzetten op productieve leerstrategieën niet met veel complexe technologie gepaard hoeft te gaan, toont een onderzoek van Kristel Gallagher aan. Zij onderzocht wat het effect was van studenten zelf vragen laten bedenken aan het einde van een les, en deze vragen de volgende les gebruiken om een quiz af te nemen.

De deelnemende studenten werden verdeeld in twee groepen. Studenten in de experimentele groep noteerden vragen over de behandelde leerstof op 'maakkaarten' (make cards) die de docent verzamelde. De docent selecteerde voor de volgende les zelf vijf vragen en zorgde zo dat de belangrijkste topics en verschillende moeilijkheidsgraden aan bod kwamen. Bij aanvang van de les werd **PowerPoint** ingezet om een quiz bij de studenten af te nemen. Studenten noteerden hun antwoord op kaartjes (take cards, 'geefkaarten') die na de quiz verzameld werden. Belangrijk detail is dat de deelnemers geen cijfers/punten hiervoor kregen: het ging om het proces van terughalen van wat ze reeds geleerd hadden uit het geheugen. Dezelfde tijd die de studenten in de experimentele groep besteedden aan de maak- en geefkaarten vulde de andere groep in door een herhaling van de leerstof bij aanvang van iedere les. Tijdens deze herhaling stelde de docent zelf een aantal vragen die de studenten moesten beantwoorden. De onderwerpen die aan bod kwamen en de complexiteit van de vragen waren gelijk in beide groepen.

Het effect op leerwinst werd in dit experiment gemeten aan de hand van het examen dat alle studenten aflegden aan het einde van het semester. Studenten die zelf vragen bedachten scoorden beduidend beter dan hun medestudenten in de controlegroep (zie Figuur 37). Het zelf genereren van vragen als bijproduct – en het zorgen dat iedere student een antwoord moest bedenken door de take cards – had dus een positief effect op het leren.⁴ Als lezer zie je wellicht al meer digitale varianten voor je, zoals een digitale toepassing om de vragen in te leveren en verzamelen, of een digitale quiztool met meer mogelijkheden dan een presentatietool om resultaten te verzamelen.



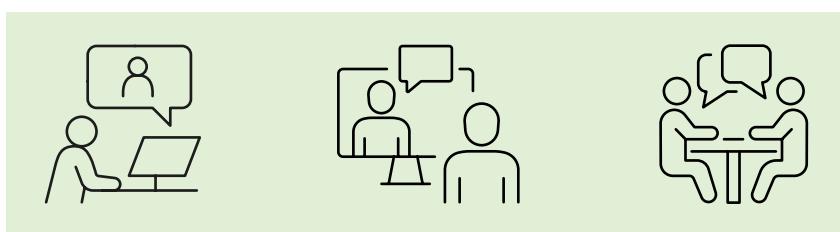
Figuur 37.

De examenresultaten van de studenten op twee onderdelen van het vak psychologie aan het einde van het semester. Gebaseerd op Gallagher, K. M. (2022). Using 'Make & Take Quizzes' to improve exam performance and engage students in effective study strategies. *Teaching of Psychology*, 49(2), 124-129.

Video maken om uitleg te geven aan anderen

Meixia Cheng, Fuxing Wang en Richard Mayer lieten studenten op drie verschillende manieren de productieve leerstrategie 'uitleg geven aan anderen' toepassen (zie Figuur 38):

- uitleggen aan een fysiek aanwezige medestudent;
- via live videobellen;
- door een video op te nemen die achteraf aan een klasgenoot zou getoond worden.



Met het experiment wilden de onderzoekers nagaan wat de invloed van een specifiek aspect van uitleg geven aan anderen is, namelijk *social presence* of de mate van ervaren aanwezigheid van de andere persoon in een interactie. Wat bleek? Studenten die een instructievideo maakten die later bekeken kon worden, vormden een meer kwaliteitsvolle en samenhangende uitleg, en presteerden beter op een toets vergeleken met studenten in de andere

Figuur 38.

Studenten in het experiment namen hun uitleg op via de webcam, gaven live uitleg via videobellen, of aan een fysiek aanwezige medestudent.

groepen. De studenten die via de webcam of live uitleg gaven aan anderen, ervoeren meer stress door de aanwezigheid van medestudenten. Dit gevoel belemmerde het eigen leren.⁵

'Denken' of 'denken en doen'?

Betekenisvol leren lukt beter als je harder hebt moeten nadenken. Een leerling die bij het bekijken van een video een prompt (hint, tip) krijgt om bepaalde stukjes leerstof aan zichzelf uit te leggen – en dat daadwerkelijk doet – is cognitief erg actief zonder dat er gedragsmatige activiteit waar te nemen is. Maar is de combinatie van gedragsmatige én cognitieve activiteit misschien nog sterker? Dat onderzochten Irene Skuballa en collega's door 14-jarige leerlingen twee soorten prompts te geven tijdens een multimediales over chromosomen:

- De eerste groep leerlingen kreeg denk-prompts. Een prompt bestond uit een pop-up in tekstvorm die de leerlingen aanzette tot nadenken over specifieke concepten ('Denk goed na over hoe de chromosomen zich aan het midden van de cel hechten. Gebruik hiervoor zowel de tekst als de illustratie').
- De tweede groep leerlingen kreeg een denk-en-doe-prompt, die hen aanzette tot nadenken plus het uitvoeren van een gedragsmatige activiteit. Deze activiteit bestond uit arceren (in de versie van het experiment op papier) of selecteren (in de versie van het experiment op computer) van relevante informatie ('Denk goed na over hoe de chromosomen zich aan het midden van de cel hechten. Gebruik hiervoor zowel de tekst als de illustratie. Markeer ook hoe de chromosomen zich aan het midden van de cel hechten.').

De resultaten op een toets na het bestuderen van de leerstof bleken in de denk-groep beter dan in de denk-en-doe-groep. Een mogelijke verklaring is volgens de onderzoekers dat het werkgeheugen van leerlingen die tegelijkertijd moesten nadenken en relevante tekst markeren overbelast raakte. Hierdoor waren zij minder goed in staat om informatie effectief te verwerken en te onthouden. De onderzoekers vermoeden dat leerlingen die al meer weten over een onderwerp, misschien wel beter kunnen leren door zowel te denken als te doen.⁶

RECHT UIT DE KLAS

Zelfverklaren met Quizlet

Leraar geschiedenis Ingrid gebruikt **Quizlet Live** om een aantal belangrijke historische figuren te herhalen. De leerlingen krijgen telkens een korte beschrijving te zien en moeten daarna bedenken over wie het gaat. Ze spelen in groep en de mogelijke antwoorden staan verspreid over de schermen van de verschillende deelnemers. Ingrid kan kiezen of de antwoordopties uit de term of de definitie bestaan (zie Figuur 39). Leerlingen moeten dus overleggen, uitleggen aan elkaar en argumenteren waarom zij ervan overtuigd zijn dat een bepaalde antwoordoptie de juiste is. Pas dan dienen ze het groepsantwoord in.

Tools: Quizlet Live.

The screenshot shows a Quizlet Live interface titled 'Wijze Lessen Digitale didactiek'. It features two cards for a matching game:

- Deze leerstrategie houd...** (Term)
- Gespreid oefenen.** (Definition)

Under each term, there are four options:

- a) Gespreid oefenen.
- b) Retrieval practice
- c) Interleaving
- d) Adaptieve technologie

Below the terms are the labels 'DEFINITIE EN TERM' and 'TERM EN DEFINITIE'. At the bottom of each card is the word 'Selecteren'.

Figuur 39.
Screenshot van **Quizlet Live**. Je kan kiezen of leerlingen individueel spelen of in een groep, en of je wil vertrekken vanuit de definitie of de term.

Uitlegvideo maken

Op het einde van een thema rond het menselijk lichaam laat juf Amira leerlingen in duo's uitlegfilmpjes maken over de leerstof. Elk duo krijgt één orgaan toegewezen en ze maken met behulp van visuele hulpmiddelen, zoals afbeeldingen, een uitlegfilmpje met de iPad. De leerlingen maken ook een QR-code aan die op de juiste plaats op de afbeelding van het menselijk lichaam geplaatst wordt. Leerlingen bekijken daarna elkaars filmpjes, net als de leraar, die kan inschatten of leerlingen de leerstof echt begrepen hebben.

Tools: Explain everything, Microsoft Flip, Screencastify.

Break-out rooms

Voor een opleiding Digitale Didactiek volgen de studenten een online cursus, met een aantal synchrone online contactmomenten. Omdat veel studenten deze opleiding combineren met een job en niet altijd in de buurt van de campus wonen, is een online contactmoment handiger dan een live les. Tijdens deze online momenten werkt de docent regelmatig met break-out rooms. De studenten krijgen een aantal casussen rond digitaal evalueren voorgelegd en proberen samen een advies te formuleren op basis van de theorie uit de cursus. Na de samenwerking in de break-out rooms komen de studenten terug in de originele groepjes voor een plenaire discussie. Net als tijdens contactonderwijs, worden studenten op deze manier zowel in kleinere groepjes als plenair aangezet tot het verklaren en expliciteren van leerstof aan anderen.

Tools: Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Big Blue Button.

Maak digitale teksten interactief

De werkgroep ICT ontwikkelde een aantal lessen rond mediawijsheid. Ze vertrokken hiervoor van de website van **Mediawijsheid**, waar heel wat

bruikbare informatie op staat. Omdat leerlingen niet altijd grondig lezen van het scherm, voegen de werkgroepleden met de tool **InsertLearning** een aantal interactieve elementen toe, zoals meerkeuzevragen, open vragen of discussievragen (zie Figuur 40). Op deze manier kunnen de leraren controleren of leerlingen de tekst ook echt grondig gelezen en begrepen hebben. Aan het einde van de webpagina voegen ze ook een set flitskaarten toe om de belangrijkste woordenschat uit de tekst mee te oefenen.

Tools: *InsertLearning*.

Figuur 40.

Voorbeeld van interactieve elementen toegevoegd aan een webpagina van **Mediawijs** met **InsertLearning**.

Het recht op privacy: wat betekent dat?

Wat houdt het recht op privacy in? En waarom zouden we onze privacy eigenlijk beschermen?

Lees het hier.

[Alles over het recht op privacy](#)

[Vinden we onze \(online\) privacy belangrijk?](#)

?	Wat is jouw houding tegenover privacy?	10 pts
a) Ik heb last van privacy fatigue.		
b) Ik ben bezorgd over privacy.		
c) Ik heb last van de privacy paradox		
d) Ik denk eigenlijk nooit na over privacy.		

Privacy op het internet: je digitale voetafdruk

De sporen die je op het internet nalaat, vormen samen je digitale voetafdruk. Wat betekent dat voor je privacy? Kom er meer over te weten.

[Wat is je digitale voetafdruk?](#)

Wat vinden jullie? Moet je digitale voetafdruk zo klein mogelijk zijn?

Post 

Show: All classes

Response...

Interactieve video

Leraar Oliver laat zijn leerlingen voor het vak filosofie een Engelstalige video met Nederlandse ondertitels bekijken over het stoïcisme. Om ervoor te zorgen dat leerlingen niet passief luisteren maar actief meedenken, maakt hij de video interactief. De video pauzeert regelmatig en dan verschijnt er een vraag of opdracht: ‘Wat weet je nog van de lessen over de filosoof Plato?’ of ‘Vul het schema over de vier kerndeugden van het stoïcisme aan in je eigen cursus.’ Formuleer ze in je eigen woorden. Bekijk daarna het laatste stukje van de video opnieuw en vul aan of corrigeer indien nodig’. Na het bekijken vergelijken de leerlingen de antwoorden in hun cursus met hun buur. Antwoorden waar verwarring over bestaat worden klassikaal besproken.

Tools: *Edpuzzle, BookWidgets, H5P, Screencastify*.



Aantekeningen maken

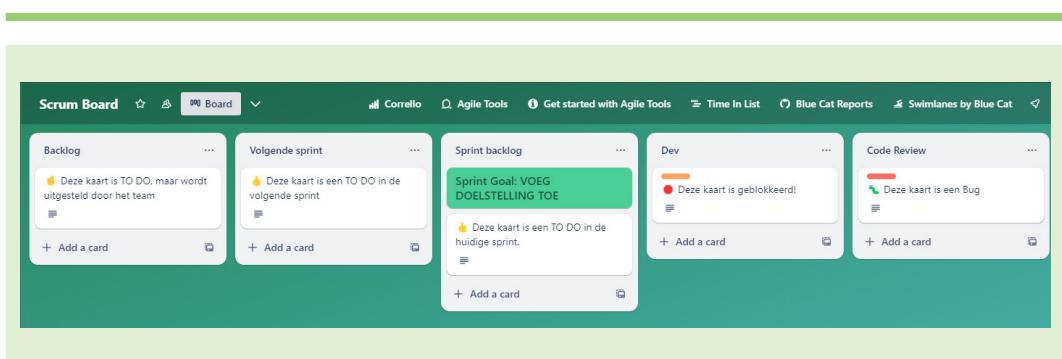
Voor het vak ‘Mediatechnieken’ in de opleiding journalistiek is heel wat lesmateriaal digitaal beschikbaar. De studenten maken ook vaak digitale aantekeningen. De docent merkt echter dat de kwaliteit van de aantekeningen niet altijd even goed is, en dat studenten soms best wat tijd verliezen met technische zaken zoals afbeeldingen toevoegen of de lay-out aanpassen. Hij voorziet per les een sjabloon dat opgebouwd is volgens de Cornell-methode, met kernwoorden en afbeeldingen. Tussentijds vraagt hij van een aantal studenten de aantekeningen op om klassikaal feedback te geven. Aanvankelijk staat er al veel ingevuld op het sjabloon en modelleert de docent hoe hij te werk is gegaan. Naarmate het semester vordert, wordt het sjabloon beknopter en verwacht de docent meer verantwoordelijkheid van de studenten.

Tools: OneNote, Goodnotes, Evernote.

Online samenwerken

Leraar informatica Elise laat leerlingen samenwerken aan het programmeren van een online platform. Ze gebruiken hiervoor de SCRUM-methode, een veelgebruikte methode in de IT-wereld. Om leerlingen efficiënt te laten samenwerken, werken ze met **Trello**, een digitale tool waarmee je met het hele team een SCRUM-planning kan opstellen, aanpassen en opvolgen (zie Figuur 41). De leraar begeleidt de eerste SCRUM-meetings zelf en modelleert hoe leerlingen de tool kunnen gebruiken. Later in het project schuift die verantwoordelijkheid steeds meer door naar de leerlingen. Leerlingen leren zo digitaal samenwerken op een manier die ze later in hun professionele leven ook zullen tegenkomen.

Tools: Miro, Mural, Trello, Jira.



EVEN REFLECTEREN

- Denk terug aan een les waarin leerlingen actief aan de slag gingen met de leerstof via een digitale tool. Waren ze ook cognitief actief? Of waren ze vooral druk bezig? Indien vooral het tweede, hoe kan je dit in de toekomst vermijden?
- Hoe zette je EdTech al in om leerlingen te laten samenwerken? Op welke manier ondersteunde dit het samenwerkend leren? Wat zijn de aandachtspunten die je onthoudt?
- Zie je kansen om digitale toepassingen in te zetten om productieve leerstrategieën (zelfverklaren, uitleg geven aan anderen, mappen ...) toe te passen?

Figuur 41.
Voorbeeld van een **Trello**-bord voor een SCRUM-planning.

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 5: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 97-109.
- 2 In het gedeelde voorbeeld in Evernote wordt de audio-opname gedownload, dit is niet nodig voor de leerlingen in hun Evernote-account. De opname speelt daar automatisch af bij aanklikken.

Bronnen

- 1 Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- 2 Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2022). The generative activity principle. In R. E. Mayer, & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd ed., pp. 339-350). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.004>
- 3 Hoogerheide, V., Deijkers, L., Loyens, S. M. M., Heijltjes, A., & van Gog, T. (2016). Gaining from explaining: Learning improves from explaining to fictitious others on video, not from writing to them. *Contemporary Educational Psychology*, 44-45, 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.02.005>
- 4 Gallagher, K. M. (2022). Using 'Make & Take Quizzes' to improve exam performance and engage students in effective study strategies. *Teaching of Psychology*, 49(2), 124-129. <https://doi.org/10.1177/0098628320957991>
- 5 Cheng, M., Wang, F., & Mayer, R. E. (2023). Benefits of asking students to make an instructional video of a multimedia lesson: Clarifying the learning-by-teaching hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(5), 1636-1651. <https://doi.org/10.1111/jcal.12823>
- 6 Skuballa, I. T., Dammert, A., & Renkl, A. (2018). Two kinds of meaningful multimedia learning: Is cognitive activity alone as good as combined behavioral and cognitive activity? *Learning and Instruction*, 54, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.02.001>

6. Achterhaal of de hele klas het begrepen heeft

SAMENVATTING

Een van de grote uitdagingen voor leraren is nagaan wie het begrepen heeft en wie (nog) niet. Dit begrip is noodzakelijk om leerlingen betrokken te houden en nieuwe kennis op te bouwen. Om te vermijden dat leerlingen afhaken is het van belang tijdens het leerproces frequent en op heel laagdrempelige manieren te achterhalen wie mee is en wie niet.¹

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

De volgende vragen herken je vast wel: ‘Hebben jullie het begrepen?’ of ‘Kunnen we verder gaan?’ Elke leraar wil vanzelfsprekend dat de leerlingen de leerstof begrepen hebben en dat ze vragen stellen als dit niet zo is. Maar gebeurt dat wel? We weten dat leerlingen met minder kennis over een onderwerp net meer moeite hebben om zichzelf juist in te schatten en zichzelf vaak overschatten (Dunning-Kruger effect). Daarbij komt dat leerlingen niet snel geneigd zijn om luidop vragen te stellen uit angst voor spot of kritiek. Beter is dus om zelf regelmatig even halt te houden en te checken of iedereen het begrepen heeft. Wanneer je het begrip van je leerlingen checkt, kun je snel misvattingen (misconceptions) de wereld uit helpen, laat je leerlingen dieper ingaan op wat ze geleerd hebben, kun je je instructie indien nodig aanpassen of herhalen, verhoog je de betrokkenheid van je leerlingen, ondersteun je zelfinschattung, kun je vervolgstappen plannen en verbeter je de prestaties van je leerlingen op een latere toets. Dit checken van begrip gebeurt best heel frequent en verweef je doorheen je hele les: tijdens en na het aanleren van een nieuw concept of een werkwijze, op het einde van de les, tijdens een groepsactiviteit, tijdens een individueel gesprek of tijdens het oefenen.

Misconceptions

Maar hoe kom je te weten of de leerlingen de leerstof begrijpen? Wat zich in de hoofden van leerlingen afspeelt, is voor jou als leraar vaak onzichtbaar. Enkele richtlijnen hierbij zijn:

- Stel vragen die slechts een bepaald begrip of een bepaalde denkstap checken.
- Gebruik een manier van vragen stellen waarbij elke leerling actief meedenkt, want enkel door te denken kun je leren.
- Vraag door. Leerlingen die het antwoord juist hadden kun je een moeilijkere vervolg vraag stellen. Leerlingen die het fout hadden kun je meer tussen- of ondersteunende vragen stellen. Zorg steeds voor feedback en bijsturing waar nodig.
- Geef voldoende bedenkijd om na te denken over een antwoord voordat je zelf het antwoord geeft. Laat niet meteen de eerste leerling die een hand heeft opgestoken aan het woord.
- Speel in op veelgemaakte fouten of misconceptions door vragen te stellen die deze blootleggen.

Waardevolle kansen

De twee voornaamste voordelen van Edtech bij het achterhalen van begrip zijn wellicht de efficiëntie waarmee je gegevens kan verzamelen en de grotere kans dat alle leerlingen een antwoord geven op je vragen. Meer in detail:¹

- **Afwisseling.** Het gebruik van een digitale quiztool is een manier om alle leerlingen aan bod te laten komen. Iedereen denkt mee, in plaats van enkel de leerlingen die als eersten hun hand in de lucht hebben. Dit kan je natuurlijk ook realiseren met wisbordjes, kleurenkaartjes of naamstokjes². Afwisseling kan echter verfrissend zijn. Werk je steeds met naamstokjes, dan kan een digitale tool voor meer aandacht en interesse zorgen, wat de betrokkenheid vergroot. Het positieve effect van het gebruik van een nieuwe tool neemt echter na verloop van tijd vaak af. Dit noemt men het *novelty effect*. Je hoort dan ook bijvoorbeeld dat leerlingen ‘**Kahoot!**-moe’ worden.
- **Drempelverlagende participatie.** Vaak kan je een toepassing zo instellen dat leerlingen anoniem kunnen antwoorden. Dit kan drempelverlagend werken voor deelname in klasgroepen waar (nog) geen veilig leerklimaat heerst. Anonieme deelname vergroot de kans dat leerlingen daadwerkelijk deelnemen. Het nadeel is dan wel dat je niet kan bepalen wie er extra hulp of ondersteuning nodig heeft.
- **Overzicht per leerling.** Vaak beschikken digitale toepassingen over een lerarendashboard. Dit is handig als je meerdere vragen stelt over een bepaald onderdeel. Je hebt zo onmiddellijk een overzicht van misconcepties of ontbrekende kennis bij je leerlingen. Op basis van de gegevens in het dashboard kun je makkelijk bepalen welke feedback je geeft en welke vervolgstappen aan de orde zijn voor specifieke leerlingen. De resultaten worden automatisch online opgeslagen en zijn daardoor makkelijk raadpleegbaar voor latere formatieve verwerking.
- **Klassikaal overzicht.** Het is belangrijk dat je als leraar weet wie het niet begrepen heeft en waar een denkfout juist zit. Toch kan het erg handig zijn om ook een klassikaal overzicht te verkrijgen van de antwoorden, bijvoorbeeld in de vorm van een diagram, of een gebundelde weergave van antwoorden op een open vraag in een exit ticket. Het dashboard van **Google Forms** geeft bijvoorbeeld in één oogopslag de klassikale resultaten weer en vaak fout beantwoorde vragen. Je kan deze gegevens over het begrip van de leerlingen gebruiken om er je instructie voor een volgende les op af te stemmen.
- **Opstapje naar feedback en bijsturing.** Een digitale tool biedt kansen voor verhoogde interactie zowel tussen leraren en leerlingen, als tussen leerlingen onderling. Het tonen van de vragen en de antwoorden vooraan op een scherm blijkt een goed uitgangspunt voor het bespreken van de antwoorden en voor verdere uitleg door jou of door klasgenoten. De antwoorden vooraan vergemakkelijken ook het stellen van complexere vervolgvrragen of vragen om verduidelijking.
- **Snelle feedback.** Veel digitale tools bevatten een feedbackfunctie, waardoor leerlingen meteen na het beantwoorden van de vraag de correcte uitwerking of het juiste antwoord kunnen lezen. Sinds kort zijn er toepassingen beschikbaar die meer kunnen dan alleen antwoorden

op gesloten vragen snel analyseren. De tool **Curipod** bijvoorbeeld geeft automatisch individuele feedback aan leerlingen over hun antwoord op open vragen.

Een niet-digitale werkform om begrip na te gaan – en alle leerlingen aan het denken te zetten – is willekeurig leerlingen aanwijzen (*cold calling*). Hierbij steken leerlingen weliswaar hun hand op om te antwoorden, maar je duidt als leraar aan wie het antwoord geeft. Wil je *cold calling* helemaal willekeurig maken dan kan je een digitale namenkiezer gebruiken, zoals **Wheel of Names** of **Picker Wheel**. Het spreekt voor zich dat je hier niet iedere les en bij iedere vraag gebruik van maakt. Het risico bestaat dan dat de leerlingen je uit de klas wheelen.

Aandachtspunten

- **Snel versus diep nadenken.** De spelcomponent of het snelheidsaspect van een digitale tool kan motiverend werken², maar kan er ook voor zorgen dat het belang van snelheid of het spelaspect de overhand neemt. Daardoor gaan leerlingen minder diep nadenken of gokken als het gaat om gesloten vragen of meerkeuzevragen. Het competitie-element kan ook de nadruk leggen op prestatie en minder op persoonlijke vooruitgang, dus meer op het presteren dan het leren. Daarnaast kan het bij sommigen voor stress zorgen en belemmerend werken. Het gevaar bestaat dat leerlingen die wat langer willen nadenken of in tweede instantie willen antwoorden, afhaken.
- **Data is nog geen informatie.** Je kan met behulp van een digitale toepassing gemakkelijk en snel data verzamelen. Maar data op zich hebben natuurlijk geen effect op het leren. Pas als je ze gericht inzet om extra uitleg te geven of bijkomende vragen te stellen kunnen ze het leerproces helpen ondersteunen. Dit illustreert nog maar eens het belang van de leraar en hoe die EdTech inzet.
- **Digitale data bewaren.** Een fout op een plastic wisbordje is zo weer gewist. Maar een digitale fout wordt opgeslagen in een online database. Bespreek met je leerlingen wat er gebeurt met deze gegevens. Hoelang bewaar je deze data en waarom? Gebruik je ze ook tijdens leerlingenbesprekingen? Of om het leren en je eigen klaspraktijk te versterken?
- **Weet wat je meet.** Voor sommige leerlingen is digitaal werken een extra moeilijkheid. Het maken van een digitale toets kan een vertekend beeld geven van hun eigenlijke begrip als ze bijvoorbeeld onvoldoende goed kunnen typen om vlot een antwoord door te sturen of moeite hebben met inloggen. Nog een reden om te werken met een beperkt aantal vertrouwde toepassingen.
- **Gebruiksgemak en efficiëntie.** Net zoals bijvoorbeeld voorkennisactivatie verloopt het nagaan van begrip idealiter tijdsefficiënt. De tijdsinvestering kan je beperken door webgebaseerde toepassingen te gebruiken die geen installatie vergen. Ze kunnen meteen – via een korte link of QR-code – in een webbrowser bereikt worden. Als je de inschatting maakt dat de opties van een digitale toepassing niet noodzakelijk zijn, kan het mondeling stellen van vragen en aanduiden van leerlingen even effectief en efficiënter verlopen dan het gebruik van EdTech.

• **Presteren versus leren.** Digitale quiztools geven je haast onmiddellijk een beeld van het begrip op dit moment van leerlingen. Deze prestaties zijn echter nog geen bewijs dat ze echt geleerd hebben (een verandering in het langetermijngeheugen). Check daarom na verloop van tijd nog een keer het begrip van leerlingen. Dit aandachtspunt geldt natuurlijk ook voor lessen zonder EdTech, maar door de snelheid en het gemak waarmee je dankzij digitale tools gegevens verzamelt, kan de illusie van competentie echter versterkt worden bij jou als leraar, en bij je leerlingen.

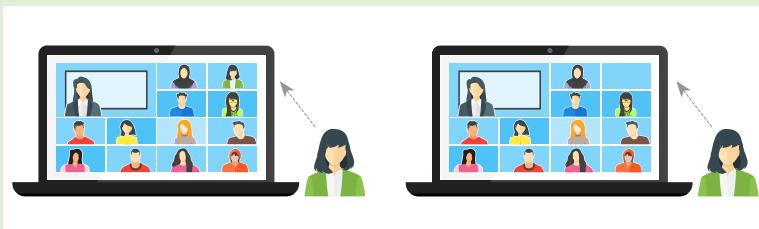
Bij het checken van begrip krijgen we als leraren niet alleen info door het stellen van vragen of via de data in ons lerarendashboard. De frons, het gezucht of de opgeluchte blik van een leerling die plots het licht ziet, zijn belangrijke intermenseleijke bronnen van informatie over de mate van begrip. Bij live online lessen is deze bron van informatie in grote mate afwezig. Kunnen we dit oplossen door leerlingen te verplichten hun camera's aan te zetten? Deze vraag beantwoorden we in volgend kaderstuk.

Kader 10

Camera's aan of uit tijdens live online lessen?

Het zien van leerlingen via een camera en hen kunnen horen via de microfoon zal nooit het echte lesgeven in de klas evenaren, maar kan ons helpen inschatten of iedereen nog mee is en misschien belangrijker, hoe zij zich voelen. Maar misschien werkt het zien van elkaar – en zichzelf – wel belemmerend op de deelname van leerlingen tijdens de online les, waardoor we nog verder van huis zijn.

Vanuit het standpunt van de leraar is het aanzetten van camera's een meerwaarde. Niet alleen om begrip beter in te kunnen schatten op basis van non-verbaal gedrag, maar ook omdat de interactie hierdoor enigszins natuurlijker verloopt. Maar wat doet het aanzetten van camera's met het (actief) leren van leerlingen? Op basis van beperkt onderzoek – in het hoger onderwijs – lijkt een onderscheid tussen anderen en jezelf zien aangewezen. Globaal lijkt camera's aanzetten een positief of geen negatief effect te hebben op leren. Leerlingen voelen zich betrokken en zijn daardoor meer geneigd actief deel te nemen aan de les.³ Deze actieve deelname geeft jou als leraar informatie over de mate van begrip en kan bijdragen aan het effectief verwerken van de leerstof door de leerlingen. Ingrid Tien en collega's onderzochten het verschillend effect op leren van 'anderen zien' en 'anderen en jezelf' zien (zie Figuur 42). De resultaten toonden aan dat de stress die opgewekt werd door het zien van zichzelf – en de versterkte wetenschap dat anderen je zien – een negatief effect had op leren. Het positieve effect van betrokkenheid werd opgeheven door het negatieve effect van zichzelf in beeld te zien.⁴ Enigszins voorzichtig lijkt het aangewezen de camera's aan te zetten, maar de self-view uit.³



Natuurlijk kunnen privacy, hardware- en verbindingproblemen een rol spelen in een beslissing rond het aanzetten van camera's. Anderzijds, afspraken rond hoe je een online les 'binnenkomt' – iedereen is gekleed, gekam en bevindt zich niet meer in bed – zorgen er niet alleen voor dat camera's aankunnen, maar ook dat leerlingen zich in een staat van leerparaatheid bevinden.⁵

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Uitleg door de leraar of peer-discussions

Na het checken van begrip bij leerlingen kan je als leraar extra uitleg en feedback geven. Een andere optie is leerlingen per twee het antwoord te laten bespreken (peer discussion) alvorens je klassikale terugkoppeling geeft. François Molin en collega's onderzochten welke vervolgaanpak het meest effect had bij gebruik van de digitale toepassing **Socrative**. Ze verdeelden 629 leerlingen van ongeveer 16 jaar oud in drie groepen:

1. Leerlingen beantwoorden een vraag, niet gevolgd door feedback of peer discussion.
2. Leerlingen beantwoorden een vraag en krijgen meteen feedback van de leraar. Het juiste antwoord wordt getoond en er volgt extra uitleg.
3. Leerlingen beantwoorden een vraag, gevolgd door peer discussion in duo's (zonder het juiste antwoord te kennen) en krijgen dan pas uitleg van de leraar.

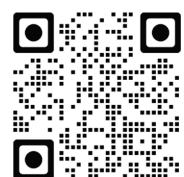
Vervolgens werd een nieuwe vraag gesteld over dezelfde leerstof en met dezelfde complexiteit. Over een periode van tien weken werden zo ongeveer veertig vraagparen gesteld.⁶ Welke groep gaat volgens jou de meeste vervolgvrragen correct beantwoorden? Als jullie met twee lezen is een peer discussion voor het geven van een antwoord niet verboden. Na het beantwoorden van de vraag krijgen jullie in de digitale toepassing feedback met uitleg bij het antwoord.⁴

Begrip checken met of zonder lerarendashboards?

Zoals we al aangaven zijn de (ruwe) data die je verkrijgt via een lerarendashboard niet zomaar bruikbaar – of te onvolledig – om je vervolginstructie op af te stemmen. De expertise van jou als leraar blijft essentieel om deze data te analyseren en effectief in te zetten. Voor deze

Figuur 42.

Het zien van anderen en jezelf op het scherm kan een hoge mate aan stress creëren en daardoor het leren belemmeren. Gebaseerd op Tien, I. S., Imundo, M. N., & Bjork, E. L. (2023). Viewing oneself during synchronous online learning increases appearance anxiety and decreases memory for lecture content. *Applied Cognitive Psychology*, 37(2), 443-451.



analyse heb je als leraar kennis nodig over hoe de data verzameld worden en waarop ze gebaseerd zijn, en je vult deze aan met eigen observaties binnen de context van jouw klaspraktijk. De titel van een studie van Trynke Keuning en Marieke van Geel vat het goed samen: *Gedifferentieerd lesgeven met adaptieve systemen en lerarendashboards: de leraar doet er nog steeds het meest toe.*⁷ Hiervoor halen de onderzoekers drie redenen aan:

- Het is van belang de data van het lerarendashboard te integreren met informatie die je als leraar via andere bronnen verkregen hebt. Bijvoorbeeld het stellen van vragen en de antwoorden die leerlingen geven, het verbeteren van (niet digitaal) werk en het observeren van (non-)verbaal gedrag.
- Het verzamelen van data via verschillende bronnen en deze interpreteren om er gepaste vervolginstructie aan te koppelen, blijft vooralsnog een taak van jou als leraar. Gesofisticeerde vormen van lerarendashboards leveren behalve data ook al suggesties voor instructie, maar ze zijn nog niet in staat om dit even effectief en efficiënt te doen als een leraar.
- Als leraar heb je kennis nodig over hoe je relevante data kan genereren (bijvoorbeeld per leerling, per vraag) of interpreteren (een grafiek, kleurcodes). Deze data zeggen iets maar niet alles over het begrip van leerlingen. Hiervoor heb je ook bijvoorbeeld vakinhoudelijke (veelvoorkomende misconceptions) en -didactische kennis nodig (gepaste vervolginstructie).

Lerarendashboards kunnen dus een prima hulpmiddel zijn om zicht te krijgen op het begrip van leerlingen – individueel of als klas – en je instructie daarop af te stemmen. Denk aan ondersteuning bij het geven van gerichte feedback die bijdraagt aan leren, zoals we nog zullen bespreken in Bouwsteen 11.⁸ Lerarendashboards zijn echter geen wondermiddel en er komt heel wat kennis en kunde van expert-leraren kijken bij het continue en complexe proces van nagaan van begrip en daarop anticiperen.

RECHT UIT DE KLAS

Een quiztool om snel antwoorden te verzamelen

Voor het vak Frans laat Nathalie haar leerlingen thuis een kortverhaal lezen. Ze wil aan het begin van de les polsen naar de ervaringen van de leerlingen en checken of ze het verhaal gelezen hebben. Ze gebruikt een anonieme digitale poll hiervoor: leerlingen scannen een QR-code met hun smartphone of tablet en krijgen vijf meerkeuzevragen of kort-antwoord-vragen te zien. De resultaten vormen het vertrekpunt voor een klasgesprek over het kortverhaal.

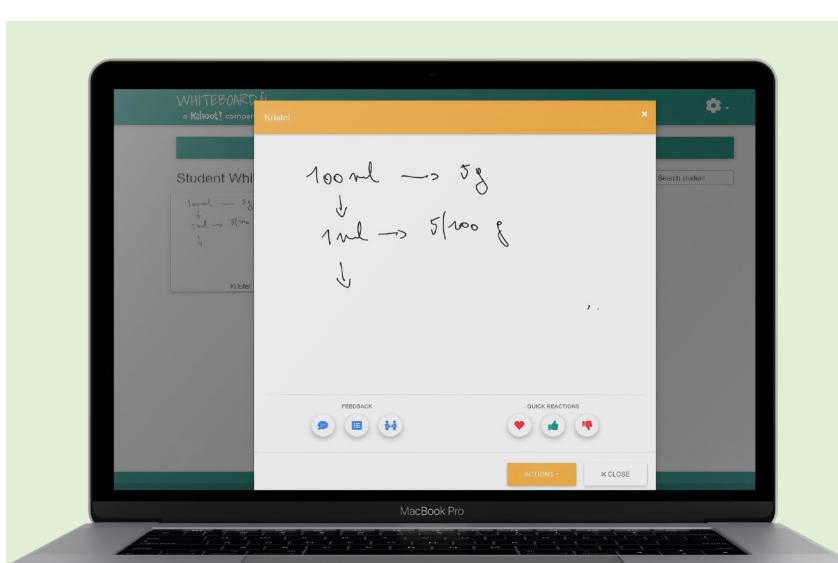
Tools: Mentimeter, AHA-slides, PollEverywhere.

Digitale wisbordjes

In de school van Marc hebben alle leerlingen een tablet. Die zet Marc in als wisbordje. Een toepassing als **Digitaalwisbordje.nl** biedt enkele voordelen vergeleken met niet-digitale alternatieven: Marc kan de resultaten van alle leerlingen bekijken en hij kan een aantal antwoorden anoniem projecteren en klassikaal bespreken. Marc kan digitale wisbordjes ook inzetten tijdens individueel inoefenen. Bijvoorbeeld met de toepassing **Whiteboard.fi** kan

hij het werk van leerlingen afzonderlijk opvolgen en live van feedback voorzien (zie Figuur 43).

Tools: Dititaalwitsbordje.nl, Whiteboard.fi.



Figuur 43.

In het dashboard van **Whiteboard.fi** zie je als leraar een overzicht van alle whiteboards van de leerlingen en kan je individuele leerlingen van feedback voorzien.

Digitale exit tickets

De leraar Duits geeft de leerlingen aan het einde van de les een digitaal exit ticket met drie korte vragen of oefeningen. De antwoorden worden automatisch verbeterd en geven hem snel een beeld van welke leerstof ze goed begrepen hebben, welke leerstof hij eventueel nog moet herhalen en of sommige leerlingen extra oefeningen of ondersteuning nodig hebben.

Tools: Microsoft Forms, Google Forms, Exitticket.nl.

Interactieve presentatie

De leraar Nederlands geeft naar aanleiding van een schrijfoefening les over stijlfouten in schrijfteksten. De volgende les biedt ze via een interactieve presentatie een aantal screenshots van zinnen uit schrijftaken aan met typische stijlfouten. De leerlingen krijgen de zinnen op hun scherm te zien en moeten telkens per twee de fout aanduiden en benoemen. Daarna sturen ze de antwoorden door. De leraar projecteert de antwoorden, kiest er één of twee uit en vraagt telkens aan het duo om te verwoorden waarom ze dit antwoord gaven en hoe ze dezin zouden herschrijven. Daarna krijgen de leerlingen een tekst van een klasgenoot, en gaan ze op dezelfde manier op zoek naar stijlfouten. Ze geven indien nodig suggesties om dezin te herschrijven. Een voorbeeld van de interactieve presentatie gemaakt met **Nearpod** kan je openen door de QR-code te scannen.

Tools: Nearpod, Peardeck, Slido.



Willekeurig antwoorden

Voor het vak maatschappijleer gebruikt leraar Jelle een digitale namenkiezer. Na het stellen van een vraag gebruikt hij een timer van dertig seconden zodat alle leerlingen voldoende tijd hebben om na te denken. Daarna bepaalt de namenkiezer wie antwoord mag geven. Jelle kan de toepassing zo instellen dat elke leerling slechts één keer aan bod komt. Omdat iedereen aan de beurt kan komen, zijn alle leerlingen aan het nadenken over het antwoord.

Tools: *Classcraft Wheel of Destiny*, *Wheel of Names*, *Flippity*, *Classroomscreen.com*.

Vragendatabanken en lerarendashboards

De vakgroep economie maakte per leerstofonderdeel een twintigtal goed doordachte meerkeuzevragen over basisdefinities en formules. Deze gebruiken de leraren om begrip te checken, om voorkennis te activeren of om gespreid te oefenen. Ze gebruiken hiervoor een gedeelde digitale vragenbank. Dit heeft het werk behapbaar, maar ook uiterst relevant gemaakt. Leraren kunnen vragen uit het huidige leerjaar, maar ook voorgaande leerjaren gebruiken. De leraar kiest een relevante set startvragen, die vragen worden automatisch verbeterd en het lerarendashboard (zie Figuur 44) toont waar eventuele hiaten zitten. De leraren kunnen zo bijvoorbeeld beslissen om vraag 1 en 2 even kort te hernemen, of om leerling 4 extra ondersteuning of oefeningen aan te bieden.

Tools: *Moodle*, *Canvas*, *Blackboard*, *Socrative*, *Formative*, *Quizalize*.

Figuur 44.

Voorbeeld van een leraren-dashboard in de tool **Formative**.



Vakgroep als datateam

De vakgroep chemie gebruikt een digitale vragendatabank om regelmatig tussendoor het begrip van leerlingen te checken na een stuk theorie. De leerlingen krijgen telkens twee vragen over huidige hoofdstukken en twee vragen over voorbije leerstof. Op deze manier wordt ook ingezet op toetsen om te leren en het spreidingseffect. De leraren gebruiken deze informatie tijdens de les, maar ze zitten ook regelmatig samen als 'datateam': ze bekijken

de verzamelde gegevens van de verschillende klassen om naar volgend schooljaar toe te evalueren wat er goed zit en waar de instructie eventueel nog bijgestuurd kan worden. Zo merken ze dat leerlingen veel fouten blijven maken bij oefeningen op de neutraliteitsregel. De leraren maken hierover een instructievideo en bieden leerlingen het volgende schooljaar extra oefeningen aan over dit onderwerp. Het materiaal wordt ook ingezet als remediëring het volgende schooljaar en voor het opmaken van de vakantietak voor leerlingen die niet geslaagd waren.

Tools: Formative, Moodle, Canvas, Blackboard, Socrative, AssessmentQ.

EVEN REFLECTEREN

- Op welke manier achterhaal jij of je leerlingen de leerstof begrepen hebben? Laat je telkens alle leerlingen nadenken en een antwoord formuleren? Kun je onthouden wie welke vragen fout had? Zijn digitale toepassingen hierbij een hulpmiddel voor jou?
- Hoe zet je digitale toepassingen in om begrip van leerlingen na te gaan wanneer ze zelfstandig (op afstand) oefenen? Aan welke voorwaarden moeten – de dashboards – in deze tools voldoen om je hierbij te ondersteunen?
- Gebruik je tools of leermiddelen die een dashboard voorzien met de resultaten van leerlingen?
 - Wanneer bekijk je deze resultaten?
 - Is het voor jou gemakkelijk om uit deze data de informatie te halen die je nodig hebt?
 - Wat doe je met de informatie die je krijgt? Op welke manier zet je die in om je eigen didactiek te versterken of om je leerlingen beter te laten leren?
 - Waarin kan een vakgroep het verschil maken bij het gebruik van deze dashboardtools?

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 6: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 115-127.
- 2 IJsstokjes of knutselhoutjes waarop de namen van de leerlingen staan. De stokjes zitten in een pot en na het stellen van een vraag haal je er één uit. De leerling die getrokken werd beantwoordt de vraag.
- 3 Onderzoek van Austin en collega's toonde een positief effect aan van het zien van zichzelf. Maar dit onderzoek werd uitgevoerd bij het bekijken van een opgenomen les.
- 4 De vraag is gemaakt met de toepassing **Wooclap**. Je kan deze toepassing apart gebruiken, of integreren in een **Google**- of **PowerPoint**-presentatie.

Bronnen

- 1 Kocak, O. (2022). A systematic literature review of web-based student response systems: Advantages and challenges. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2771-2805. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10732-8>
- 2 Bolat, Y. I., & Taş, N. (2023). A meta-analysis on the effect of gamified-assessment tools on academic achievement in formal educational settings. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5011-5039. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11411-y>
- 3 Austin, M. R., Fogler, K. A. J., & Daniel, D. B. (2022). Seeing self and others on-screen does not negatively impact learning in virtual classrooms. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 8(4), 368-373. <https://doi.org/10.1037/stl0000303>
- 4 Tien, I. S., Imundo, M. N., & Bjork, E. L. (2023). Viewing oneself during synchronous online learning increases appearance anxiety and decreases memory for lecture content. *Applied Cognitive Psychology*, 37(2), 443-451. <https://doi.org/10.1002/acp.4048>
- 5 Peper, E., Wilson, V., Martin, M., Rosegard, E., & Harvey, R. (2021). Avoid zoom fatigue, be present and learn. *Neuroregulation*, 8(1), 47-56. <https://doi.org/10.15540/nr.8.1.47>
- 6 Molin, F., Haelermans, C., Cabus, S., & Groot, W. (2021). Do feedback strategies improve students' learning gain? Results of a randomized experiment using polling technology in physics classrooms. *Computers & Education*, 175, 104339. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104339>
- 7 Keuning, T., & van Geel, M. (2021). Differentiated teaching with adaptive learning systems and teacher dashboards: The teacher still matters most. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(2), 201-210. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3072143>
- 8 Knoop-van Campen, C. A. N., Wise, A., & Molenaar, I. (2021). The equalizing effect of teacher dashboards on feedback in K-12 classrooms. *Interactive Learning Environments*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1931346>

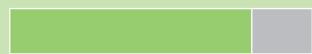
7. Ondersteun bij moeilijke opdrachten

SAMENVATTING

Leraren ondersteunen leerlingen wanneer ze nieuwe – en hierdoor vaak moeilijke – kennis of vaardigheden leren. De ondersteuning van de leraar neemt af naarmate leerlingen competenter worden. Dit proces is te vergelijken met het stelselmatig wegnemen van bouwsteigers (*scaffolding*). De ondersteuning is dus tijdelijk, aanpasbaar en kan individueel aangeboden worden.¹

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Om leerlingen de kans te geven uitdagende leerdoelen te bereiken, is ondersteuning nodig. Vaak is er sterke ondersteuning nodig bij de start van een leerproces. De graduële afbouw naarmate leerlingen de leerinhouden beter beheersen, kunnen we weergeven in drie didactische fases van afbouwende ondersteuning (Figuur 45).

DRIE DIDACTISCHE FASEN	IN DE PRAKTIJK	ROL VAN DE LERAAR
Fase 1: expliciete presentatie	De leraar werkt op het bord stap voor stap een vraagstuk uit volgens de regel van drie. De leraar denkt hierbij luidop en vertelt bij iedere stap waarom hij deze uitvoert. De leraar stelt gerichte vragen tijdens de oplossing om de leerlingen actief te betrekken.	Sturende rol: 'ik doe' 
Fase 2: begeleide oefening	De leerlingen lossen in een online oefenprogramma gedeeltelijk uitgewerkte vraagstukken op volgens de regel van drie. Als ze vastlopen kan het systeem een hint geven, of ze roepen de hulp van de leraar in.	Ondersteunende rol: 'wij doen' 
Fase 3: zelfstandig werken	Zodra leerlingen nauwelijks nog fouten maken, start de zelfstandige oefening. Het oefenprogramma houdt rekening met de voortgang van de leerlingen, en biedt complexere oefeningen en ondersteuning aan waar nodig. De leraar kan leerlingen ondersteunen die daar nog nood aan hebben.	Monitorende rol: 'jij doet' 

Figuur 45.

Drie didactische fases waarbij de ondersteuning door de leraar stelselmatig afneemt. Bron: basisboek *Wijze lessen*.

Steigers

Belangrijk om op te merken is dat de ondersteuning die je biedt, gericht is op vaardigheden die nog net boven het niveau van de leerlingen liggen. Leerlingen moeten eerst de vaardigheid van een lager niveau onder de knie hebben, alvorens je hen weer ondersteuning aanbiedt om naar een volgend hoger niveau op te klimmen. De ondersteuning die je als leraar biedt, worden (bouw)steigers of in het Engels scaffolds genoemd. Welke steigers en hoe lang je die aanbiedt voor dezelfde leeractiviteit kan verschillen van leerling tot leerling. Het blijft echter wel belangrijk dat elke leerling uiteindelijk de vooropgestelde doelen bereikt en dat de ondersteuning afgebouwd wordt. Naast de leraar, medeleerlingen en bepaalde hulpmiddelen (stappenplan, checklist, correctiebundel) kan ook technologie een meerwaarde betekenen in dit proces van aangepaste ondersteuning. Alle bouwstenen die in dit boek aan bod komen zijn ook inzetbaar als individuele steigers: bijvoorbeeld extra of andere uitgewerkte voorbeelden geven wanneer een leerling het nog niet begrepen heeft (Bouwsteen 3), leerstof op een andere manier proberen uit te leggen (Bouwsteen 2), feedback geven (Bouwsteen 11).

Waardevolle kansen

EdTech biedt heel wat mogelijkheden om leerlingen te ondersteunen zowel in de les als tijdens online zelfstandig leren. Veel van die technologische ondersteuning zit soms al standaard in onze omgeving en gebruiken we soms onbewust al, zoals spellings- of grammaticacheckers.

- **Ondersteuning in een elektronisch leerplatform.** Leermannagementsystemen als **Moodle** en **Canvas** zijn standaard uitgerust met een aantal mogelijkheden om leerlingen te ondersteunen bij het verwerken van leerstof of het maken van opdrachten. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld via een knop een (deels) uitgewerkt voorbeeld of een hint opvragen. Ook kan een online cursus op basis van resultaten van leerlingen bronnen ter verdieping of als verlengde instructie aanbieden. In **Canvas** kan je bijvoorbeeld 'meesterschapspaden' aanmaken, waarbij leerlingen op basis van scores op tussentijdse oefentoetsen andere paden volgen, met meer ondersteuning of verdere verdieping.
- **Ondersteuning door video.** Instructievideo's bieden leerlingen de mogelijkheid om je uitleg meerdere malen of vertraagd te beluisteren. Je kan aan een video eventueel ook interactieve elementen als extra ondersteuning toevoegen. Verklaringen van moeilijke woorden of figuurlijk taalgebruik kunnen automatisch verschijnen tijdens het bekijken van de video, of de leerlingen kunnen hotspots zelf aanklikken indien ze nood aan hebben aan extra uitleg. Door deze QR-code te scannen kan je een dergelijke interactieve video zelf uittesten.²
- **Tijdelijke talige ondersteuning.** Voor leerlingen die het Nederlands niet als thuistaal hebben of voor leerlingen die een nieuwe taal leren, bestaan tal van digitale toepassingen om als steigers in te zetten. Denk aan voorleessoftware, vertaalprogramma's, automatische ondertitels bij filmpjes of spelling- en grammaticacontrole, of zelfs live vertaalapparatuur met artificiële intelligentie.
- **Verlengde of verdiepende instructie opnemen.** Een leraar kan gepaste ondersteuning bieden door bijvoorbeeld een extra woordje uitleg te bieden aan (groepen van) leerlingen. Waar vroeger de leerling en leraar hiervoor



steeds fysiek moesten verzamelen, kan je nu asynchroon extra duiding geven door een video of geluidsfragment te voorzien bij de (verdiepende) leerstof. De opnames hiervan kun je ter beschikking van de leerlingen stellen op het online platform van de school.

• **Adaptieve oefenplatformen.** Deze systemen zijn afgestemd op verschillen in beheersing van de leerstof door leerlingen (zie Bouwsteen 2, ‘beheersingsleren’). Leerlingen die de leerstof nog niet onder de knie hebben kunnen ze van een extra tip, een uitgewerkt voorbeeld of verdere uitleg voorzien. Leerlingen die de leerstof sneller verwerken, krijgen meer uitdaging met verdiepende leeractiviteiten. Vragen in oefentoetsen kunnen ook adaptief zijn. Dit wil zeggen dat de moeilijkheidsgraad van een (volgende) vraag aangepast wordt op basis van de kennis van de leerlingen. Het langetermijneffect van tussentijds zichzelf toetsen vergroot op deze manier.¹ Bepaalde digitale oefenplatformen zetten een chatbot of (virtuele) intelligente tutor in als persoonlijke assistent. Leerlingen kunnen hiermee ‘in gesprek’ gaan en ondersteuning op maat krijgen. Deze technologie staat momenteel nog in de kinderschoenen, maar gezien de snelle ontwikkelingen op het vlak van AI ‘gevoed’ met inhouden voor jouw vak, kan een intelligente chatbot leerlingen extra ondersteunen. Adaptieve oefenplatformen hebben gemiddeld genomen een positief effect op het leren van alle leerlingen, als je ze inzet als hulpmiddel voor of in combinatie met jouw instructie.²

Intelligente tutor

• **Lerarendashboards.** Leraren kunnen de voortgang van leerlingen opvolgen in digitale visuele overzichten die meestal onderdeel uitmaken van adaptieve toepassingen. Zo verkrijgen ze directe informatie over veelgemaakte fouten. Dankzij deze informatie kan je als leraar gerichter extra ondersteuning bieden aan de leerlingen die daar nood aan hebben of kan het systeem zelf handreikingen doen, zoals leerstof laten herhalen.

• **Ondersteuning bij specifieke onderwijsbehoeften.** Technologie kan de leraar in staat stellen om leerlingen te ondersteunen die bijvoorbeeld door ziekte niet fysiek kunnen deelnemen aan de lessen op school. Zij kunnen virtueel aanwezig zijn dankzij initiatieven als **Bednet** in Vlaanderen en **KlasseContact** in Nederland (synchroon internetonderwijs). Actieve deelname op afstand kan nog versterkt worden door telepresence robots die de leerlingen vervangen in de klas. De leerlingen kunnen via de robots signaleren dat ze iets niet begrijpen, extra hulp nodig hebben of een vraag willen stellen (zie Figuur 46). Met toepassingen voor videobellen kunnen leraren op afstand voor- of verlengde instructie geven. Uiteraard horen hier steeds een aantal randvoorwaarden bij: de leraar en leerling moeten vlot toegang hebben tot apparaten, moeten deze functioneel kunnen gebruiken en de extra leertijd moet structureel ingebeteld worden in het schoolbeleid zodat het niet louter liefdadigheid van de welwillende leraar wordt. Technologie stelt ook leerlingen met bijzondere zorgbehoeften in staat om aan het regulier onderwijs deel te nemen, en daarbij hun leertijd te vergroten en te optimaliseren. Met toepassingen als spraak-naar-tekst, tekst-naar-spraak en automatische ondertiteling maakt artificiële intelligentie het bijvoorbeeld mogelijk om blinde, slechtziende, doof en slechthorende leerlingen inclusief te betrekken in de klas en hun autonomie te vergroten. Er zijn nog tal van beloftevolle wendingen: leerlingen met ADHD worden via smartwatches geholpen om

hun zelfcontrole te versterken en leerlingen met autisme oefenen sociale vaardigheden via een interactieve digitale leeromgeving. Niet enkel de leerling met een bijzondere behoefte en de leraar zijn door de inzet van die technologie geholpen; het kan ook helpen om de publieke perceptie op het vlak van beperkingen en leerstoornissen te verbeteren. Ondersteuning aan leerlingen met specifieke onderwijsbehoeften is vaak blijvend en daarom per definitie niet als een steiger te beschouwen.

Figuur 46.

Een robot neemt letterlijk de plaats in van de leerlingen, die via de ingebouwde camera en microfoon de les kunnen volgen. Dankzij de ‘mimiek’ van de robot kunnen leerlingen aangeven wanneer ze iets (niet) begrijpen. Bron: Noisolation.com



Aandachtspunten

- **Hoe tijdelijk is tijdelijk?** Het blijft belangrijk om te bewaken dat technologie tijdelijke ondersteuning biedt en niet verandert in een permanente ‘kruk’ (zie ook de paragraaf hieronder, ‘Wat onderzoek ons vertelt’). De bedoeling is steeds toe te werken naar zelfstandigheid. Het is dus zaak om altijd goed na te denken over welke ondersteuning je wanneer aanbiedt, en hoe je die vervolgens terug kunt afbouwen. Het is uiteraard een ander verhaal voor leerlingen met een leerstoornis of beperking. Voor hen kan bepaalde technische ondersteuning in afstemming met externe experts wel permanent aangeboden worden.
- **EdTech die de instructie stuurt.** We wezen al herhaaldelijk op het feit dat digitale toepassingen niet leidend mogen zijn voor onze instructie. In geval van adaptieve – door artificiële intelligentie ondersteunde – technologie bestaat het risico dat EdTech een sterke invloed gaat hebben op hoe leren en instructie verlopen. Adaptieve platformen zijn immers niet ‘neutraal’, maar ontwikkeld op basis van een bepaalde visie op leren en instructie. Denk aan de initiatieven van de Bill and Melinda Gates Foundation, die gebaseerd zijn op de – niet aangetoonde – meerwaarde van sterk gepersonaliseerd onderwijs. Ook de lerarendashboards die voorzien zijn bij adaptieve toepassingen kunnen sturend zijn. De kans is dan ook reëel dat de instructie van leraren die zich in sterke mate baseren op deze dashboards, aangestuurd wordt door de visie op leren van het platform.³ Het is daarom belangrijk om leraren voldoende ruimte te geven om adaptieve oefensystemen grondig te leren kennen alvorens ermee aan de slag te gaan. Leraren moeten zich realiseren

**"Onderwijs geven vergt kwaliteiten die computers missen,
zoals een brede opmerkzaamheid, pedagogische sensitiviteit en
didactisch inspelen op specifieke en onverwachte situaties."**

~ Onderwijsraad, 2022

dat deze toepassingen onder de motorkap bepaalde beslissingen nemen, met behulp van algoritmes. Het helpt als platformbouwers transparantie bieden, zodat leerkrachten begrijpen waarom bepaalde beslissingen genomen worden en ze de prestaties van leerlingen correct kunnen ondersteunen.⁴⁵

- **Ondersteuning is (ook) mensenwerk.** De info die we via dashboards verkrijgen zal vaak niet volstaan om de juiste aangepaste instructie op het niveau van specifieke leerlingen te kunnen bepalen. Stel dus voldoende extra vragen, zodat je goed blegt waar de moeilijkheid zit. Technologie is niet in staat om een luisterend oor te zijn en diepgaand te analyseren welke ondersteuning een kind echt nodig heeft. Door de combinatie van verschillende technologische en intermenseleijke invalshoeken ben je beter in staat om effectieve en aangepaste vervolginstructie en feedback aan te bieden aan leerlingen.⁶
- **Technische ondersteuning.** Het is aangewezen leerlingen op het juiste moment en op de juiste plaats te ondersteunen in het gebruik van de technologie zelf. Niet alleen gaat er zo geen kostbare mentale bandbreedte verloren, maar leerlingen leren de digitale toepassing ook zo in te zetten dat deze daadwerkelijk de nodige ondersteuning biedt. Dit kan bijvoorbeeld door in de klas als leraar het gebruik van een toepassing eerst te modelleren. Je toont hoe leerlingen inloggen, een antwoord typen in een tekstveld, en feedback of een hint opvragen.

Intermenseleijke ondersteuning

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

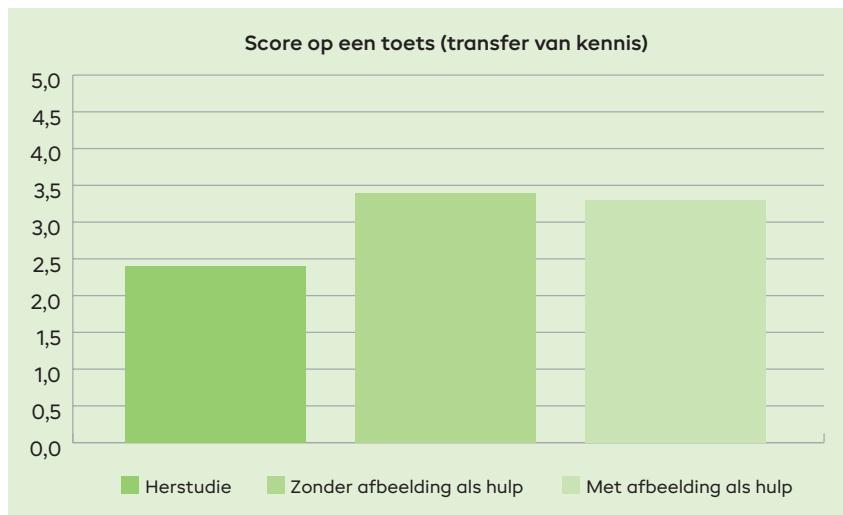
Ondersteuning bij zelfverklaren in een video: een scaffold of een kruk?

Leerlingen die in pauzes van video's aan zichzelf uitleggen wat ze gezien en gehoord hebben gebruiken de productieve leerstrategie 'zelfverklaren'. Een vraag die hierbij kan gesteld worden, is in welke mate je leerlingen moet ondersteunen tijdens het zelfverklaren? Logan Fiorella trachtte een antwoord te geven op deze vraag door studenten hoger onderwijs een gesegmenteerde video – voorzien van vijf pauzes – over de werking van de nieren te laten bekijken. Een controlegroep kon tijdens iedere pauze een uitgeschreven transcript van de video bestuderen (herstudie-groep). Twee andere groepen pasten de leerstrategie zelfverklaren toe. Zij kregen tijdens de pauze van de video opdrachten als: 'Leg uit hoe het bloed gefilterd wordt in de vaten van de glomerulus.' Sommige studenten kregen hierbij een afbeelding van de leerstof ter ondersteuning om het geleerde aan zichzelf uit te leggen, anderen konden alleen een beroep doen op hun geheugen. De onderzoeker ging ervan uit dat als studenten ondersteuning kregen, dit zou leiden tot een kwaliteitsvollere zelfverklaring met uiteindelijk een positief effect op leren. Beide groepen die de leerstrategie zelfverklaren toepasten, presteerden beter dan

de herstudie-groep op een toets (zie Figuur 47). Zoals Logan Fiorella verwachtte, was de kwaliteit van de uitleg die studenten met hulp van een afbeelding maakten een stuk beter dan zonder hulp van de afbeelding. Maar onverwacht zorgde deze betere uitleg er niet voor dat deze studenten ook beter scoorden op een toets over de opgedane kennis. Studenten die zelfverklaren toepasten door alleen een beroep te doen op hun geheugen, presteerden zelfs lichtjes beter op de toets. Volgens de onderzoeker is dit het gevolg van het feit dat studenten zonder afbeelding harder moeten nadenken om een uitleg te verwoorden (wenselijke moeilijkheid), wat een positief effect heeft op leren. De afbeelding als ondersteuning fungeerde volgens Fiorella eerder als een blijvende kruk om een goede zelfverklaring te vormen, dan wel als een scaffold om een samenhangend kennisschema van de leerstof te maken.⁷

Figuur 47.

Scores van de verschillende groepen studenten op een toets afgenoem na het experiment. Gebaseerd op Fiorella, L. (2022). Learning by explaining after pauses in video lectures: Are provided visuals a scaffold or a crutch? Applied Cognitive Psychology, 36(5), 1142-1149.



AI en een-op-een-tutoring

Adaptieve leersystemen kunnen door middel van artificiële intelligentie (AI) de voordelen van een-op-een-tutoring benaderen. Onderzoeker Shuai Wang en collega's vergeleken de effectiviteit van een dergelijke AI-toepassing voor wiskunde met instructie door expert-leraren. De adaptieve toepassing die in het onderzoek gebruikt werd is **Squirrel AI Learning**. De functionaliteit van de tool is gebaseerd op wat de onderzoekers omschrijven als vier fundamentele principes van effectieve instructie: formatieve toetsing, feedback, ondersteuning op maat en leeractiviteiten die rekening houden met het beheersingsniveau van de leerlingen. Het onderzoek werd uitgevoerd bij tweehonderd leerlingen van 13 en 14 jaar. De centrale vraag was welke leerlingen de meeste leerwinst boekten: zij die instructie kregen van een leraar of zij die zelfstandig studeerden – zonder tussenkomst van een leraar – en gebruikmakend van een computer waarop de AI-toepassing geïnstalleerd was? De totale instructietijd bedroeg ongeveer zes uur verspreid over drie dagen. Voor het experiment werden volgens de onderzoekers ervaren leraren in het vakgebied wiskunde ingezet. In twee gelijkaardige maar aparte studies werd

de leerwinst van de leerlingen in de experimentele groep (met AI) vergeleken met de leerwinst van leerlingen die instructie kregen in grote groepen (twintig tot dertig leerlingen) en in kleine groepen (drie leerlingen). Uit de resultaten bleek dat in beide studies de leerlingen die gebruikmaakten van **Squirrel** meer leerwinst boekten dan de leerlingen die instructie kregen van een leraar.

Volgens de onderzoekers gold dit voor alle leerlingen, ongeacht de aanwezige voorkennis (gemeten met een toets vooraf). De onderzoekers besluiten hun artikel met enkele bedenkingen. Verder onderzoek is nodig op lange termijn; dit onderzoek liep slechts over drie dagen. Leraren zijn mogelijk beter in het plannen en organiseren van instructie over een langere termijn vergeleken met **Squirrel**. Het positieve effect kan ook toe te schrijven zijn aan de 'nieuwigheid' van de toepassing (novelty effect): het positieve effect van de AI-toepassing kan op langere termijn uitdoven. Daarnaast werd de toets direct afgenummerd, de vraag is of het verschil in leeruitkomsten ook standhoudt op een toets op langere termijn. Zelf voegen we er nog graag aan toe of het ethisch wenselijk is dat leerlingen vooral individueel leren van een computer zonder menselijke interactie, en wat het effect hiervan is.⁸

RECHT UIT DE KLAS

Uitgewerkte oefeningen

De leraar fysica weet dat de complexere oefeningen voor een aantal leerlingen erg moeilijk zijn. Ze maakt daarom met een tablet en een pendevice filmpjes waarop ze de oefeningen zelf uitwerkt en modelleert door luidop het denkproces te verwoorden. Sterke leerlingen hebben deze uitgewerkte voorbeelden niet nodig, maar de minder sterke leerlingen kunnen soms wat extra ondersteuning gebruiken. Zij kunnen voor een aantal oefeningen de uitgewerkte voorbeelden bekijken in hun eigen tempo.

Tools: Explain everything, Screencastify, Screencast-o-matic.

Taalondersteuning

In de les automechanica heeft leraar Daan een heel aantal anderstalige nieuwkomers in zijn lessen. Het is cruciaal dat deze leerlingen de veiligheidsvoorschriften begrijpen en kunnen naleven vooraleer ze aan de slag gaan. De leraar laat de leerlingen eerst de instructies in het Nederlands lezen. Daarna mogen ze de uitleg indien nodig scannen en vertalen naar hun moedertaal met **Google Lens**. De thuistaal dient zo als ondersteuning om het Nederlands goed te begrijpen. Ten slotte stelt Daan in het Nederlands een aantal vragen over de instructie om te checken of de leerlingen alles begrepen hebben. Naarmate het schooljaar vordert maken de leerlingen steeds minder gebruik van de vertaalapp.

Tools: Google Lens.

Starten met adaptieve oefensoftware

Een school in het basisonderwijs start met een adaptief oefenprogramma voor basisrekenvaardigheden. Dit geeft de leraren de kans om leerlingen op verschillende snelheden en met aangepaste ondersteuning te laten werken op de momenten dat ze zelfstandig moeten oefenen. Vooraleer het systeem geïntroduceerd wordt in de klas, krijgen de leraren een opleiding waarin ze leren welke algoritmes aan de basis liggen van het systeem en hoe ze het

dashboard moeten interpreteren. Ze spreken af hoe ze de minder sterke leerlingen extra ondersteuning bieden (bijvoorbeeld door extra instructie in kleine groepen of individuele feedback) zodat ook zij de basisdoelen wiskunde kunnen bereiken. Ze krijgen ook als tip mee dat de software niet altijd gebruikt hoeft te worden en dat de oefensoftware geenszins de (noodzakelijke) oefenkansen op papier hoeft te vervangen.

Tools: Snappet, Bingel, Prowise Rekentuin/Taalzee, Gynzy.

Digitale ondersteuning en oefeningen

De leraar wiskunde gebruikt de tool **Quizalize** om leerlingen aangepaste ondersteuning te geven wanneer ze zelfstandig oefeningen maken. Dit kan tijdens het oefenen – bij iedere vraag – doordat een virtuele leraar hints geeft of gerichte vragen stelt die de leerlingen op weg helpen (*smart questions*). De hints kunnen door de AI-functie in het programma gegeven worden, maar je kan deze als leraar ook zelf op voorhand opstellen en toevoegen aan de quiz. Ook aan het einde van een oefenreeks kan de nodige ondersteuning verschijnen op basis van de prestaties van de leerlingen (*smart review*). De virtuele leraar doorloopt met de leerlingen de vragen die ze fout beantwoordden en geeft eventueel extra uitleg als de leerlingen de leerstof nog niet begrijpen (zie Figuur 48).

Tool: Quizalize.

Figuur 48.

Leerlingen kunnen een vraag die ze fout beantwoordden hernemen, deze keer voorzien van een tip. Illustratie gebaseerd op tools als **Quizalize**.

The screenshot shows a digital quiz interface. At the top left is the question 'Q 4/5'. To its right is the score 'Score 200'. Below the question is the text 'Wat is de rol van de hypothalamus bij homeostase?'. Underneath this is a box labeled 'Tip voor een nieuwe poging' containing the text 'Dit hersengebied is gelegen vlak boven de hersenstam en onder de thalamus.' Below the tip are four answer options arranged in a grid:

Controle vrijgeven hormonen	X Filteren van bloed
Vertering	Regelen lichaamstemperatuur

Chatbot als persoonlijk assistent

In de les wiskunde leert de leraar haar leerlingen werken met **MathGPT**, een chatbot die specifiek getraind is om wiskundige oplossingsstrategieën aan te reiken, procesfeedback te geven, en misconcepties op te sporen en recht te zetten. De leraar modelleert hoe je de chatbot de juiste input kan geven zodat je de ondersteuning krijgt die je nodig hebt (bijvoorbeeld: 'Kan je me de eerste stap geven om de oefening op te lossen?' of 'Kan je me tonen waar ik ergens in de fout ga bij deze oefening?'). De chatbot kan ook gelijkaardige extra oefeningen genereren indien nodig.

Tools: Khanmigo van Khan Academy, MathGPT, Microsoft Math Solver.

EVEN REFLECTEREN

- Welke digitale tools kan jij inzetten om leerlingen tijdelijke ondersteuning op maat te bieden? Zet je deze in zowel tijdens de les als voor ondersteuning tijdens huiswerk?
- Op welke manier kan je de technologische ondersteuning geleidelijk afbouwen?
- Op welke manier zet jij technologie tijdelijk of blijvend in voor leerlingen met specifieke leermoeilijkheden?
- Zet je online oefenplatformen in om leerlingen adaptief te laten oefenen? Op welke manier combineer je deze toepassingen met ondersteuning die je als leraar geeft?

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 7: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 129-138.
- 2 De video is gemaakt met de toepassing **H5P**. Je hebt geen account of inlogcode nodig om de video te bekijken.

Bronnen

- 1 Greving, S., Lenhard, W., & Richter, T. (2020). Adaptive retrieval practice with multiple-choice questions in the university classroom. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 799-809. <https://doi.org/10.1111/jcal.12445>
- 2 Keuning, T., & van Geel, M. (2021). Differentiated teaching with adaptive learning systems and teacher dashboards: The teacher still matters most. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(2), 201-210. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3072143>
- 3 Kerssens, N. (2023). Schooled by dashboards? Learning platforms' performance-centered pedagogy and its impact on teaching. In K. Es & N. Verhoeff (Red.), *Situating Data: Inquiries in Algorithmic Culture* (pp. 241-254). Amsterdam University Press. <https://doi.org/10.5117/9789463722971>
- 4 Pijpers, R. (2022). Krassen op het dashboard: De invloed van adaptieve leersystemen op de professionele ruimte van de leerkraacht. Kennisnet. <https://www.kennisnet.nl/artikel/16641/krassen-op-het-dashboard-de-invloed-van-adaptieve-leersystemen-op-de-professionele-ruimte-van-de-leerkracht/>
- 5 Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2019). How Teachers Make Dashboard Information Actionable. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 347-355. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2851585>
- 6 Onderwijsraad. (2022). *Inzet van intelligente technologie*. <https://www.onderwijsraad.nl/publicaties/adviezen/2022/09/28/inzet-van-intelligente-technologie>
- 7 Fiorella, L. (2022). Learning by explaining after pauses in video lectures: Are provided visuals a scaffold or a crutch? *Applied Cognitive Psychology*, 36(5), 1142-1149. <https://doi.org/10.1002/acp.3994>
- 8 Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L., & Feng, M. (2023). When adaptive learning is effective learning: Comparison of an adaptive learning system to teacher-led instruction. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793-803. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794>

8. Spreid oefening met leerstof in de tijd

SAMENVATTING

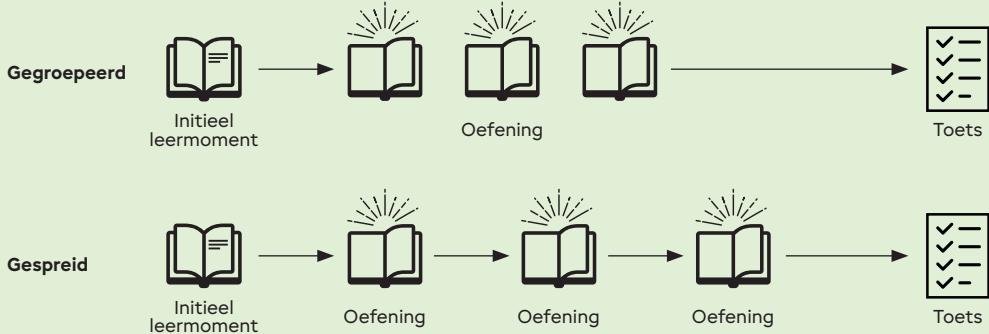
Als leerlingen nieuwe leerstof inoefenen, zullen ze deze beter onthouden als ze de oefentijd spreiden over meerdere momenten in plaats van dezelfde hoeveelheid oefentijd te concentreren op een enkel oefenmoment. Dit principe noemt men het spreidingseffect (*spaced practice* of *distributed practice effect*). Er moet dus niet méér geoefend worden voor een positief effect, maar meer gespreid¹.

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Massed en spaced practice

Wenselijke moeilijkheid

Het voelt voor leraren vertrouwd en logisch om de leerstof bij een bepaald onderdeel op één moment grondig aan te bieden en gegroepeerd in te oefenen. Wanneer leerlingen de leerstof beheersen, gaan we verder naar het volgende onderdeel. In de plaats van dit 'geblokt' of 'gestampt' aanbieden van leerstof (massed practice), bevordert het gespreid inoefenen van leerstof (spaced practice) het leren aanzienlijk. Dit kan bijvoorbeeld door oefenmomenten over meerdere dagen te spreiden (zie Figuur 49).



Figuur 49.
Het verschil tussen gegroepeerd (massed) en gespreid (spaced) oefenen. Gebaseerd op basisboek *Wijze lessen*.

Leerlingen oefenen dus niet méér, maar meer gespreid. Hierdoor zal het oefenen meer cognitieve inspanning vragen tijdens het oefenmoment, maar net deze wenselijke moeilijkheid (desirable difficulty) vergroot het leereffect op de lange termijn. Een vuistregel om de spreiding tussen oefenmomenten en de eindtoets te bepalen is de 20%-regel. Deze regel is geen wiskundig dogma, maar stelt dat de tijd tussen de verschillende oefenmomenten ongeveer een vijfde bedraagt van de tijd tussen het laatste oefenmoment en de toets. Bijvoorbeeld als een toets over de les volgt na tien dagen, dan oefenen leerlingen de leerstof drie keer, met telkens één dag tussen ieder oefenmoment. Vijf dagen na de laatste oefening volgt

"Algoritmes in digitale toepassingen kunnen oefenmomenten optimaal spreiden."

dan de toets. Zowel in de klas als tijdens het oefenen thuis, kan EdTech ondersteuning bieden op het vlak van gespreid oefenen.

Waardevolle kansen

- **Optimale spreiding.** Digitale algoritmes zijn erg goed in het berekenen wanneer je iets het best herhaalt om het op langere termijn te onthouden. Hierbij wordt rekening gehouden met de prestatie van leerlingen voor specifieke leerstof. Denk maar aan taalapps zoals **Duolingo**, of flashcard-toepassingen zoals de **Leitnerbox App** of **Anki**.
- **Herinneringen verzenden.** Digitale oefenapps kunnen leerlingen meldingen (pushberichten of prompts) sturen om hen eraan te herinneren dat de tijd voor een oefenmoment is aangebroken. Een melding kan bestaan uit een email of een herinnering in het dashboard van de toepassing. Dit ondersteunt leerlingen om het gespreid oefenen in te zetten in de praktijk. Ook planningstools zoals een digitale agenda of to-do-apps kunnen hierbij helpen.
- **Inschatting door de leerling.** Tools als **Brainscape** of **iDoRecall** vragen leerlingen om zelf in te schatten of ze een bepaald woordpaar – nadat ze eerst hebben geprobeerd het zich te herinneren¹ – goed onder de knie hebben. De tool houdt hier rekening mee bij het bepalen van de verdere spreiding (zie Figuur 50). Leerlingen worden in de inschatting van eigen leren

Wat is stuurbekrachtiging?

A

Een hydraulisch of elektrisch systeem in de stuurinrichting van voertuigen waardoor de bestuurder minder krachtsinspanning moet leveren tijdens het sturen.

How well did you know this?

1 Not at all 2 3 4 5 Perfectly

Figuur 50.
In een tool als **Brainscape** kunnen leerlingen na het bekijken van het correcte antwoord een inschatting van eigen leren maken op een schaal van 1 tot 5. De toepassing houdt onder andere hiermee rekening in de spreiding van de woordparen.

ondersteund doordat de digitale toepassingen direct feedback voorzien bij het gegeven antwoord. We gaan in Bouwsteen 12 nog dieper in op hoe wenselijk het is rekening te houden met de eigen inschatting van de leerlingen.

- **Spreiding binnen één oefenmoment.** Naast spreiding tussen oefenmomenten, komt ook spreiding binnen hetzelfde oefenmoment leren ten goede. Digitale toepassingen zoals **Wozzol** zijn zo ontworpen dat bijvoorbeeld definities die leerlingen correct verwoord hebben pas later opnieuw aan bod komen. Termen, woordparen en definities waar leerlingen nog mee worstelen komen in hetzelfde oefenmoment sneller terug aan bod.
- **Verschillende contexten van oefenmomenten.** Een van de verklaringen waarom gespreid oefenen het leren kan bevorderen is dat de leerling oefent in verschillende contexten. Deze contextfactoren worden mee opgeslagen tijdens het leren en vergroten de kans dat informatie succesvol kan worden opgehaald.² **Quizlet** bijvoorbeeld zorgt niet alleen voor een geautomatiseerde spreiding – en dus andere context – van leermomenten, maar ook voor verschillende oefenvormen. Ook deze afwisseling in oefenvormen zorgt voor extra contextfactoren die mee opgeslagen worden tijdens het leren. Naast traditionele flashcards kunnen leraren of leerlingen kiezen voor verschillende vraag- en spelvormen om leerstof in te oefenen. Door de QR-code te scannen kan je een aantal van deze oefenvormen zelf uitproberen.
- **Combinatie met andere leerstrategieën.** In digitale oefentools kun je bijvoorbeeld woorden laten inoefenen met ondersteuning van afbeeldingen (zie ook Bouwsteen 4), concrete voorbeelden toevoegen aan een antwoord (zie Bouwsteen 3), jezelf toetsen (zie Bouwsteen 10).
- **Spreiding in je lesplannen.** Artificieel intelligente systemen of daarop gebaseerde toepassingen – zoals **Diffit** en **Education Copilot** – kunnen je helpen met het opstellen van lesplannen en het ontwikkelen van lesmaterialen. Je kan een chatbot specifiek de opdracht geven om gespreid oefenen toe te passen in het lesplan, rekening houdend met de 20%-regel. De toepassing bezorgt je dan niet alleen de oefenstof of quizzen, maar verdeelt de totale tijd die je aan de leerstof wilt besteden ook over de totale opgegeven periode volgens dit principe.

Aandachtspunten

Er zijn niet meteen specifieke valkuilen verbonden aan het gebruik van EdTech in functie van gespreid leren. Zoals voor meerdere leerstrategieën (en ook zonder EdTech) geldt, kun je er als leraar niet zomaar van uitgaan dat leerlingen de strategie toepassen. Geef daarom uitleg over waarom spreiden werkt en toon hoe ze dit, eventueel met een oefentool, optimaal kunnen toepassen. Spreek ook af wanneer leerlingen meldingen zullen ontvangen. Het effect gaat ongetwijfeld verloren als leerlingen door de push-bomen het bos niet meer zien. Het geven van meldingen kun je eventueel afbouwen naarmate de zelfregulatie meer ontwikkeld is. Op deze manier worden meldingen ingezet als een tijdelijke bouwsteiger of scaffold in het leerproces.

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Woordenschat leren: digitale of papieren flashcards?

Flashcards zijn uitermate geschikt om woorden in een vreemde taal in te studeren. Ismail Xadobande en collega's vergeleken het gebruik van papieren met digitale flashcards tijdens het leren van Engelse woorden als tweede taal. Vijfenvijftig 17-jarige leerlingen maakten gedurende een jaar gebruik van ofwel papieren flashcards of de digitale mobiele app **Lexilize Flashcards**. Omdat de mobiele app voorzien is van een ingebouwde functie voor gespreide herhaling, kregen de leerlingen die papieren flashcards gebruikten uitleg over de voordelen van gespreid oefenen en hoe deze leerstrategie toe te passen. Na het afleggen van een eerste test om hun startniveau te bepalen, bestudeerden leerlingen de woordparen gedurende dertig minuten op weekdagen. Er werden nadien twee toetsen afgenoemt, eentje na zes maanden en de andere na twaalf maanden. Wat bleek? Alle leerlingen gingen sterk vooruit in het verwerven van nieuwe woordenschat. Maar leerlingen die gebruikmaakten van digitale flashcards haalden betere scores dan leerlingen in de papieren-flashcards-groep (zie Figuur 51).



Figuur 51.

Op beide post-tests scoorden de leerlingen die een digitale flitskaart-app gebruikten beduidend beter dan de leerlingen die papieren flitskaarten gebruikten. Gebaseerd op Xodabande, I., Pourhassan, A., & Valizadeh, M. (2022). Self-directed learning of core vocabulary in English by EFL learners: Comparing the outcomes from paper and mobile application flashcards. *Journal of Computers in Education*, 9(1), 93-111.

Mogelijke verklaringen zien de onderzoekers in de spelcomponent in de app, het gemak waarmee tijd- en plaatsonafhankelijk kan geleerd worden en de positieve invloed op motivatie van de digitale toepassing. De app **Lexilize Flashcards** voorziet namelijk in verschillende oefenvormen, zoals

meerkeuzevragen, kort antwoord-vragen en combineervragen.³ Inez Zung en collega's wijzen in gelijkaardig onderzoek ook op het positieve effect van alternatieve oefenvormen bij digitale flashcards.⁴

Prompts om gespreid te oefenen

Uit onderzoek blijkt dat leerlingen uit zichzelf niet bepaald geneigd zijn om effectieve leerstrategieën als gespreid oefenen toe te passen. Zelfs niet als ze al uitleg gehad hebben over de effectiviteit ervan, zo blijkt uit onderzoek van Gino Camp en collega's – onder wie medeauteur van dit boek Wouter Buelens. Zij gingen na wat het effect was van het geven van *prompts* (in dit geval herinneringen) aan studenten om zichzelf gespreid te toetsen in een online leeromgeving. De prompts werden gegeven per mail en in het dashboard van de online leeromgeving.

Tabel 1.

De studenten die gegroepeerd oefenden, behaalden de hoogste score op de derde tussentijdse toets. Maar op de eindtoets waren zij vergeleken met de studenten die gespreid oefenden veel meer leerstof vergeten. Bron: Camp, G., Dirkx, K. J. H., Ackermans, K., Hermans, H. J. H., & Buelens, W. (2021). Optimale ondersteuning van zelfstudie met evidence-based gepersonaliseerd online formatief toetsen. Open Universiteit Nederland. Heerlen.

Evolutie scores

Groep	Oefentoets 1	Oefentoets 2	Oefentoets 3	Eindtoets
Controle	-	-	-	4.42
Gegroepeerd	4.40	7.74	8.58	6.02
Gespreid	4.06	6.00	6.74	6.78

De deelnemende studenten bestudeerden drie modules in een online leeromgeving en konden aangeven wanneer ze klaar waren met leren. Daarna werden de studenten meteen automatisch toegewezen aan een van de drie groepen in het onderzoek:

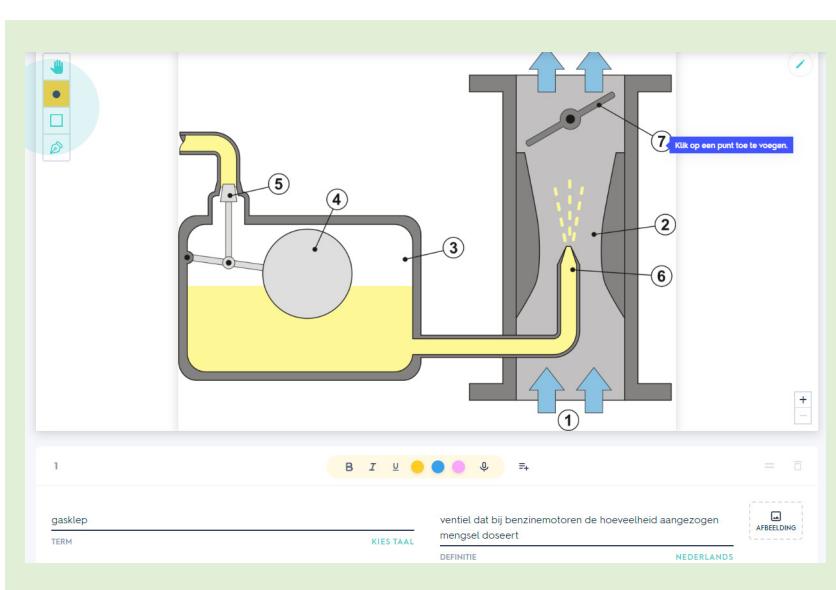
- Een controlegroep, die geen prompts kreeg om zichzelf te toetsen.
- Een groep die drie keer een prompt kreeg, zodat de studenten gespreid oefentoetsen over de leerstof maakten.
- Een groep die slechts één keer een prompt kreeg en op dat ogenblik gevraagd werd drie keer na elkaar de oefentoets te maken (gegroeperd).

De studenten uit de drie groepen maakten aan het einde van het experiment dezelfde eindtoets. Zowel de studenten die gespreid als gegroepeerd tussentijdse oefentoetsen maakten, scoorden op de eindtoets beduidend beter dan de controlegroep. Opvallend was dat de snelheid waarmee ze de stof weer vergaten (*forgetting rate*) beduidend hoger was voor de studenten die drie oefentoetsen maakten op één moment. Zij scoorden het hoogst op de laatste oefentoets (8.58, zie Tabel 1), maar gingen er sterk op achteruit bij de eindtoets (6.02). Studenten die gespreid oefenden scoorden zelfs iets beter op de eindtoets (6.78) dan op de laatste oefentoets (6.74). Gespreide oefentoetsen maken het leren wat lastiger, maar zorgen ervoor dat studenten informatie beter onthouden.⁵

RECHT UIT DE KLAS

Digitale flitskaarten

Voor de les mechanica maakte Rayan een set flitskaarten met belangrijke begrippen en concepten, bijvoorbeeld een kaart waarbij de leerlingen het omschreven onderdeel van een injectiemotor moeten aanduiden op een afbeelding op basis van de omschrijving (zie Figuur 52). Hij gebruikt de tool **Quizlet** om leerlingen de begrippen gespreid te laten oefenen. Je kan bij het oefenen kiezen uit ‘oefenen op lange termijn’ of ‘snel oefenen’. Hij bespreekt met leerlingen het belang van woordenschat studeren op de lange termijn. Aan het einde van de les laat hij regelmatig een kort toetsje genereren met vijf vragen over de begrippen en definities uit de voorbije hoofdstukken.



Figuur 52.
Met **Quizlet** **diagrams** voeg je hotspot-afbeeldingen toe aan je studiesets.
Tools: Quizlet, BookWidgets, H5P, iDoRecall, Memrise.

Uitdaging tussendoor

De leraar Duits ziet zijn klassen slechts één lesuur elke week. Daarom voorziet hij telkens ook tussendoor een **Kahoot! Challenge** voor leerlingen, waarbij ze tien korte vragen over woordenschat en grammatica aangeboden krijgen. De leerlingen krijgen thuis een melding wanneer de uitdaging klaarstaat, en een deadline. Ze proberen een zo hoog mogelijke score te halen. Aan het begin van de volgende les doorloopt de leraar indien nodig kort veel voorkomende fouten. Hij geeft de winnaars van de challenge een compliment en spreekt eventueel leerlingen aan die niet mee geoefend hebben.

Je kan ook andere spelvormen inzetten om leerlingen tussendoor begrippen te laten inoefenen, zoals **Wordle** of galgje.

Tools: Kahoot!, Make your own hangman, Make your own Wordle.



Retrieval roulette

De Britse leraar chemie Adam Boxer maakte een ‘retrieval roulette’, een spreadsheet met vragen over alle hoofdstukken, waaruit hij automatisch korte toetsjes kan genereren over de huidige leerstof, maar ook over voorbijgehoofdstukken. Op het eerste tabblad voegt hij per hoofdstuk een aantal vragen toe over de leerstof. Op het tweede tabblad kan hij automatisch een toetsje laten genereren met vragen over de leerstof uit de vorige hoofdstukken. Op een volgend tabblad verschijnen de antwoorden. Op deze manier bouwt hij elke les een kort gespreid herhalingsmoment in. Hij kan de vragen afdrukken of projecteren. De leerlingen antwoorden gewoon op een blaadje papier en doen zelf de verbetering. Ze kunnen het document ook gebruiken om zichzelf thuis te toetsen.

Tools: Microsoft Excel, Google Sheets.

Kort herhalen om lang te onthouden

Lerares Amira gebruikt een digitale methode voor rekenen en meetkunde. Aan het begin van iedere les krijgen leerlingen via een digitale tool op hun tablet vijf vragen en oefeningen uit een van de vorige hoofdstukken meetkunde. Ze laat de leerlingen de oefening eerst uitwerken in hun schrift en daarna het juiste antwoord ingeven. De leerlingen krijgen extra oefenkansen, hun voorkennis wordt opgefrist, en Amira krijgt zicht op wie er mee is en wie er eventueel nog extra ondersteuning kan gebruiken. Gebruik je een handboek op papier? Dan kan je zelf aanvullende digitale oefeningen aanmaken om als lesstarter te gebruiken.

Tools: Gynzy, Snappet, BookWidgets.

Twee-weken-afsprak

Leraar Zuhal introduceert bij het begin van het schooljaar de ‘twee-weken-afsprak’ om haar leerlingen te ondersteunen bij het gespreid leren. Dit betekent dat ze elke toets over een hoofdstuk (of voldoende groot geheel) pas implant twee weken na het afronden ervan. In de week daartussen reserveert ze telkens nog één of twee lessen voor ‘gespreid leren’. Tijdens deze lessen maken de leerlingen oefeningen die leraar Zuhal heeft opgespaard doorheen het hoofdstuk of maken de leerlingen een actieve verwerking van de leerstof (Cornell-samenvatting, zelf toetsvragen bedenken, elkaar uitleg geven). Op die manier leert ze haar leerlingen om het studeren niet uit te stellen tot het laatste moment. In hun digitale agenda vullen de leerling deze lessen systematisch en in een specifieke kleur in. Zelf voegt ze nog automatische reminders toe, zodat leerlingen alle materiaal voor die ‘herhalingsles(sen)’ zeker bij zich hebben.

Tools: Google Agenda of Classroom, Outlook Agenda, Smartschool Planner.

EVEN REFLECTEREN

- Hoe zorg jij er in je lessen voor dat je oefenmomenten spreidt en dat je herhaling inbouwt? Zou een digitale tool je hierin kunnen ondersteunen?
- Hoe zou je leerlingen kunnen helpen om ook voor toetsen gespreid te studeren, zodat ze leren eerder dan presteren? Welke digitale toepassingen zou je kunnen inzetten om leerlingen gespreid te laten oefenen tijdens het zelfstandig studeren?
- Hoe bepaal je welke leerstof (veel) herhaald wordt en welke niet of minder?

Noot

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 8: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 141-152.

Bronnen

- 1 Ariel, R., Karpicke, J. D., Witherby, A. E., & Tauber, S. K. (2021). Do judgments of learning directly enhance learning of educational materials?. *Educational Psychology Review*, 33, 693-712. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09556-8>
- 2 Dirkx, K. J. H., Joosten-ten Brinke, D., & Camp, G. (2018). *Ontwerprichtlijnen voor formatief toetsen vanuit de geheugenpsychologie. 1 +1 = 3*. Open Universiteit Nederland. Heerlen.
- 3 Xodabande, I., Pourhassan, A., & Valizadeh, M. (2022). Self-directed learning of core vocabulary in English by EFL learners: Comparing the outcomes from paper and mobile application flashcards. *Journal of Computers in Education*, 9(1), 93-111. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00197-6>
- 4 Zung, I., Imundo, M. N., & Pan, S. C. (2022). How do college students use digital flashcards during self-regulated learning? *Memory*, 30(8), 923-941. <https://doi.org/10.1080/09658211.2022.2058553>
- 5 Camp, G., Dirkx, K. J. H., Ackermans, K., Hermans, H. J. H., & Buelens, W. (2021). *Optimale ondersteuning van zelfstudie met evidence-based gepersonaliseerd online formatief toetsen*. Open Universiteit Nederland. Heerlen.

9. Zorg voor afwisseling in oefentypen

SAMENVATTING

Oefening baart kunst, maar niet alle oefening. De volgorde waarin je oefeningen aanbiedt bepaalt mee hoe effectief oefenen is¹. Doordacht variëren in zowel inhoud als oefeningstypen zorgt ervoor dat leerlingen bewust oplossingsstrategieën moeten toepassen. Hierdoor moeten ze harder nadenken en de leerstof dieper verwerken. En afwisseling is per slot van rekening ook het kruid van leven en leren.

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Bepaalde didactische aanpakken bemoeilijken de prestatie op korte termijn, maar zorgen er daardoor net voor dat je leerlingen de kennis op de lange termijn beter onthouden. Een voorbeeld van zo'n 'wenselijke moeilijkheid' is gespreid oefenen (zie Bouwsteen 8). Het afwisselen van verwante maar niet identieke oefeningen (gevarieerd oefenen of interleaving) is ook zo'n wenselijke moeilijkheid. Gevarieerd oefenen kan je bijvoorbeeld door af te wisselen in oefeningen op vervoegingen van Franse werkwoorden in de tegenwoordige tijd op -re (A), -er (B) en -ir (C). In plaats van oefeningen geblokkt – AAA-BBB-CCC – aan te bieden, oefenen leerlingen volgens een willekeurig schema, bijvoorbeeld ABACBCAABC. Zo worden ze ertoe aangezet bewust na te denken over het soort oefening (A, B of C?), om vervolgens te bepalen welke oplossingsstrategie ze kunnen toepassen (Hoe vervoeg je B-werkwoorden?). In eerste instantie is er wel een zekere beheersing nodig, die ontstaat door leerlingen geblok te laten oefenen. Ze maken bijvoorbeeld eerst oefeningen waarin ze afzonderlijk Franse regelmatige werkwoorden op -re, -er en -ir vervoegen. Vervolgens ga je afwisselen door hen 'gemengde oefeningen' te laten maken.

Het positieve effect van gevarieerd oefenen is aangetoond voor cognitieve maar ook voor psychomotorische vaardigheden, bijvoorbeeld bij het aanleren van verschillende manieren van bovenhands toetsen (volleybal) tijdens de les lichamelijke opvoeding.¹ Behalve op niveau van onderwerp kan je ook op de volgende manieren afwisselen:

- **Oefeningtypen.** We bespraken in Bouwsteen 3 het werken met voorbeelden. Afwisseling tussen (deels) uitgewerkte voorbeelden en volledige oefeningen zorgt voor gepaste variatie als leerlingen hun eerste stappen zetten in het aanleren van nieuwe leerstof of vaardigheden.
- **Productieve leerstrategieën.** Je kan leerlingen laten variëren in de leerstrategieën die we in Bouwsteen 5 bespraken, zoals samenvatten of een conceptmap maken.
- **Samenwerkingsvormen.** Leerlingen alleen, in duo's of in groepen laten werken, is ook een vorm van afwisseling. De kansen en valkuilen van (digitaal) samenwerken beschreven we al in Bouwsteen 5.
- **De toepassing die je gebruikt.** Begrip kan je nagaan door het afwisselend toepassen van cold calling of wisbordjes en een digitale quiztool.

Gevarieerd oefenen

"Afwisselen in oefeningen betekent niet dat je geschiedenis en automechanica door elkaar gaan oefenen. Het gaat om gelijkaardige oefeningen waarbij leerlingen een andere strategie nodig hebben."

Met interleaving wordt overigens niet bedoeld: variëren in oefeningen van bijvoorbeeld geschiedenis en wiskunde. Dit zijn geen aanverwante oefeningen of problemen die leerlingen moeten vergelijken om vervolgens de juiste oplossingsstrategie toe te passen.

Waardevolle kansen

Ook als je leerlingen digitaal laat oefenen hou je best rekening met het positieve effect van gevarieerd oefenen. Sommige digitale toepassingen maken het mogelijk om makkelijk oefeningen afwisselend aan te bieden.

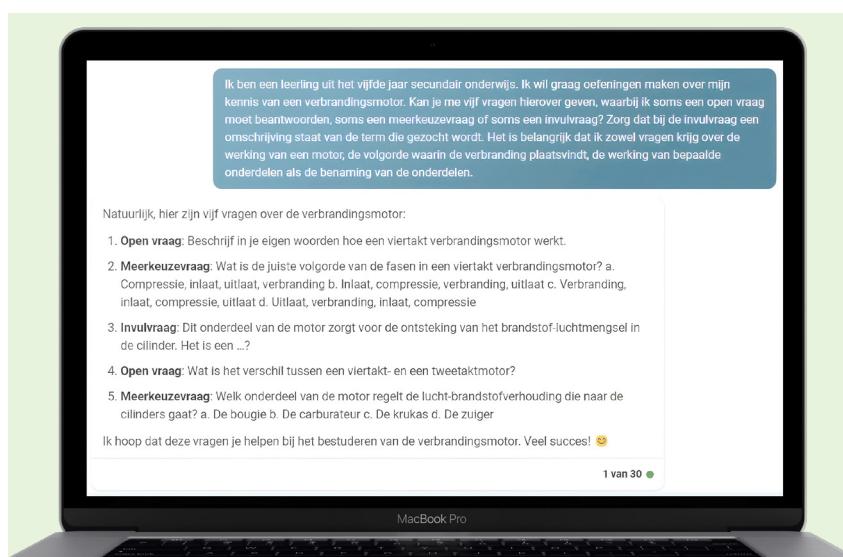
- **Vragen- en oefeningendatabanken.** Door te werken met goed opgebouwde databanken van digitale oefeningen wordt het gemakkelijk om vragen over verwante maar niet identieke onderwerpen met elkaar te combineren. Leermanagementsystemen als **Moodle** en **Canvas** maken het mogelijk vragendatabanken te creëren. Door tags of labels te gebruiken bij het opstellen van vragen, bij Frans bijvoorbeeld ‘*futur simple*’ of ‘*conditionnel présent*’, kan je als leraar met enkele muisklikken een toets samen laten stellen die willekeurig de verschillende soorten vragen door elkaar aanbiedt. Bovendien kan je vragendatabanken delen met collega’s en samenwerken om veel verschillende oefentypes aan te bieden.
- **Oefeningen combineren.** Meerdere toepassingen laten toe om eenvoudig vragen uit verschillende oefentoetsen te combineren. In bijvoorbeeld **Google Forms** is het mogelijk om een nieuwe toets te maken waarbij je vragen importeert uit meerdere andere formulieren. Op deze manier krijg je variatie op het vlak van oefeningstypen maar ook leerstofonderdelen. Ook in de toepassing **Snappet** kan je met een shuffle-functie leerlingen oefeningen laten maken, gerelateerd aan verschillende leerdoelen.
- **Adaptieve interleaving met Chatbots.** Je kan gevarieerd oefenen toepassen door de juiste prompts te geven aan een chatbot. In je prompt kan je ervoor zorgen dat leerlingen eerst bepaalde vaardigheden automatiseren, bijvoorbeeld het maken van optelsommen en vermenigvuldigingen. Je geeft de chatbot vervolgens de opdracht wanneer aan bepaalde voorwaarden



voldaan is oefeningen aan te bieden met beide bewerkingen door elkaar. Een voorbeeld van een dergelijke prompt en een dialoog met **Microsoft Copilot** kan je bekijken via de QR-code. Een chatbot kan je ook inzetten om oefeningtypen te combineren. In je prompt kan je bijvoorbeeld aangeven dat je vijf vragen over een bepaald onderwerp wil met afwisseling tussen verschillende vraagtypes en vormen van kennis (conceptueel, procedureel, zie Figuur 53). Zoals voor alle prompts geldt: hoeveel te meer info je geeft, des te beter het resultaat. Om je vragen bijvoorbeeld inhoudelijk zo relevant mogelijk te maken kan je een tekstbestand van de leerstof uploaden om de chatbot te 'voeden'.

Figuur 53.

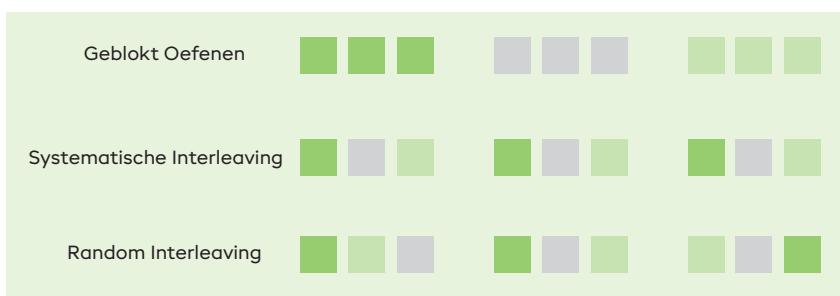
Voorbeeld van een prompt gegeven aan Microsoft Copilot met afwisseling in vraagtypen en vormen van kennis.



Aandachtspunten

Als het proces van interleaving in sterke mate geautomatiseerd verloopt, zoals in het voorbeeld dat we gaven van **Microsoft Copilot**, doe je er als leraar goed aan een oogje in het zeil te houden. Bewaak bijvoorbeeld de inhoudelijke correctheid, maar schat ook in of leerlingen de leerstof al in voldoende mate beheersen om af te wisselen in oefentypen.

Gevarieerd oefenen toepassen is (nog) minder rechtstreeks dan andere studeerstrategieën zoals gespreid leren en leidt dan ook niet zomaar tot beter leren.² Het is geen sinecure om in te schatten wanneer gegroepeerd en wanneer afwisselend oefenen het beste is voor welke leerstof en welke leerlingen. Dit blijkt onder andere uit onderzoek van Steven Pan naar het effect van verschillende vormen van afwisselend oefenen bij het leren van Spaanse werkwoordvervoegingen. Interleaving had alleen een positief effect op leren, vergeleken met gebloktd oefenen, als er in eerste instantie systematische interleaving (volgens een bepaald schema) werd toegepast en vervolgens pas random interleaving (zie Figuur 54).³



Figuur 54.
Oefenschema's waarbij vervoegingen gebloktd geoefend worden, of afwisselend maar volgens een vast schema, of afwisselend door elkaar.

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Er bestaat, voor zover ons bekend, nog geen onderzoek dat de effectiviteit van het gebruik van EdTech voor interleaving vergelijkt met het afwisselen van oefentypen zonder EdTech. We beschrijven twee studies die uitgaan van het idee dat leerlingen niet uit zichzelf geneigd zijn om interleaving toe te passen. Deze studeerstrategie kost immers cognitieve moeite en het presteren van het moment zelf wordt bemoeilijkt. De onderzoekers gingen daarom op zoek naar manieren om de bereidheid van leerlingen te verhogen om interleaving als studeerstrategie toe te passen.

Interleaving in een educatieve game

Het afwisselen van oefeningstypen vraagt een grote cognitieve inspanning van leerlingen. Om deze inspanning te leveren is een zekere mate van motivatie noodzakelijk. Uit onderzoek blijkt dat educatieve games motivatie kunnen bevorderen en tot betere leerprestaties kunnen leiden.⁴ Belangrijk hierbij is dat de game ontworpen wordt rekening houdend met wat bekend is over hoe mensen leren. Jonathan Ben-David en Ido Roll onderzochten wat het effect was van gebloktd versus afwisselend oefenen in een educatieve game. Het onderzoek werd uitgevoerd bij honderdvijftig leerlingen uit het basisonderwijs en het lesonderwerp was de bewerking 'vermenigvuldigen'. Uit de resultaten bleek dat de leerlingen tijdens het oefenen met de game beter presteerden wanneer ze gegroepeerd oefenden. Maar als er een test plaatsvond op een later tijdstip, scoorden de leerlingen die afwisselend oefenden beter dan de leerlingen die gegroepeerd oefenden. De spelvorm zorgde ervoor dat de leerlingen de nodige bereidheid hadden om afwisselend te oefenen. Hierdoor werd het oefenen zelf bemoeilijkt, maar het leren op de lange termijn bevorderd.⁵

Gespreide zelftesten en afwisselend oefenen in een online platform

Iman YeckehZaare en collega's onderzochten hoe ze studenten in het hoger onderwijs in de VS ertoe konden aanzetten de studeerstrategieën zichzelf testen, gespreid leren en afwisselend oefenen in te zetten. Volgens de onderzoekers zijn studenten vaak op de hoogte van het positieve effect van deze strategieën op langere termijn, maar volstaat dit niet om ze ook daadwerkelijk te gaan toepassen. Ze ontwikkelden hiervoor een online



**"Educatieve games kunnen leerlingen motiveren
om effectieve leerstrategieën als afwisselend
oefenen in te zetten"**

cursus (programmeren) die over de periode van een volledig semester liep. Een onderdeel van deze online cursus bestond uit een oefentool die inzetten op de drie vermelde studeerstrategieën. *Interleaving* werd gerealiseerd op twee manieren. Ten eerste door een afwisseling van oefeningstypen: meerkeuzevragen en invulvragen maar ook zelf – deels uitgewerkte – problemen oplossen. Ten tweede zorgde het systeem ook voor een afwisseling op het vlak van onderwerpen, waarbij rekening gehouden werd met de voortgang van de 193 studenten om onderwerpen sneller of later terug aan bod te laten komen. Hoewel het geen experiment betrof – alle studenten maakten gebruik van de cursus – was er een samenhang tussen de mate waarin studenten de oefentool gebruikten en hun resultaten op een examen: hoeveel te meer tijd ze oefenden, hoeveel te hoger de resultaten. Er was geen verband tussen de totale tijd die studenten spenderden op het online platform in zijn geheel (aan bijvoorbeeld cursusmateriaal) en de examenresultaten. Studenten die specifiek meer gebruik maakten van de oefentool – en dus onder andere vaker *interleaving* toepasten – behaalden wél betere resultaten. De onderzoekers probeerden de studenten op drie manieren te motiveren om de tool te gebruiken. Ten eerste door dagelijkse beloningen te geven voor geleverde prestaties. Daarnaast werd getracht de zelfeffectiviteit van de studenten positief te beïnvloeden: de adaptieve tool paste zich aan de mate van beheersing van de studenten aan, waardoor ze meer succeservaringen opdeden. Ten slotte was er sprake van een zekere

mate van autonomie: de onderzoekers bepaalden niet waar en wanneer de studenten moesten oefenen. Een meerderheid (bijna 66%) van de studenten gebruikte de oefentool voldoende om alle beloningen te verkrijgen. Ongeveer 20% van de studenten oefende minstens een dag meer dan gevraagd. De interventies zorgden er dus voor dat de studenten een grotere bereidheid vertoonden om leerstrategieën die een grotere cognitieve inspanning vergen – zoals afwisselend oefenen – toe te passen.⁶

RECHT UIT DE KLAS

Studiesets combineren

De leraar Frans maakt een aantal studiesets met digitale flashcards aan voor leerlingen. Een studieset met opgaven over de voltooid tegenwoordige tijd, een andere over de voltooid verleden tijd en nog een andere over de onvoltooid verleden tijd. Met de optie 'combineer studiesets' kunnen de leerlingen een nieuwe studieset maken, waarin alle vervoegingen terugkomen (zie Figuur 55). Hij toont hen hoe ze dit moeten doen en legt ook uit waarom dit een goede studeerstrategie is. Met de tool kan de leraar ook verschillende soorten vraagtypes aanmaken, zoals juist/fout-vragen, meerkeuzevragen of ophaalvragen.

The screenshot shows the 'Sets combineren' (Combine sets) feature in Quizlet. On the left, there is a list of four existing study sets: 'Wijze Lessen Digitale didactiek' (7 terms), 'Werkwoorden onvoltooid verleden tijd' (6 terms), 'Werkwoorden voltooid tegenwoordige tijd' (5 terms), and 'Werkwoorden voltooid verleden tijd' (10 terms). On the right, a new study set is being created, titled 'Jouw sets' (Your sets), which currently contains 9 sets. This new set includes the four original sets plus three additional ones: 'GESCHIEDENIS' (6 terms), 'Motoronderdelen' (5 terms), and 'Open lezing - doel tot tool' (5 terms). Each study set is represented by a card with its name, number of terms, and a minus sign to remove it from the new set. At the bottom left is a 'Kaarten' (Cards) button with a dropdown menu, and at the bottom right is a 'Ga' (Go) button.

Figuur 55.

Optie in **Quizlet** om makkelijk meerdere oefeningstypen aan te bieden door studiesets te combineren.

Cumulatief digitaal toetsen

De leraar fysica gebruikt **Google Forms** voor tussentijdse formatieve oefentoetsen en voorkennisactivatie, maar ook voor summatieve herhalingsstoetsen. Hij kan bij het aanmaken van een nieuwe toets ook oefeningen van een vorige toets importeren. Zo krijgen leerlingen een mix van oefeningen – over verschillende onderdelen van de leerstof – waarbij ze telkens een andere oplossingsstrategie moeten hanteren.

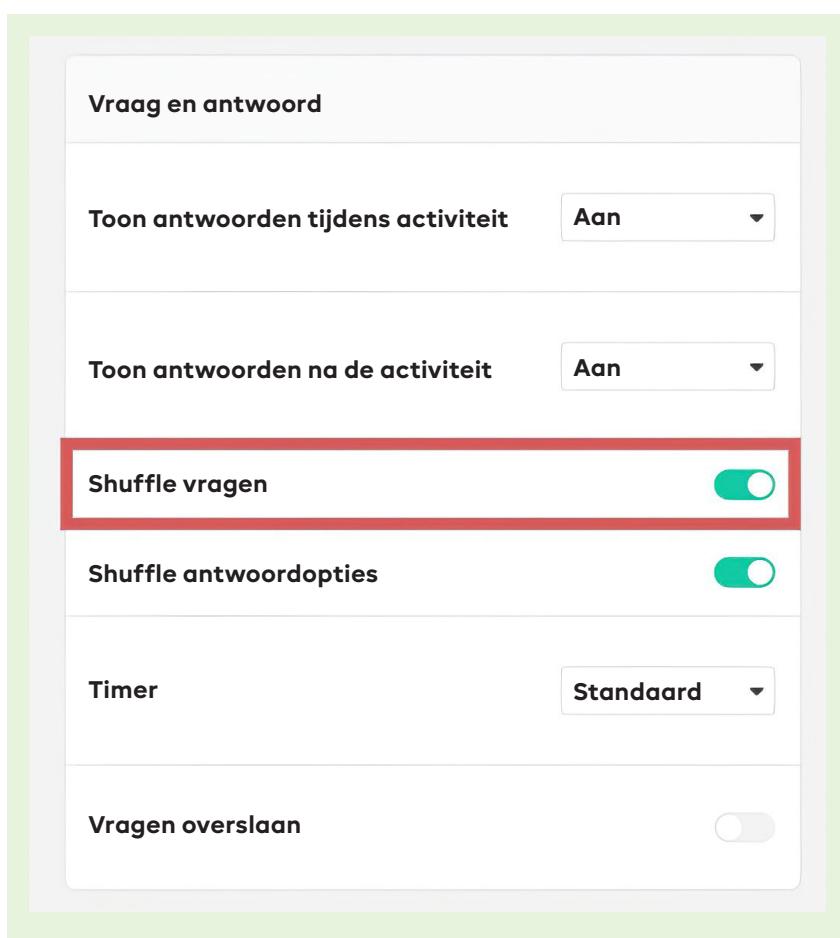
Tools: Google Forms.

Oefeningen shufflen

Voor boekhoudkunde maakt leraar Christine van elk oefeningentype vijf oefeningen in **Quizizz**. Daarna gebruikt ze de instelling 'Shuffle vragen' (zie Figuur 56). Op deze manier krijgen de leerlingen de oefeningen in een willekeurige volgorde aangeboden, en niet telkens gegroepeerd per soort.

Figuur 56.

De optie om vragen automatisch te mixen in de toepassing **Quizizz**.
Tools: Quizizz, Bookwidgets, Quizalize, Moodle, Canvas.



Veel gratis of één betaald?

Het ICT-team van de school merkt dat veel leraren gebruikmaken van heel wat verschillende EdTech-platformen voor digitale oefeningen. Ook gebruiken ze vaak de gratis versie, waarin slechts een beperkt aantal vraagtypes beschikbaar zijn (bijvoorbeeld enkel meerkeuzevragen of kort-antwoordvragen). Bovendien is het voor leerlingen verwarring om met zo veel verschillende platformen te werken. Ze gaan daarom op zoek naar een platform dat een grote variatie aan vraagtypes biedt, om ervoor te zorgen dat er door de digitalisering geen verarming optreedt. Ze bevragen de

verschillende vakgroepen over hun noden en testen een aantal platformen uit. Uiteindelijk kiezen ze één platform uit en nemen daarop een betaald abonnement. Er wordt voldoende tijd vrijgemaakt om de leraren technisch voldoende vaardig te maken om verschillende soorten oefentypen aan te kunnen maken.

Veranderen van oefeningstype

Meester Malik wil leerlingen de Europese hoofdsteden laten inoefenen. Hij voert in **Wordwall** vijftien landen en bijhorende hoofdsteden in (zie Figuur 57). Rechts kan hij kiezen tussen verschillende oefeningstypen, zoals 'Verbinden' of 'Kies het antwoord', maar ook spelvormen zoals een woordzoeker of een quiz die hij met de klas kan spelen. Hij laat leerlingen eerst individueel de landen en hoofdsteden verbinden, en daarna spelen ze klassikaal de quiz waarbij ze de hoofdsteden uit hun hoofd moeten ophalen. Daarna volgt een woordzoeker met de rivieren van België en Nederland als opfrissing van de leerstof van vorige maand.

The screenshot shows a digital worksheet titled '0:11'. At the top, there is a grid of fifteen country names: Finland, Litouwen, Nederland, Spanje, Polen, Frankrijk, Luxemburg, België, Ierland, Noorwegen, Denemarken, Duitsland, Kroatië, Het Verenigd Koninkrijk, and Italië. Below this grid, there are two rows of five capital cities each: Amsterdam, Stockholm, Rome; Zagreb, Dublin, Brussel; Warschau, Londen, Madrid; Berlijn, Parijs, Helsinki; and Luxemburg, Vilnius, Kopenhagen. Each city name is preceded by a small input box. At the bottom left is a 'Hoofdsteden' button. In the center, there is a 'Antwoorden inleveren' (Submit answers) button. On the right side, there is a sidebar titled 'Template wisselen' (Change template) with options for 'INTERACTIEF': 'Verbinden' (Connect), 'Kies het antwoord' (Choose the answer), 'Quiz', 'Gameshow quiz', 'Woordzoeker' (Wordsearch), and 'Alles weergeven' (Show all).

Figuur 57.

In de toepassing **Wordwall** moeten de leerlingen de landen met de juiste hoofdsteden koppelen.
Tools: Wordwall, Quizlet.

Oefentypes laten genereren door AI

De docenten NT2 willen hun cursisten voorzien van een grote hoeveelheid diverse oefeningen over basisgrammatica om thuis te oefenen. Docenten vragen een AI-chatbot om oefeningen op de voegwoorden te genereren: meerkeuzevragen waarbij de cursisten het juiste antwoord moeten aanduiden, maar ook vragen waarbij ze het correcte voegwoord moeten aanvullen in een zin, of zelf twee korte zinnen met een voegwoord moeten verbinden. Ze kiezen ervoor om de oefeningen op papier aan te bieden, omdat de digitale vaardigheden van sommige cursisten nog niet toereikend zijn.

Tools: Microsoft Copilot, ChatGPT, Google Gemini, Perplexity.

Werken met tags

iDoRecall is erg geschikt om leerlingen gespreid leerstof te laten inoefenen. Maar deze toepassing maakt eveneens een combinatie van spreiden én afwisselen van oefentypes mogelijk. Bij het aanmaken van studiekaarten kun je tags (kenmerken of labels) toekennen. Door deze tags kun je makkelijk oefenmomenten aanmaken waarin bijvoorbeeld alleen medische terminologie van het zenuwstelsel of het spijsverteringsstelsel aan bod komt, maar ook beide stelsels door elkaar.

Tools: *iDoRecall*.

EVEN REFLECTEREN

- Werk je zelf ook met digitale oefen- en toets tools? En zet je de technische mogelijkheden optimaal in om oefeningstypen te laten afwisselen?
- Bij welke oefeningstypes en inhouden in jouw vak is afwisseling wel of niet aangewezen?
- Op welke manier zou je digitale toepassingen kunnen inzetten zodat leerlingen wél bereid zijn afwisselend te oefenen (ook tijdens het zelfstandig studeren)?

Noot

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 9: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 153-165

Bronnen

- 1 Yan, V. X., & Sana, F. (2021). The robustness of the interleaving benefit. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 10(4), 589-602. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2021.05.002>
- 2 Zung, I., Imundo, M. N., & Pan, S. C. (2022). How do college students use digital flashcards during self-regulated learning? *Memory*, 30(8), 923-941. <https://doi.org/10.1080/09658211.2022.2058553>
- 3 Pan, S. C., T. Lovelett, J., Phun, V., & Rickard, T. C. (2019). The synergistic benefits of systematic and random interleaving for second language grammar learning. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 8(4), 450-462. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2019.07.004>
- 4 Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77-112. <https://doi.org/10.1007/S10648-019-09498-W>
- 5 Ben-David, J., & Roll, I. (2023). Desirable difficulties? The effects of spaced and interleaved practice in an educational game. In N. Wang, G. Rebollo-Mendez, V. Dimitrova, N. Matsuda, & O. C. Santos (Red.), *Artificial intelligence in education. Posters and late breaking results, workshops and tutorials, industry and innovation tracks, practitioners, doctoral consortium and blue sky* (pp. 136-141). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_21
- 6 YeckehZaare, I., Resnick, P., & Ericson, B. (2019). A spaced, interleaved retrieval practice tool that is motivating and effective. *Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research*, 71-79. <https://doi.org/10.1145/3291279.3339411>

10. Gebruik toetsing als leer- en oefenstrategie

SAMENVATTING

Actief oefenen met het ophalen van informatie uit het geheugen (*retrieval practice*) vergroot de kans dat deze informatie opgeslagen wordt in het langetermijngeheugen. Het zorgt ervoor dat wat leerlingen bestuderen en leren beter beklijft, vergeleken met technieken zoals herlezen. Het gaat in deze bouwsteen om het proberen te herinneren als leermoment, en niet als toets-/evaluatiemoment¹.

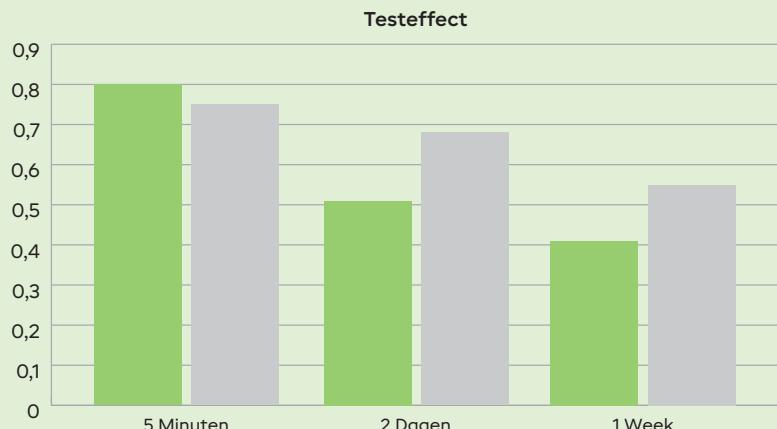
MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Toetsing is veel meer dan louter evaluatie. Zo weten we dat leerlingen die leerstof opnieuw bestuderen of herlezen op korte termijn goed presteren op een toets. Leerlingen die naast herstuderen of herlezen zichzelf ook toetsen als voorbereiding op een toets, presteren beter op de langere termijn (zie Inzicht 4 over cognitief actief leren voor het verschil tussen leren en presteren). Dit stabiele en stokoude testeffect is een van de wonderen van ons menselijk brein (zie Figuur 58).

[Toetsen als leren](#)

Figuur 58.

Resultaten van leerlingen die herstudie toepasten als leerstrategie (groene kolom) vergeleken met leerlingen die *retrieval practice* toepasten (grijze kolom), op korte en lange termijn. Gebaseerd op Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249-255.



Tekens als leerlingen leerstof uit hun langetermijngeheugen trachten op te halen (dus proberen te herinneren, als het ware), wordt het geheugenspoor voor die informatie versterkt. Daarnaast wordt ook de kans op succesvol herinneren in de toekomst vergroot. Toetsing dient hier dus als leerstrategie voor de leerling, en niet als evaluatiemiddel.

Waardevolle kansen

- **Maken en delen van vragen.** Met EdTech kan je vrij snel een grote databank aanleggen met vragen en oefeningen die je kan inzetten tijdens de les, maar die leerlingen ook thuis kunnen gebruiken tijdens het studeren. De oefentoetsen kunnen gedeeld worden op het elektronisch leerplatform van de school. Kwaliteitsvolle vragen maken en oefentoetsen opstellen is een tijdrovend werk. Digitaal uitwisselen van vragen met collega's – zowel binnen de school als met leraren in andere scholen – kan dit werk verlichten. Een veelgebruikt Vlaams platform hiervoor is **KlasCement**, waar je voor meerdere vakken en onderwijsniveaus toetsvragen kan terugvinden. Een ander voorbeeld is de (Engelstalige) databank met meerkeuzevragen voor onder andere wiskunde, natuurkunde of biologie van leraar 'Mr Barton', die je kan raadplegen door de QR-code te scannen². Ook met behulp van AI kan je vragen in verschillende vraagtypen over een onderwerp aanmaken. Je kan in de prompt aangeven hoeveel afleiders je wil en wat het juiste antwoord is. Bewaak bij gebruik van AI wel steeds de inhoudelijke correctheid en de kwaliteit van de vragen.
- **Herhaling en feedback.** Leerlingen kunnen digitale oefentoetsen makkelijker meerdere keren maken dan toetsen met pen en papier. We weten immers dat het testeffect pas goed tot zijn recht komt na een drietal (succesvolle) herhalingen. Digitale oefentoetsen kan je daarnaast zo ontwerpen dat leerlingen onmiddellijk feedback krijgen over de correctheid van hun antwoord. Het is zelfs mogelijk om uitgebreidere feedback, over waarom een antwoord niet klopt en/of welke denkfout ze eventueel maakten, automatisch te laten verschijnen. Het testeffect wordt immers versterkt wanneer leerlingen niet alleen inhoudelijke maar ook procesmatige feedback krijgen op de gegeven antwoorden.^{1,2}
- **Adaptieve digitale oefeningen.** Je kan ook werken met adaptieve oefentoetsen. Digitale toepassingen kunnen op basis van gegeven antwoorden, snelheid van beantwoording of andere criteria de complexiteit van een volgende vraag bepalen. Leerlingen moeten dan cognitieve inspanning op maat leveren, met een reële kans op succes. Dit komt hun zelfeffectiviteit ten goede, wat een positief effect heeft op motivatie. Succesvolle herinneringspogingen versterken het testeffect. Daarnaast kunnen digitale toepassingen een vergeten begrip of concept sneller opnieuw aanbieden, en leerstof die de leerling al beheerst pas na een langere tussentijd.
- **Onmiddellijke data en inzichten.** Als je digitaal gaat toetsen, verzamel je al snel een berg data. Deze geven je als leerkracht belangrijke informatie over het leerproces van je leerlingen en helpen jou beslissen wie welke instructie of oefeningen nodig heeft. Digitale oefentools beschikken vaak over een overzichtelijk lerarendashboard waarop je soms zelfs live kan volgen welke resultaten je leerlingen halen waardoor je kort op de bal kan spelen. Met de toepassing **Formative** bijvoorbeeld zie je wat leerlingen vraag per vraag antwoorden op een oefentoets en kan je hier meteen feedback op geven als leraar.



"Automatische feedback kan het testeffect versterken."

Aandachtspunten

- **Toetsen als leermoment.** Gebruik de informatie die je krijgt uit deze toetsen in de eerste plaats om het leerproces van leerlingen te verbeteren. Het gaat bij deze bouwsteen immers over toetsen als middel om van te leren, niet om toetsen van het bereikte leren (summatief toetsen). De quizzen en toetsen die je aanbiedt tijdens het leerproces zijn dus bedoeld als leermomenten. Soms kan je de resultaten van digitale toetsen en oefeningen met één druk op de knop laten publiceren in een puntenboek. Het is verleidelijk om op deze manier snel veel punten te verzamelen voor het rapport. Zo gaat het effect van oefentoetsen om te leren mogelijk verloren, omdat jij en de leerlingen ze dan ook als toetsmoment zien.
- **Open versus gesloten vragen.** Een voordeel van digitale oefentoetsen is de automatische verbetering en het direct geven van feedback. Om dit voordeel te realiseren wordt vaak gekozen voor meerkeuzevragen in digitale oefentoetsen. De kans bestaat dat leerlingen bij deze vraagvorm – ingegeven door het principe van de minste inspanning – gaan inzetten op herkennen van een antwoord in plaats van proberen te herinneren.³ Voorzie daarom een gevarieerd aanbod aan vraagtypen. De opkomst en verdere ontwikkeling van generatieve artificiële intelligentie gaan ongetwijfeld mogelijkheden bieden om ook de automatische beoordeling van open vragen in de toekomst beter te ondersteunen.
- **Kennis in tijden van Google en ChatGPT?** Met allerhande zoekmachines en chatbots binnen handbereik is het verleidelijk om meteen informatie op te zoeken als je een antwoord wil. Door technologie op deze manier in te zetten gaan leerlingen weliswaar zelfstandig op zoek naar antwoorden, maar vindt er geen poging tot ophalen uit het geheugen plaats. De cognitieve inspanning van eerst nadenken zorgt ervoor dat de informatie die je vervolgens opzoekt beter beklijft (zie ‘Wat onderzoek ons vertelt’).⁴ Daarnaast helpt relevante (voor)kennis bij het formuleren van gerichte zoekopdrachten en het geven van prompts bij het gebruik van artificieel intelligente chatbots.

Het gemak waarmee we vragen en oefentoetsen kunnen maken dankzij digitale hulpmiddelen, betekent niet dat iedere les een aflevering van ‘De slimste mens ter wereld’ moet worden. Actief ophalen van informatie uit het geheugen is meer dan oefentoetsen maken: leerlingen die in zichzelf iets trachten te herinneren tijdens het studeren passen ook retrieval practice toe. Wie zich wil verdiepen in het effect van oefentoetsen op angst voor de summatieve toets, verwijzen we graag naar het volgende kaderstuk.

Zorgen oefentoetsen voor meer of minder toetsangst?

Uit een overzichtsstudie van Chunliang Yang naar het gebruik van oefentoetsen in een reële klascontext bleken oefentoetsen de angst te verminderen. Leerlingen hadden net minder angst voor summatieve toetsen als ze voorafgaand formatieve oefentoetsen maakten in de klas. Hiervoor zijn volgens de onderzoekers twee mogelijke verklaringen. Ten eerste, leerlingen doen harder hun best als ze oefentoetsen krijgen. Ze krijgen dan een beter zicht op hun leren en dwalen minder af tijdens de les. Ten tweede krijgen leerlingen door het maken van oefentoetsen een beeld van het format van toetsen, de moeilijkheidsgraad en de inhoud die aan bod komt. Ook hierdoor vermindert hun toetsangst. Hoe moeilijk moeten oefentoetsen zijn? Goede resultaten op oefentoetsen lijken immers een belangrijke voorwaarde te zijn voor verminderde toetsangst. Je zou denken dat het daarom aangewezen is oefentoetsen makkelijk te maken. Hierdoor zal echter het positieve effect van oefentoetsen als leermoment verminderen. De auteurs van het onderzoek stellen daarom voor om moeilijkere oefentoetsen met feedback meerdere keren (gespreid) af te nemen, totdat de leerlingen een bepaalde mate van beheersing laten zien. Deze aanpak benut niet alleen de voordelen van retrieval practice, maar vermindert door succeservaringen ook de angst voor summatieve toetsen. Digitale adaptieve toetsen kunnen hierbij een hulpmiddel zijn.⁵

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Uitgestelde antwoordopties

Van meerkeuzevragen wordt beweerd dat ze gokken in de hand kunnen werken en ervoor zorgen dat leerlingen het antwoord herkennen in plaats van het zelf te moeten bedenken. Als gevolg hiervan kan het beoogde testeffect minder sterk zijn. Gesa van den Broek en collega's onderzochten daarom het effect van het uitgesteld tonen van de antwoordopties in digitale oefentoetsen. De 13-jarige leerlingen die deelnamen aan het experiment kregen meteen de antwoordopties te zien – vertalingen van woorden in het Esperanto – of kregen de opties pas te zien na een vijftal seconden.

Uit de resultaten kwam naar voor dat leerlingen die even de tijd kregen om na te denken vervolgens sneller een antwoordoptie aanduidden dan leerlingen die meteen de antwoordopties te zien kregen. Dit wijst erop dat leerlingen al nagedacht hadden over een mogelijk antwoord tijdens de vier voorziene seconden.³ Op een toets vier dagen later scoorden de leerlingen in de groep met uitgestelde antwoordopties beter dan de leerlingen die meteen de antwoordopties aangeboden kregen.

Was er een verschil in inschatting van eigen leren tussen de leerlingen? Beide groepen overschatte zichzelf en dachten meer woordparen juist te hebben dan in werkelijkheid. Bij leerlingen die onmiddellijk de antwoordopties te zien kregen, kwam deze overschatting nog een stuk sterker naar voren.³ Je kan leerlingen natuurlijk ook de opdracht geven antwoordopties af te dekken op een papieren oefentoets. De vraag is dan of het aantal leerlingen dat dit daadwerkelijk gaat doen – en nadenkt over mogelijke antwoorden – lager gaat zijn dan wanneer een digitale toepassing zorgt voor het uitgesteld tonen van antwoorden.

Quizzen op papier of met Socrative?

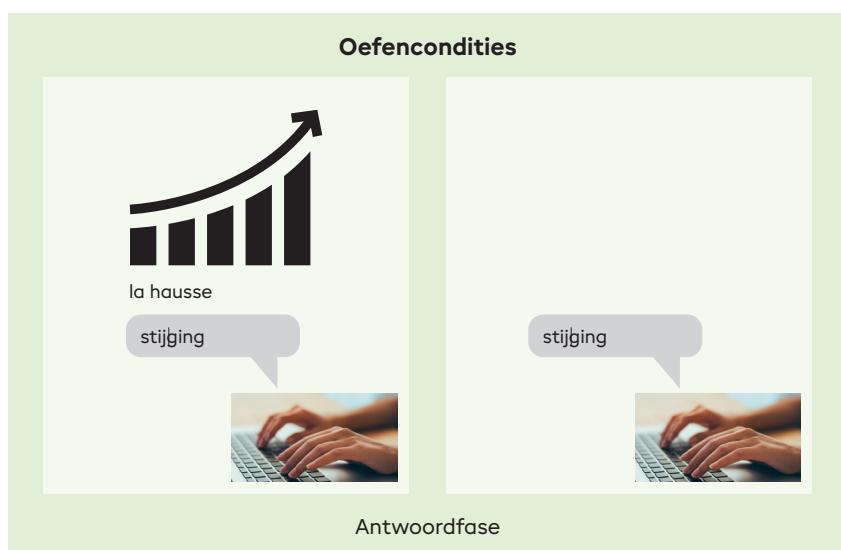
Echte mediavergelijkingsstudies, waarbij alle onderdelen van de instructie zoveel mogelijk gelijk gehouden worden behalve het medium, zijn zeldzaam. Daarom willen we je het onderzoek van Nahid Yarahmadzehi en Mostafa Goodzari niet onthouden. Gedurende een periode van een semester werd aan studenten in het hoger onderwijs op dezelfde manier Engels als tweede taal onderwezen. Het enige verschil tussen de deelnemende groepen was het medium waarmee tien tussentijdse formatieve quizzen afgenummer werden. Eén groep studenten vulde deze oefentoetsen in met pen en papier, terwijl de andere groep studenten dit deed op een mobiel toestel met de digitale quiztool **Socrative**. Iedere les maakten de studenten een oefentoets bestaande uit tien tot twintig meerkeuzevragen, waarbij zowel inhouden uit de huidige als de voorgaande lessen aan bod kwamen. Alle vragen waren identiek voor beide groepen studenten. Uit een toets aan het einde van het semester bleek dat de studenten die oefentoetsen maakten met de mobiele toepassing beter scoorden dan de studenten die de toetsen op papier maakten. Is dit resultaat dan te wijten aan het medium op zich? Wellicht niet, maar eerder aan de opties die de toepassing biedt om het testeffect te versterken. Studenten die **Socrative** gebruikten kregen meteen feedback over het antwoord dat ze gegeven hadden. De studenten die de formatieve toetsen afnamen op papier kregen ook feedback, maar pas op een later tijdsstip.⁶

Retrieval practice met of zonder afbeelding als hulp?

Geldt het voordeel van het combineren van woorden en ondersteunende beelden voor het leren (zie Bouwsteen 4) ook tijdens het terug ophalen van informatie tijdens oefenmomenten? Gesa van den Broek en collega's lieten 13-jarige leerlingen – na een eerste studiefase – woordenschat in een vreemde taal (bijvoorbeeld Nederlands-Frans) oefenen met een digitale toepassing. Voor een aantal leerlingen werd een afbeelding van het gezochte woord als hulpmiddel voorzien bij de onmiddellijke feedback die getoond werd en/of tijdens het retrieval practice-moment (zie Figuur 59).

Figuur 59.

Leerlingen krijgen tijdens het oefenen en/ of tijdens de feedbackfase al dan niet een afbeelding van het gezochte woord te zien. Gebaseerd op van den Broek, G. S. E., van Gog, T., Jansen, E., Pleisant, M., & Kester, L. (2021). Multimedia effects during retrieval practice: Images that reveal the answer reduce vocabulary learning. *Journal of Educational Psychology*, 113(8), 1587-1608.

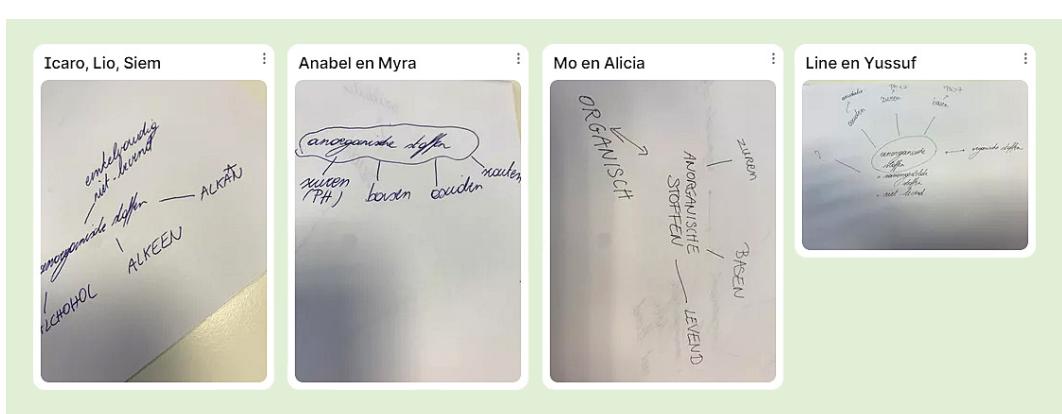


Uit de drie experimenten die de onderzoekers uitvoerden kwam één constante naar voren, namelijk dat het tonen van een afbeelding als hulpmiddel tijdens het actief ophalen van informatie uit het geheugen tot minder goede resultaten leidde op zowel een onmiddellijke als een uitgestelde toets. Een mogelijke verklaring hiervoor is volgens de onderzoekers dat het voorzien van een afbeelding ervoor zorgt dat de cognitieve inspanning (retrieval effort) die geleverd wordt tijdens het oefenen kleiner is, omdat de afbeelding een hint (*clue*) is voor het juiste antwoord. Deze verminderde cognitieve inspanning heeft een negatief effect op het onthouden.⁷

RECHT UIT DE KLAS

Vrij ophalen met Padlet

De leraar chemie laat de leerlingen alles wat ze nog weten over anorganische stoffen eerst individueel opschrijven in een conceptmap. Daarna overleggen de leerlingen kort met hun buur en vullen eventueel verder aan. Ze fotograferen hun antwoord en sturen per twee hun antwoord door via **Padlet** (zie Figuur 60). De leraar geeft nu kort klassikaal feedback op enkele ingestuurde antwoorden. Leerlingen vullen hun eigen conceptmap aan in een andere kleur en corrigeren eventuele fouten.



Oefentoetsen om te studeren

De leraren verkoop maken **Bookwidgets** waarmee leerlingen zichzelf kunnen toetsen tijdens het studeren. Ze verdelen het werk onder de collega's en verzamelen zo een groot aantal oefentoetsen met automatische feedback. Tijdens de les bespreken ze het belang van toetsen om te leren en stimuleren hun leerlingen om deze niet enkel in te zetten om te checken of ze de leerstof begrepen hebben. Beter is om meerdere studiemomenten te starten met een oefentoets en op basis daarvan na te gaan waar nog extra studietijd voor nodig is. De leraren organiseren ook een korte klassikale reflectie: wie maakte de oefentoetsen? Op welke manier hebben leerlingen deze gebruikt? En wat was het effect op hun resultaten?

Tools: Bookwidgets, H5P, Moodle, Canvas, Formative, Socrative.

Oefentoetsen maken met AI

De vakgroep Engels wil stevig inzetten op toetsen om te leren om de werkwoordtijden te oefenen. Met behulp van de AI-functies van **AssessmentQ** kunnen ze een stuk tekst snel en efficiënt omzetten naar een werkwoordoefering: je plakt een stuk doorlopende tekst of een aantal zinnen in de oefening, de tool vindt automatisch de werkwoorden en analyseert de werkwoordtijden. Als leraar kies je op welke tijden je een oefening wilt laten genereren (bijvoorbeeld een oefening op present simple en present continuous). Op deze manier kunnen ze in korte tijd een groot

Figuur 60.

Screenshot van de app **Padlet**.
Tools: Padlet.



**"AI kan leraren helpen om vragen mét
onmiddellijke feedback te maken."**

aantal oefeningen met onmiddellijke feedback aanbieden, waarmee leerlingen op eigen tempo aan de slag kunnen. Intussen duikt AI in heel wat oefen- en toetsstools op om leraren te ondersteunen bij het aanmaken van vragen inclusief de bijhorende feedback.

Tools: AssessmentQ, LessonUp, Diffit, Prowise, Wooclap.

Slaakkansen van toetsen om te leren

In de opleiding Toegepaste Psychologie merken de docenten dat studenten vaak uitvallen op de meer theoretische vakken. Ze besluiten daarom een vragendatabank aan te leggen voor wekelijkse korte online oefentoetsen. Na anderhalve maand maken ze klassikaal een oefentest. De studenten die zichzelf wekelijks testten, scoren beduidend beter dan degenen die zichzelf niet testten. Dit is een eyeopener voor de studenten. Bij de start van het volgende academiejaar delen de docenten deze resultaten met nieuwe studenten, bespreken het belang van zichzelf toetsen, en het effect op de slaakkansen van studenten.

Tools: Moodle, Blackboard, Canvas.

EVEN REFLECTEREN

- Voorzie jij digitale oefenkansen voor leerlingen om zichzelf te toetsen om te leren? Voor welk onderdeel van je leerstof zou het zinvol zijn om dit te doen?
- Zorgt het medium (papier of digitaal) voor een grotere bereidheid bij leerlingen om zichzelf te toetsen?
- Hoe vaak zet je dergelijke oefentoetsen in?
- Hoe ga je aan de slag met de data die je verzamelt met digitale oefentoetsen? Zet je deze bijvoorbeeld in om je leerlingen te tonen wat het effect is van hun ophaalpogingen?

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 10: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 169-179.
- 2 Je kan met je Google-account inloggen of een eigen account aanmaken. Je kan de vragen als docent of leerling bekijken.
- 3 Ongeveer twee derde van de leerlingen zei zelf het antwoord te bedenken voor de opties getoond werden. Het waren vooral deze leerlingen die beduidend beter scoorden op de toets na enkele dagen.

Bronnen

- 1 Dirkx, K. J. H., Joosten-ten Brinke, D., & Camp, G. (2018). *Ontwerprichtlijnen voor formatief toetsen vanuit de geheugenpsychologie. 1 +1 = 3*. Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek. https://www.nro.nl/sites/nro/files/migrate/Eindrapport-405-17-711_Definitief.pdf
- 2 Agarwal, P. K., Nunes, L. D., & Blunt, J. R. (2021). Retrieval practice consistently benefits student learning: A systematic review of applied research in schools and classrooms. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1409-1453. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09595-9>
- 3 van den Broek, G. S. E., Gerritsen, S. L., Oomen, I. T. J., Velthoven, E., Van Boxtel, F. H. J., Kester, L., & van Gog, T. (2023). Optimizing multiple-choice questions for retrieval practice: Delayed display of answer alternatives enhances vocabulary learning. *Journal of Educational Psychology*, 115(8), 1087-1109. <https://doi.org/10.1037/edu0000810>
- 4 Giebl, S., Mena, S., Sandberg, R., Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2023). Thinking first versus googling first: Preferences and consequences. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 12(3), 431-442. <https://doi.org/10.1037/mac0000072>
- 5 Yang, C., Li, J., Zhao, W., Luo, L., & Shanks, D. R. (2023). Do practice tests (quizzes) reduce or provoke test anxiety? A meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 35(3), 87. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09801-w>
- 6 Yarahmadzehi, N., & Goodarzi, M. (2020). Investigating the role of formative mobile-based assessment in vocabulary learning of pre-intermediate EFL learners in comparison with paper-based assessment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(1), 181-196. <https://doi.org/10.17718/tojde.690390>
- 7 van den Broek, G. S. E., van Gog, T., Jansen, E., Pleijsant, M., & Kester, L. (2021). Multimedia effects during retrieval practice: Images that reveal the answer reduce vocabulary learning. *Journal of Educational Psychology*, 113(8), 1587-1608. <https://doi.org/10.1037/edu0000499>

11. Geef feedback die leerlingen aan het denken zet

SAMENVATTING

Feedback kan een van de krachtigste interventies zijn om leerlingen leerwinst te laten boeken.¹ Het is echter een uitdaging om leerlingen aan de slag te laten gaan met feedback. Essentieel bij het geven van feedback is dat deze de leerlingen aan het denken en het werken zet.

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Als leraar geef je op tal van manieren feedback aan je leerlingen. Soms kort en krachtig, en op andere momenten uitgebreider en genuanceerd. Je kan feedback klassikaal of individueel geven, en zowel mondeling als schriftelijk. Als je het goed doet, ondersteunt feedback het leerproces van je leerlingen, werkt het misverstanden weg en verkleint het de kloof tussen waar de leerling nu staat en wat we willen dat de leerling bereikt.

Het feedbackproces bestaat uit drie onderdelen, die in wezen niet strikt van elkaar gescheiden zijn: feed-up, feed-back en feed-forward. Idealiter maken ze steeds deel uit van het feedbackproces. De onderdelen maken wel duidelijk op welke drie vragen feedback (of terugkoppeling)² voor – of door – de leerling een antwoord gegeven wordt:¹

- **Wat is mijn doel (feed-up)?** Leerlingen weten wat de leerdoelen zijn en begrijpen waarom en hoe ze iets moeten leren om die doelen te bereiken.
- **Hoe sta ik er nu voor (feed-back)?** Je geeft inzicht in waar leerlingen staan ten opzichte van de vooropgestelde leerdoelen. De focus ligt hier op het proces, niet het product (of geven van cijfers).
- **Wat is de volgende stap richting leerdoelen (feed-forward)?** Leerlingen weten welke vervolgstappen ze moeten zetten om de leerdoelen te bereiken, en hoe ze deze moeten zetten.

Er zijn verschillende niveaus waarop je feedback kan geven. Het meest bekende feedbackmodel waarin deze niveaus beschreven worden is dat van Hattie en Timperley (zie Figuur 61):²

- **Inhoudsniveau.** Dit verwijst naar hoe een leerling tot goed begrip of tot een betere uitvoering van een bepaalde taak of opdracht kan komen. Deze feedback verbetert dus de inhoud van de specifieke taak.
- **Procesniveau.** De focus ligt dan niet op het eindresultaat van de taak, maar op de (denk)strategieën om tot een oplossing te komen. In feedback op procesniveau kan je als leraar aangeven waar en hoe in het uitvoeringsproces de leerlingen een fout maakten. Je geeft dan aan hoe ze de aanpak van de taak kunnen verbeteren, dus ook bij een volgende taak. Leerlingen die al verder in het leerproces staan kan je door gerichte vragen te stellen zelf een betere oplossingsstrategie laten bedenken. Procesfeedback stimuleert zo dieper leren.

- **Zelfregulatieniveau.** Feedback op zelfregulatieniveau draagt bij aan het ontwikkelen van metacognitieve vaardigheden en zelfregulatie. Hierbij stel je vragen aan leerlingen – of zij aan zichzelf – over hoe ze hun werk hebben aangepakt, hoe ze beter kunnen plannen, monitoren en hun leerproces eventueel kunnen bijsturen.

Alle vormen van feedback zijn belangrijk. Hoewel feedback op proces- en zelfregulatieniveau de meeste transferwaarde heeft, betekent dit niet dat je leerlingen nooit inhoudelijke (taak)feedback mag geven, of mag wijzen op waar ze in het proces fouten maakten. Afhankelijk van hoe ver leerlingen in hun leerproces staan, kan het aangewezen zijn om leerlingen aanvankelijk (opnieuw) bepaalde strategieën stap voor stap uit te leggen of te modelleren voordat je overgaat naar het stellen van vragen op proces- of zelfregulatieniveau.



Figuur 61.
Feedbackmodel
met een
onderscheid tussen
feedback op het
niveau van de
inhoud, het proces
en zelfregulatie.
Gebaseerd op
basisboek *Wijze
lessen*.

Aandachtige lezers zullen merken dat feedback gericht op de persoon niet in het model is opgenomen, aangezien deze vorm zowel in positieve ('Jij bent een krak in wiskunde') als negatieve bewoordingen ('De zorg lijkt toch niet echt jouw ding') zelden bijdraagt aan het leerproces. Dit betekent niet dat je leerlingen geen schouderklopje mag geven over hoe ze een probleem aangepakt hebben. Zeg dus niet tegen de auteurs van dit boek 'Humor zit in jullie bloed', maar wel 'Jullie hebben de hoeveelheid uitstekende grapjes in dit boek goed gedoseerd'.

Digitale toepassingen kunnen op meerdere manieren een meerwaarde betekenen voor het feedbackproces, zowel wat betreft de wijze waarop feedback gegeven wordt (gesproken/geschreven) als de tijdigheid van de feedback (onmiddellijk/uitgesteld).

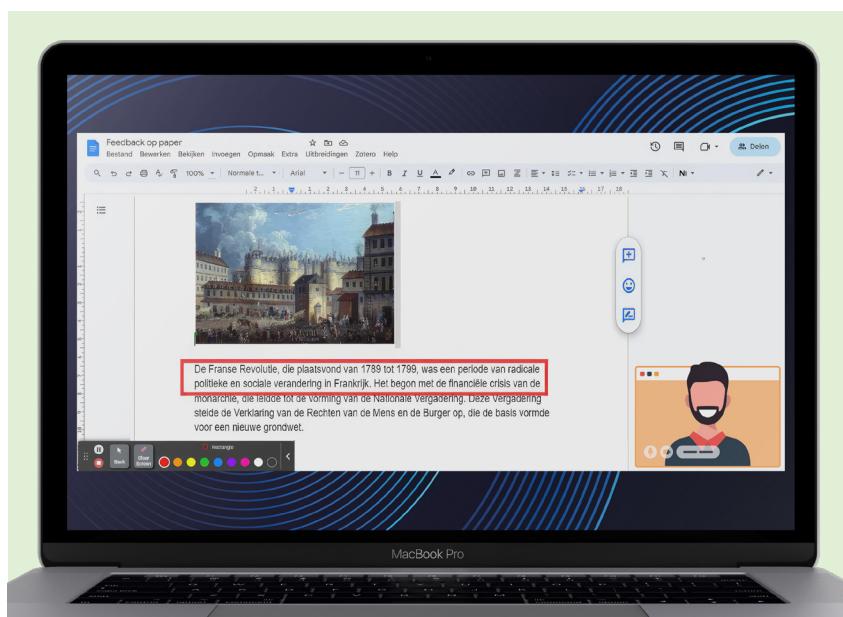
Waardevolle kansen

Er zijn heel wat digitale mogelijkheden die het (online) feedbackproces kunnen vergemakkelijken en versterken:

- **Audio- of videofeedback.** Het geven van schriftelijke feedback is vaak tijdrovend. Feedback digitaal uittypen gaat sneller dan met de hand schrijven, ook omdat toepassingen zoals **Google Classroom** toelaten gestandaardiseerde of vaak gebruikte feedback op te slaan en makkelijk in te voegen. Maar ook opgenomen mondelinge feedback of een schermopname met een screenrecorder kan je helpen om efficiënter feedback te geven. Bovendien ervaren leerlingen audio/video-feedback vaak als rijker en genuanceerder, doordat je ook intonatie en non-verbale uitdrukkingen kan gebruiken. Mede hierdoor zijn ze sneller geneigd er effectief mee aan de slag te gaan.³ Met **Adobe Reader** kan je audio-opmerkingen toevoegen aan pdf-bestanden. Als leraar kan je extra links naar ondersteunend lesmateriaal voorzien in de opmerkingen en er kan een conversatie ontstaan omdat leerlingen eveneens met audiofragmenten kunnen reageren en vragen stellen. Op deze manier blijft het leerproces van de leerlingen zich verder ontwikkelen. Daarnaast is het mogelijk met screencast toepassingen als **Loom**, **Screencastify** of **Camtasia** videofeedback op te nemen en een link naar de videobestanden als opmerkingen toe te voegen aan werkstukken (zie Figuur 62).

Figuur 62.

Met bijvoorbeeld **Screencastify** kan je terugkoppeling geven op een werkstuk waarbij je met annotatiertools relevante stukken tekst aanduidt.



- **Tijdige feedback.** Digitale toepassingen maken het mogelijk om leerlingen onmiddellijk inhoudelijke of procesfeedback te geven. Als leerlingen antwoorden, geven toepassingen zonder jouw tussenkomst aan of dit correct is, en bij een fout antwoord kunnen ze de juiste oplossingsstrategie tonen. Je hebt hierbij vaak de keuze om de feedback per vraag te tonen of

"Digitale toepassingen maken het mogelijk om leerlingen onmiddellijk inhoudelijke en procesfeedback te geven."

aan het einde van een oefentoets, zoals in het voorbeeld gemaakt met **MS Forms** (QR-code)³. Als leerlingen over een langere periode aan bijvoorbeeld een paper werken, is het aangewezen vrij snel tussentijds – niet tot in detail – feedback te geven, zodat leerlingen weten of ze richting de vooropgestelde kwaliteitscriteria werken. Het gebruik van een online platform of cloudopslag – **Google Drive, OneDrive** – waar leerlingen hun werk maken of uploaden, vergemakkelijkt het proces van vroegtijdig terugkoppeling geven.

- **Centrale opslag.** Om het leerproces in kaart te brengen en ervoor te zorgen dat leerlingen ook leren van feedback, is het handig als je feedback ergens op een centrale plaats bewaart. Dat kan in een papieren map zijn, maar het voordeel van een digitale verzamelplaats is dat de feedback zowel voor de leerling als voor de leraar altijd toegankelijk is. Het zorgt ervoor dat er interactie mogelijk is en dat je op het juiste moment terug kan grijpen naar feedback op vorige taken.
- **Artificieel intelligente partners.** Op de website van OpenAI – het bedrijf achter **ChatGPT** – staat te lezen dat het niet aangewezen is om de chatbot te gebruiken voor het geven van feedback zonder menselijke tussenkomst. Anderzijds verschijnen al de eerste onderzoeken (zie ook ‘Wat onderzoek ons vertelt’) waaruit blijkt dat een artificieel intelligente chatbot wel degelijk een waardevolle partner kan zijn in het feedbackproces. Een van de voordelen is dat een chatbot meteen vervolgfeedback kan geven, gericht op de inhoud of op het proces, maar ook vragen kan stellen aan leerlingen op zelfregulatienniveau.



Aandachtspunten

- **De tool is geen toverstaf.** Het feedbackproces is complex en de effectiviteit ervan gaat niet als bij wonder de hoogte inschieten door het gebruik van digitale toepassingen. Veel belangrijker is het om erover te waken dat de feedback leerlingen aan het nadenken zet, en dat ze er daadwerkelijk iets ermee doen. Of je nu digitaal werkt of niet, feedback blijft een arbeidsintensieve bezigheid en de effectiviteit ervan is afhankelijk van de persoonlijke tussenkomst en expertise van jou als leraar en van hoe je ervoor zorgt dat de leerlingen iets met de feedback doen. Feedback die verdwijnt in de boeketas van de leerling of in de cloud heeft namelijk geen nut.
- **Gebrek aan controle van begrip.** Zelfs bij het geven van feedback in levenden lijve is het een uitdaging om ervoor te zorgen dat leerlingen deze begrijpen zoals jij het bedoeld hebt. Als je feedback in grote mate ‘uitbesteedt’ aan digitale toepassingen vergroot je het risico dat leerlingen de feedback niet begrijpen – en er dus niets mee doen of de verkeerde weg inslaan. Je kan dit oplossen door leerlingen bij de digitale toepassingen ook ‘in persoon’ even kort tussendoor te vragen of ze begrepen hebben wat je bedoelde met de feedback.
- **Weinig persoonlijk, beperkte nuance.** Automatisch ingebouwde feedback in oefeningen is handig, want de feedback verschijnt onmiddellijk en het kan jouw werk als leraar verlichten. Maar deze automatische feedback kan ook ongenuineerd en onpersoonlijk overkomen. De automatische boodschap ‘Je hebt de leerstof niet voldoende gestudeerd’ die – zonder verdere uitleg of nuance – verschijnt als een leerling minder dan 60% haalt, is niet echt bemoedigend te noemen. Je leerlingen hebben dan weliswaar meteen feedback gehad, maar of hun reactie zal zijn ‘Oké, begrepen, ik zal harder mijn best doen’ is twijfelachtig.
- **Ondersteuning of blijvende hulp.** Feedback dient leerlingen uiteindelijk aan te zetten tot zelf(standig) nadenken. Zeker bij EdTech die constant, onmiddellijk en automatisch feedback geeft, loert het risico van afhankelijkheid van de feedback om de hoek. Dit heet ook wel ‘navigatiefeedback’ of het ‘GPS-effect’: doordat je constant bijgestuurd wordt, gaan leerlingen steeds meer op de feedback leunen en leren ze uiteindelijk niet bij.
- **Artificieel intelligente feedbackpartners.** Inderdaad, deze stond ook bij de waardevolle kansen. Maar op het moment van schrijven gaan artificieel intelligente chatbots nogal eens de mist in. Het risico bestaat dat ze bijvoorbeeld bij het geven van inhoudelijke feedback op een werkstuk van leerlingen onjuiste informatie over het hoofd zien of een oplossing die correct is als fout bestempelen. Deze toepassingen hebben zeker mogelijkheden, maar het feedbackproces kan (nog) niet volledig aan hen overgelaten worden (zie ‘Wat onderzoek ons vertelt’).⁴

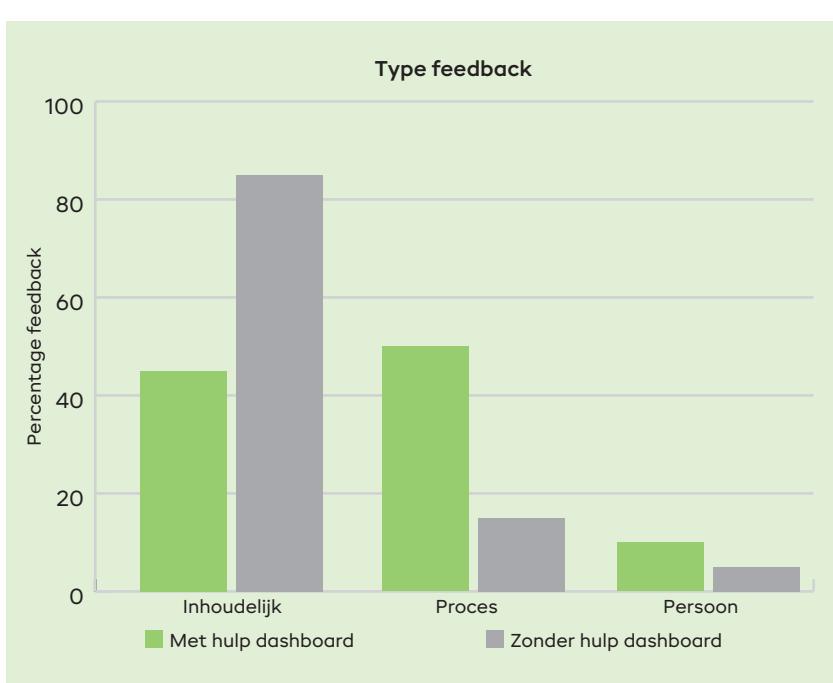
Feedback blijft een persoonlijk en menselijk gegeven. Het is dan ook belangrijk om als leraar het feedbackproces te monitoren en leerlingen te leren hoe ze ermee om moeten gaan. Je bekijkt afhankelijk van de situatie en context best kritisch welke aspecten van het feedbackproces je zelf opneemt, of waar andere bronnen zoals automatische digitale feedback een rol kunnen spelen.

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Feedback met of zonder lerarendashboard?

Inhoudelijke correctieve feedback – meestal: wat het juiste antwoord had moeten zijn – op taken en opdrachten is noodzakelijk, maar niet altijd voldoende. Feedback die ook informatie bevat over het leren zelf ('Zo had je het kunnen/moeten doen') is nog rijker. Onderzoek toont echter aan dat er vaker inhoudelijke feedback gegeven wordt in plaats van procesgerichte feedback. Daarnaast blijkt dat minder sterke leerlingen nog vaker voornamelijk inhoudelijke feedback krijgen dan sterke leerlingen. Daarom onderzochten Carolien Knoop-van Campen, Alyssa Wise en Inge Molenaar of de verhouding in het geven van inhoudelijke, procesgerichte en feedback op persoonsniveau veranderde als leraren gebruikmaakten van lerarendashboards. In hun studie werden 35 leraren in acht verschillende basisscholen geobserveerd tijdens een wiskundelab waarbij gebruikgemaakt werd van het adaptieve oefenplatform **Snappet**.

Snappet. De onderzoekers observeerden de feedback van de leraren en ordenden deze als gericht op het proces, op de inhoud of op de persoon. Daarnaast maakten ze onderscheid tussen feedback gegeven met of zonder assistentie van het dashboard. Uit het onderzoek bleek dat als leraren het dashboard gebruikten, het aandeel van procesgerichte feedback toenam (zie Figuur 63). Meer nog, het eerder beschreven onevenwicht tussen feedback aan sterke en minder sterke leerlingen was verdwenen: ook deze laatste groep kreeg meer procesgerichte feedback. Ten slotte zakte ook het aandeel van de – weinig effectieve – feedback op de persoon, zoals 'Je doet het goed!' De extra inzichten die het gebruik van het dashboard over de voortgang van



Figuur 63.

Aandeel van inhoudelijke, procesgerichte en persoonsgerichte feedback, afhankelijk van het gebruik van lerarendashboards. Gebaseerd op Knoop-van Campen, C. A. N., Wise, A., & Molenaar, I. (2023). The equalizing effect of teacher dashboards on feedback in K-12 classrooms. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3447-3463.

de leerlingen opleverde, zorgde voor een beter evenwicht in de vorm van de feedback voor alle leerlingen.⁴ In het onderzoek werd weliswaar niet gemeten of de verandering in de vorm van de feedback die gegeven werd ook leidde tot beter leren, maar op basis van wat we weten over effectieve feedback lijkt dat wel aannemelijk.

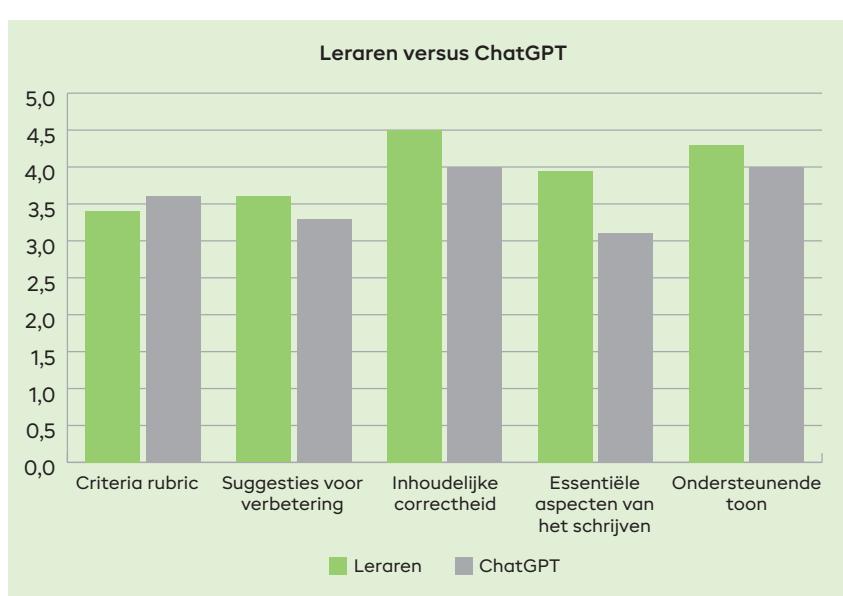
Feedback door leraar of ChatGPT?

Jacob Steiss en collega's vergeleken de kwaliteit van feedback door leraren en door ChatGPT 3.5. Hiervoor stelden ze een rubric op met vijf kwaliteitscriteria waaraan de feedback moest voldoen. Deze criteria waren onder andere of de feedback een ondersteunende toon had, suggesties voor verbetering bevatte en zich richtte op essentiële onderdelen van schrijven. De onderzoekers verwerkten

Figuur 64.

Door de onderzoekers gegeven scores aan de kwaliteit van de feedback gegeven door de leraren en ChatGPT. Gebaseerd op Steiss, J., Tate, T., Graham, S., Cruz, J., Hebert, M., Wang, J., Moon, Y., Tseng, W., & Uci, M. W. (2023).

Comparing the quality of human and ChatGpt feedback on students' writing. EdArXiv.



deze criteria in de prompt die ze aan de chatbot gaven. De feedback werd gegeven op een geschiedenispaper geschreven door tweehonderd leerlingen secundair/voortgezet onderwijs. Op vier van de vijf vlakken beoordeelden de onderzoekers de feedback door de leraren als kwaliteitsvoller, al waren de verschillen in scores beperkt. De feedback van ChatGPT was wel beter op het vlak van afstemming met de in de rubric vastgelegde criteria (zie Figuur 64). De onderzoekers bekeken ook of er verschillen waren in de feedback op hoog scorende versus laag scorende papers. De inhoudelijke correctheid van ChatGPT was beduidend minder voor hoog scorende papers, maar op het vlak van suggesties voor verbetering was bij diezelfde papers de feedback van ChatGPT dan weer beter dan de feedback van de leraren. Gezien de beperkte verschillen in kwaliteit van de feedback concluderen de onderzoekers dat ChatGPT een waardevolle plaats kan innemen in het feedbackproces. Dit geldt zeker als je rekening houdt met volgende afwegingen:

"Tools als ChatGPT kunnen het feedbackproces bij grote groepen leerlingen ondersteunen."

- De leraren die de feedback gaven, kregen op voorhand gedurende drie uur training in het geven van feedback volgens de kwaliteitscriteria.
- De feedback werd gegeven door een oudere versie van ChatGPT. Nieuwere versies zijn 'beter getraind', wat de kwaliteit van de feedback wellicht verhoogt.⁵
- ChatGPT geeft feedback in een mum van tijd, terwijl het de leraren gemiddeld 25 minuten per paper kostte.
- Wat niet onderzocht werd: wat doen leerlingen uiteindelijk met de gegeven feedback? Mogelijk heeft ChatGPT hier een voordeel. Leerlingen kunnen aan de chatbot onmiddellijk bijkomende vragen stellen en meteen nieuwe suggesties krijgen.

Het gebruik van ChatGPT en verwante tools biedt zeker perspectieven bij het geven van feedback aan grote groepen. Leraren kunnen dan bijvoorbeeld meer aandacht besteden aan individuele ondersteuning bij het schrijfproces. Leraren en leerlingen dienen hierbij wel kennis te hebben van mogelijkheden en beperkingen van (hoe) AI (werkt).⁶

RECHT UIT DE KLAS **Leerlingen activeren**

Dries start de les maatschappijleer met een open vraag over sociale cohesie, een onderwerp dat vorige les aan bod kwam. De leerlingen sturen hun antwoorden in via **Padlet**. Ze moeten eerst elkaars antwoorden lezen en goede antwoorden een 'like' geven. Daarna volgt kort klassikale feedback: waarom is dit het beste antwoord? Komen alle onderdelen aan bod? Waarom zijn andere antwoorden minder goed? Vervolgens passen ze hun eigen antwoord aan op basis van de geformuleerde feedback. De leraar werkt op deze manier aan kwaliteitsbesef bij leerlingen en het zweert staat zo op de juiste rug.

Tools: Padlet.

Klassikale feedback met een documentcamera

Leraar Heleen leest met haar leerlingen twee fragmenten over het Rampjaar 1672. Naar aanleiding daarvan laat ze hen ook regelmatig een antwoord op een vraag formuleren in een volzin, en tot slot een alinea schrijven over het onderwerp. Tussendoor geeft ze klassikale feedback. Ze neemt het schrift van een leerling en met behulp van een documentcamera (zie Figuur 65) en het smartboard toont ze de zin of het antwoord aan de volledige klas. Ze benoemt wat er goed is en bespreekt wat er eventueel nog beter kan. De leerlingen vergelijken het geprojecteerde antwoord met hun eigen antwoord en passen aan indien nodig.

Tools: Smartboard, documentcamera.

Figuur 65.

Met een document-camera kan je boeken of andere papieren bronnen projecteren op een scherm vooraan in de klas.



Digitale feedback bij taken op papier

Voor het vak artistieke vorming geeft leraar Ilse mondelinge feedback. Met behulp van de app **Qwiqr** kan ze de feedback makkelijk opnemen. Ze deelt met de leerlingen een QR-code en door deze te scannen kunnen ze de feedback beluisteren. Ilse kan de QR-code ook printen en op de toets of taak plakken. Door mondeling te werken kan Ilse sneller en genuanceerde feedback geven. Werk je met schrijftaken, dan kan je leerlingen vragen regelnummers aan de zinnen of alinea's toe te voegen zodat je in je mondeling feedback hiernaar kan verwijzen.

Tools: Qwiqr, QR-code generator, Microsoft Flip.

Klassikale videofeedback

De studenten van de opleiding Bedrijfsmanagement sturen de voorbereiding voor hun bedrijfsbezoek door naar de docent. Deze bekijkt de inzendingen en geeft klassikale feedback in een video-opname op de elektronische

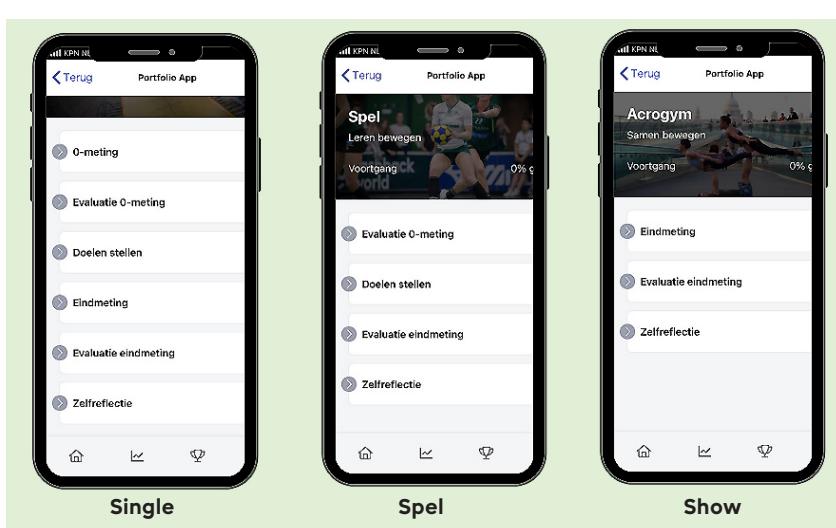
leeromgeving van de hogeschool. Hij geeft geen gedetailleerde feedback op ieder werkstuk, maar geeft een aantal algemene sterktes en verbeterpunten aan. Studenten bekijken de opname en gaan aan de slag om hun eigen voorbereiding verder op punt te zetten. Daarna kunnen ze indien nodig nog een gerichte feedbackvraag stellen aan de docent. De studenten kunnen de feedback op deze manier raadplegen op het ogenblik dat ze deze nodig hebben, en de feedback is minder vluchtig dan bij feedback die live tijdens het college gegeven wordt.

Tools: Sceencastify, Audacity, OBS, Screen-cast-o-Matic.

Digitaal portfolio

Voor het vak lichamelijke opvoeding gebruiken leerlingen de **Sportfolio App** (zie Figuur 66). Daarin kunnen ze zelf hun persoonlijke doelen aangeven, hun beginsituatie analyseren en hun vooruitgang in kaart brengen. Een medeleerling maakt bijvoorbeeld een filmpje van de eerste keer dat ze hoogspringen. Op basis van de succescriteria analyseren ze hun werkpunten. Daarna oefenen de leerlingen gericht onder begeleiding van de leerkracht. Aan het einde van de les maken ze opnieuw een filmpje, waarop ze feedback krijgen van hun peers over hun vorderingen. Op deze manier worden peer-feedback, zelfevaluatie en feedback door de leraar samengebracht, en krijgen de leerlingen ook een actieve rol in het feedbackproces.

Tools: Sportfolio App.



Figuur 66.

In de Sportfolio App kunnen leerlingen zichzelf (laten) filmen en elkaar feedback geven aan de hand van succes-criteria.

Feedback op schrijftaken

Leerkracht Noure geeft tussentijdse feedback op de schrijftaken van haar leerlingen met behulp van **Schrijfassistent.be**. Dit is een toepassing die automatisch feedback geeft op het vlak van spelling, taal en schrijfwijze. Eerst modelleert ze op het smartboard hoe leerlingen met de toepassing aan de slag kunnen en op welke manier ze de automatische feedback verwerken.

Ze dienen hun gecorrigeerde versie in via **Google Classroom**. Noure neemt de schrijftaken diagonaal door en focust haar feedback op tekststructuur. Met de tool **Mote** kan ze tegelijkertijd door het document scrollen en gesproken feedback opnemen. Ze benoemt voor elke leerling één sterk punt en twee werkpunten. Bij het indienen van de finale versie moeten leerlingen in het groen aanduiden hoe ze met de werkpunten aan de slag gegaan zijn.

Tools voor feedback op taal: Grammar.ly (Engels), Schrijfassistent Nederlands, Bon Patron (Frans), Feedbackfruits.

Tools voor mondelinge feedback: Kaizena, Mote, Beep Audio, Screencastify, Audacity.

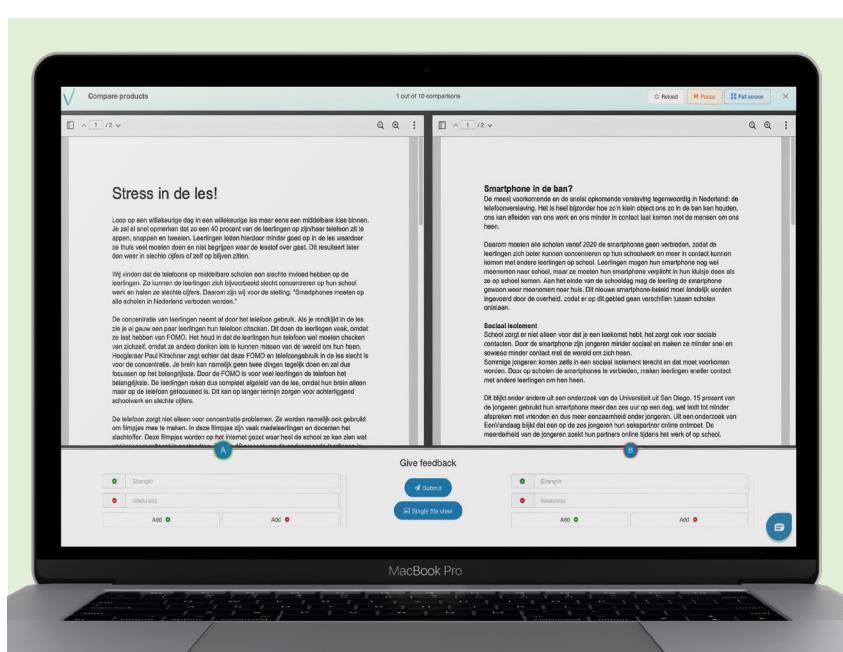
Peer-feedback door te vergelijken

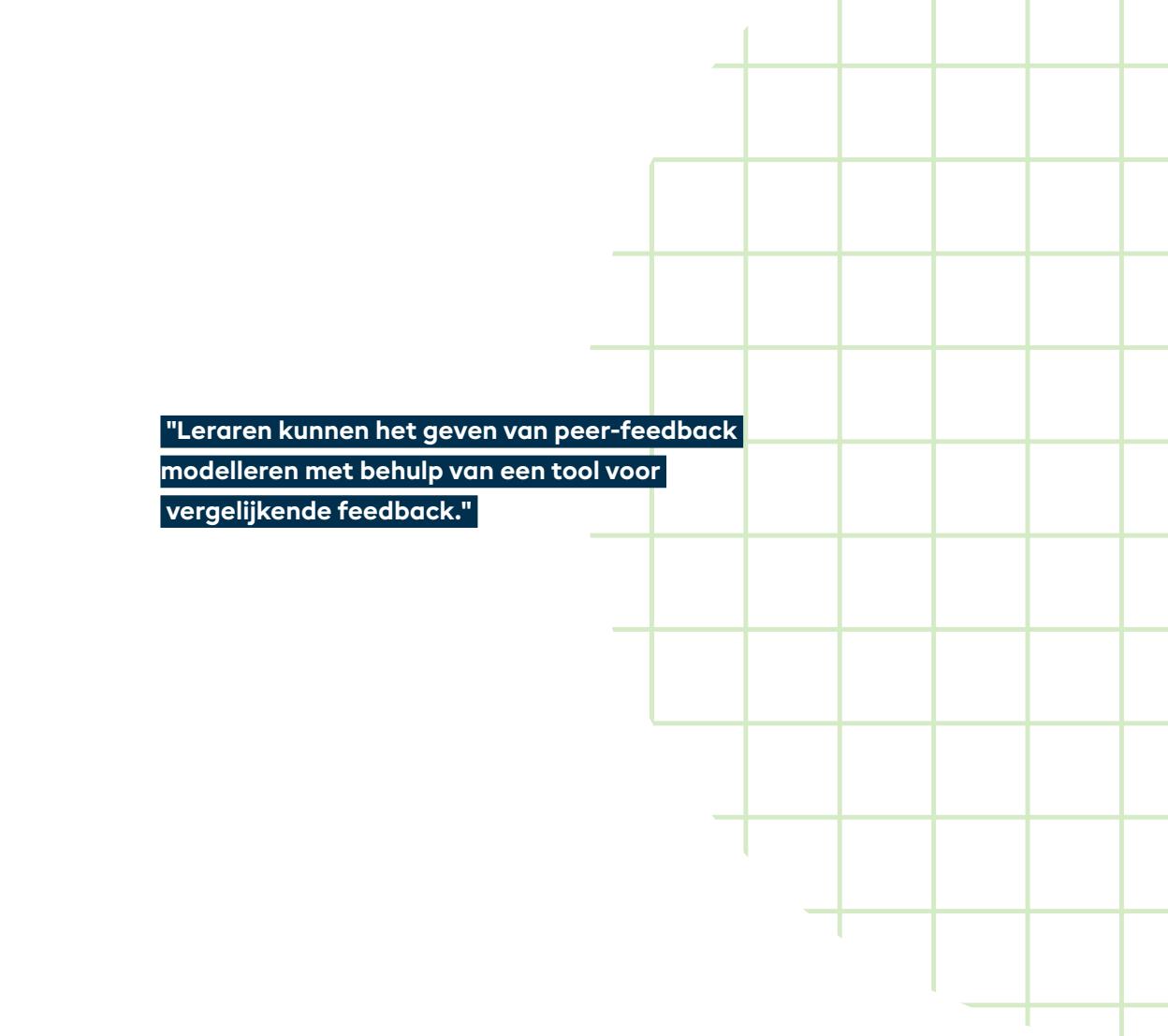
Voor het opleidingsonderdeel Bouwknoop moeten de studenten regelmatig gedetailleerde bouwtekeningen maken. De docent laat alle studenten hun tekening uploaden in **Comproved**, een tool die studenten een spiegel voor hun eigen vorderingen aanbiedt via vergelijkende feedback (zie Figuur 67). **Comproved** is een laagdrempelige manier om peer-feedback te leren geven. De tool presenteert telkens twee tekeningen naast elkaar, met in het midden de kwaliteitscriteria die door de docent zijn ingevoerd. De docent demonstreert hoe de tool werkt:

1. Hij vergelijkt de twee tekeningen op basis van de gegeven criteria, terwijl hij luidop zijn denkwijze expliciteert.
2. Hij kiest daarna de beste van de twee.
3. Hij geeft nog even kort schriftelijke feedback.

Figuur 67.

Op basis van kwaliteitscriteria vergelijken beoordelaars paarsgewijs werkstukken in **Comproved**. Voor ieder werkstuk kunnen beoordelaars sterke en minder sterke punten als feedback toevoegen.





**"Leraren kunnen het geven van peer-feedback
modelleren met behulp van een tool voor
vergelijkende feedback."**

De docent doet dit een aantal keer zodat studenten een goed beeld krijgen van de kwaliteitscriteria. Daarna gaan de studenten zelf aan de slag. Ze vergelijken vijf of zes keer twee tekeningen van medestudenten volgens de drie stappen. Hierdoor leren ze ook grondiger kijken naar hun eigen tekening. Aan het einde van de hele oefening zou de leraar een ranking van de werken kunnen verkrijgen die de tool via deze vergelijkende methode kan genereren. Tools: Comproved, NoMoreMarking, Feedbackfruits, Peergrade.

EVEN REFLECTEREN

- Welke manieren zie jij om je feedbackproces te laten ondersteunen door digitale tools?
- Hoe kunnen digitale toepassingen ervoor zorgen dat leerlingen daadwerkelijk met feedback aan de slag gaan? Hoe bewaak je dit?
- Gaf je al mondeling feedback op schrijftaken door deze op te nemen? Hoe hebben jij en je leerlingen dit ervaren?
- Op welke manier heb je digitale toepassingen ingezet om het geven van peer-feedback te ondersteunen?

Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 11: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 183-193.
- 2 Om verwarring te vermijden spreken we verder in de tekst over terugkoppeling of feedback(proces) als overkoepelende term. Als we toch specifiek naar een bepaald onderdeel verwijzen, gebruiken we feed-back, feed-up of feed-forward.
- 3 Geen inlog nodig, scan de code en beantwoord de vragen. Klik vervolgens op 'Verzenden' en 'Resultaten tonen' om feedback te krijgen. Maak je de test op een laptop of computer, kan je meteen inhoudelijke feedback vragen.
- 4 Tijdens het schrijven van het boek stelden we wel vast dat de antwoorden van chatbots in hoog tempo beter worden. Daarnaast zijn de feedbackpartners ook steeds 'artificieel beleefd' en excuseren ze zich uitvoerig als je hen op fouten wijst.
- 5 Interessant is ook onderzoek naar het schrijven van papers door ChatGPT. Uit onderzoek waarbij de kwaliteit van papers geschreven door leerlingen of door ChatGPT vergeleken werd, blijkt bijvoorbeeld dat leraren papers door de chatbot geschreven systematisch hoger scoorden dan de papers van studenten. Papers geschreven door versie 4 van ChatGPT beoordeelden ze als nog beter dan die door versie 3.⁵

Bronnen

- 1 Vanhoof, S., & Speltincx, G. (2021). *Feedback in de klas. Verborgen leerkansen*. LannooCampus.
- 2 Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- 3 Keane, K., McCrea, D., & Russell, M. (2018). Personalizing feedback using voice comments. *Open Praxis*, 10(4), 309. <https://doi.org/10.5944/openpraxis.10.4.909>
- 4 Knoop-van Campen, C. A. N., Wise, A., & Molenaar, I. (2021). The equalizing effect of teacher dashboards on feedback in K-12 classrooms. *Interactive Learning Environments*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1931346>
- 5 Herbold, S., Hautli-Janisz, A., Heuer, U., Kikteva, Z., & Trautsch, A. (2023). A large-scale comparison of human-written versus ChatGPT-generated essays. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45644-9>
- 6 Steiss, J., Tate, T., Graham, S., Cruz, J., Hebert, M., Wang, J., Moon, Y., Tseng, W., & Uci, M. W. (2023). Comparing the quality of human and ChatGpt feedback on students' writing. *EdArXiv*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/ty3em>

12. Leer je leerlingen effectief leren

SAMENVATTING

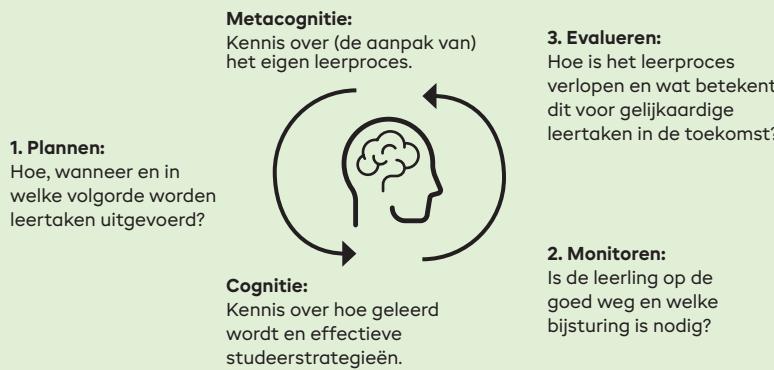
In deze bouwsteen ligt de focus op hoe je leerlingen stelselmatig hun eigen leren in handen laat nemen. Het is daarbij noodzakelijk om ze handvatten te geven zodat ze beter worden in het plannen, monitoren, evalueren en bijsturen van hun leren.¹

MET DE BOUWSTEEN AAN DE SLAG

Over effectief leren en studeren zijn hele boeken geschreven, waarbij we graag verwijzen naar de dubbele uitgave (voor docenten en studenten) Studeren met succes van Tine Hoof, Tim Surma en Paul Kirschner².

Hier lichten we twee belangrijke vaardigheden toe en hoe technologie een hefboom kan zijn om deze te helpen ontwikkelen:

- **Metacognitieve vaardigheden** worden vaak omschreven als 'kunnen denken over het eigen denken'. Leerlingen stellen zich hierbij vragen als: hoeveel tijd spender ik aan deze leertaak? Welke studeerstrategie zet ik in om het doel te bereiken? Ben ik goed op weg richting mijn leerdoel of moet ik bijsturen? Louter cognitieve vaardigheden bezitten houdt in: weten hoe je effectief leert en welke studeerstrategieën je daarvoor kan inzetten ('ik weet dat zelftoetsen effectiever is dan gewoon herlezen'). Metacognitieve vaardigheden gaan echter verder: leerlingen worden verondersteld stelselmatig hun eigen leerproces in goede banen te leiden door te plannen, monitoren en evalueren (en bij te sturen).¹
- **Zelfregulerende vaardigheden gaan nog één stapje verder.** Ze houden in dat leerlingen gedragsmatig en motivationeel betrokken zijn bij hun leerproces.² Dit betekent bijvoorbeeld dat ze tijdens hun leerproces doorzetten en bereid zijn een inspanning te leveren, ook al levert die niet meteen betere prestaties op korte termijn op.



Zelfregulerend leren is een cyclisch proces (zie Figuur 68). De fasen verlopen niet noodzakelijk in de aangegeven volgorde. Monitoren kan bijvoorbeeld leiden tot een aanpassing in de planning.

Figuur 68.
Het cyclisch proces van zelf-regulerend leren met de centrale rol van (meta)cognitieve vaardigheden. Gebaseerd op Hoof, T., Surma, T., Kirschner, P. A. (2021). Leer studenten studeren met succes (voor docenten). Thomas More hogeschool.



**"Leerlingen kunnen en zullen effectieve leerstrategieën zelden uit zichzelf toepassen.
Ze moeten explicet aangeleerd worden."**

Laat er geen misverstand over bestaan: ook leerstrategieën moeten explicet aangeleerd worden, en dit liefst geïntegreerd in jouw vak. We weten dat inschattingen van leerlingen over hun eigen leren op z'n zachtst gezegd nogal twijfelachtig zijn. Sturing met raad en daad is dus aangewezen. Belangrijk is dat leerlingen naast instructie en voorbeelden ook voldoende oefenkansen krijgen, met bijhorende feedback van de leraar of van EdTech.

Net als bij alle andere vaardigheden, geef je als leraar eerst les over de leerstrategie om die vervolgens te verwerken in jouw les. Dit noemen we ingebouwde expliciete leerstrategie-instructie (*embedded explicit learning strategy instruction*).³ Een leerstrategie als afwisselen in oefentypen (zie Bouwsteen 9) voelt bijvoorbeeld nogal contra-intuïtief aan. Daarom is het belangrijk om tijdens je lessen duidelijk te maken aan je leerlingen waarom ze afwisselend oefenen. Door dit te expliciteren vergroot je de kans dat ze er ook thuis zo mee aan de slag gaan. Het is niet de bedoeling je leerlingen tot in de eeuwigheid te ondersteunen. Ook hier kan je afbouwen naarmate leerlingen bekwamer worden (*metacognitieve scaffolding*).

Het aanleren van zelfregulatie kun je best koppelen aan leerinhoud, en niet enkel als een op zichzelf staande les 'Leren leren'. Stel, je leerlingen moeten aantekeningen maken bij een online les over Keizer Karel V. Verwijs dan bijvoorbeeld naar een instructievideo over de Cornell-methode (zie Inzicht 6 en Bouwsteen 5) en voeg eventueel een (deels) uitgewerkt voorbeeld van een samenvatting over de geschiedenis van Keizer Karel V toe. De kans dat leerlingen met effectieve leerstrategieën aan de slag gaan, erover reflecteren en hun studiemethode bijsturen is groter als je hen hierin ondersteunt. Onderzoek naar het inzetten van technologie als ondersteuning voor het ontwikkelen van zelfregulerende vaardigheden wijst over het algemeen op positieve effecten.⁴

Waardevolle kansen

- **Bevorderen van zelfeffectiviteit.** In het proces van zelfregulatie spelen ook motivatiefactoren een rol. Een belangrijke motivatie-bevorderende factor is het gevoel dat je het kan. Dit noemen we zelfeffectiviteit. Adaptieve technologie waarbij leerlingen succeservaringen beleven en de nodige feedback ontvangen, bevordert de zelfeffectiviteit van leerlingen. Op deze manier kan technologie een positieve rol spelen in het ontwikkelen van zelfregulerende vaardigheden (zie ook 'Wat onderzoek ons vertelt').

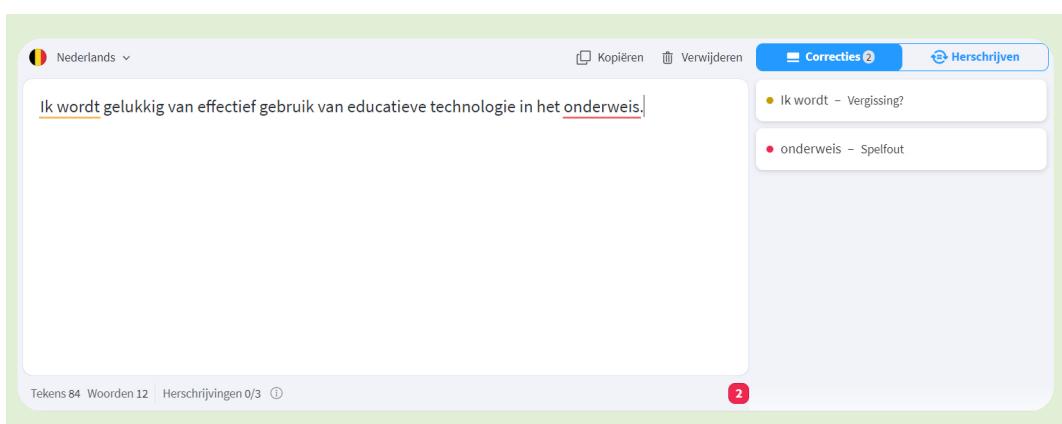
• **Ondersteuning inbouwen.** In een digitale omgeving kunnen aansturingen of suggesties (prompts) ingebouwd worden met ondersteunende informatie, begeleidende/reflectieve vragen of als geheugensteuntjes. Een prompt kan verzonden worden via mail, getoond worden in het dashboard van een leeromgeving of als pop-up in de leerinhoud verwerkt worden. Geheugensteuntjes kunnen leerlingen bijvoorbeeld ondersteunen in het spreiden van oefenmomenten (plannen). Een prompt in of aan het einde van een oefentoets kan leerlingen vragen in te schatten hoe goed ze leerstof onthouden hebben (*judgement of learning*). Deze inschatting heeft een positief effect als leerlingen zich eerst het geleerde actief trachten te herinneren. Op deze manier kunnen ze eventuele hiaten beter inschatten, maar ook de herinneringspoging zelf versterkt het leren (zie Bouwsteen 10).⁵

• **Automatische feedback.** Ook bij digitale quizzen hoeft feedback niet beperkt te blijven tot inhoudelijke feedback. Feedback op procesniveau of over de leerstrategieën zelf (zelfregulatienniveau) kan eveneens geautomatiseerd worden, bijvoorbeeld: 'Toets jezelf minstens drie keer bij deze woordenschat' of 'Herhaling is belangrijk, heb je deze oefeningen al hernomen?'.

• **Modelleren met video.** Je kan als leraar bepaalde studeerstrategieën of metacognitieve vaardigheden ook modelleren in video's. Deze video's kun je aanbieden op momenten dat de leerlingen ze nodig hebben en in de context van de specifieke leerstof. Als leraar kan je in een video onder andere de metacognitieve vaardigheden plannen, monitoren en evalueren van de leertaak modelleren.⁶ Zeker in online cursussen – bijvoorbeeld bij oudere leerlingen in de bovenbouw of laatste graad van het secundair onderwijs – waarin je een grote zelfstandigheid verwacht van leerlingen is dit zinvol.

Feedback op
zelfregulatienniveau

Figuur 69.
LanguageTool
toont grammatica-
le en spellings-
fouten en doet
suggesties voor het
herschrijven ervan.



The screenshot shows a text editor window with a light green header bar. On the left is a flag icon for 'Nederlands'. To the right are buttons for 'Kopiëren' (Copy), 'Verwijderen' (Delete), 'Correcties 2' (2 corrections), and 'Herschrijven' (Rewrite). The main text area contains the sentence: 'Ik wordt gelukkig van effectief gebruik van educatieve technologie in het onderweis.' Below the text area, status information reads 'Tekens 84 Woorden 12 Herschrijvingen 0/3'. A red circle with the number '2' is located at the bottom right of the text area. A sidebar on the right lists two corrections: 'Ik wordt - Vergissing?' and 'onderweis - Spelfout'.

• **Hulp tijdens het studeren.** Met een digitaal toestel in de buurt hebben leerlingen heel wat bronnen ter beschikking om hen (inhoudelijk) te ondersteunen tijdens het studeren. Je kan een link delen naar extra uitlegvideo's voor wie de theorie nog eens wil oprissen, of leerlingen doen een beroep op schrijf- en/of vertaalassistenten als **LanguageTool** (zie Figuur 69) of **DeepL** tijdens het maken van schrijfopdrachten. Leerlingen kunnen ook 'in gesprek

gaan' met een AI-chatbot en vragen om extra voorbeelden, een alternatieve uitleg van een begrip, of quizvragen over een bepaald stuk leerstof om zichzelf mee te testen. Op deze manier technologie inzetten vraagt natuurlijk al een zekere mate van zelfregulatie van leerlingen, omdat van het risico op afleiding.

Aandachtspunten

- **Leer leerlingen effectief studeren.** Het ter beschikking stellen van digitale oefentoetsen, interactieve kenniskapstokken of digitale flashcards betekent niet dat leerlingen er ook gebruik van zullen maken. Het is belangrijk om expliciet aandacht te besteden aan effectieve studeerstrategieën en leerlingen te tonen hoe ze digitale hulpmiddelen zinvol kunnen inzetten tijdens het studeren. Als leerlingen bijvoorbeeld digitale flashcards kunnen gebruiken tijdens het studeren, is het zinvol om in de klas ook te modelleren hoe ze deze thuis best inzetten. Je kan bijvoorbeeld tonen welke oefenvormen en opties er zijn in de toepassingen **Quizlet** en **Anki** om het spreiden van oefenmomenten te optimaliseren. Zelfs als leerlingen effectieve leerstrategieën ondersteund door EdTech succesvol inzetten, gaan ze deze achteraf vaak nog steeds als minder effectief inschatten.⁷ Het is belangrijk dat je leerlingen blijft stimuleren – in het inzetten van EdTech – om effectieve leerstrategieën toe te passen en hen te wijzen op waarom die ze effectief zijn.
- **Studeren van een scherm.** Grondig lezen op een scherm is moeilijker. Net de minder sterke leerlingen gaan sneller door een digitale tekst. Als leerlingen lezen om te studeren gebeurt dit dus best op papier. Er bestaat ook onderzoek waaruit blijkt dat leerlingen hun leren 'van een scherm' nog vaker overschattingen dan van op papier.⁸ Leerlingen aanraden om bijvoorbeeld digitale oefentoetsen meer dan eens te maken zou deze overschatting kunnen bijstellen.
- **Zelfregulatie en aandacht.** Leerlingen hebben best wat zelfregulerende vaardigheden nodig als ze digitaal werken. Zelfs als volwassene ben je snel afgeleid door meldingen van mailtjes als je een les aan het voorbereiden bent op je laptop, of door sociale media op je telefoon tijdens het wegwerken van een stapel verbeterwerk. Zeker voor (jonge) leerlingen is het extra moeilijk om hun aandacht bij de leerstof te houden tijdens het studeren. Als leraar kan je tips geven om de afleiding – tijdens het studeren met digitale toepassingen – te beperken (zie Inzicht 3).
- **Blijvend steunen op EdTech.** De alomtegenwoordige inzet van technologie vergroot het risico op blijvende afhankelijkheid van EdTech. Het sturen van herinneringen aan leerlingen om gespreid leren aan te moedigen bleek in recent onderzoek bijvoorbeeld een keerzijde te hebben. Leerlingen leerden weliswaar meer op dagen dat ze een herinnering ontvingen, maar zodra deze niet meer gestuurd werden, pasten de leerlingen minder vaak spreiding toe – zelfs minder dan de leerlingen in een controlegroep die nooit herinneringen ontvingen.⁹
- **Blended effectief leren.** We wezen er al op dat leerlingen uit zichzelf zelden effectieve studeerstrategieën toepassen of hun leren bijsturen waar nodig. Blended learning zou een (wonder)middel zijn om leerlingen zelfstandig

en effectief te doen leren, maar dit is niet zo. Je zou zelfs kunnen zeggen dat leerlingen over effectieve studeervaardigheden moeten beschikken alvorens ze – zonder de nodige ondersteuning – aan de slag kunnen in een blended leeromgeving. We wezen er in kaderstuk 1 (zie pagina 30) al op dat deze onderwijsvorm voornamelijk een positief effect heeft op de leerresultaten van oudere leerlingen, net omdat zij al over beter ontwikkelde studeervaardigheden beschikken. Blended learning biedt weliswaar (technologische) opties om leerlingen te ondersteunen in de ontwikkeling van effectieve studeerstrategieën, maar net als in fysiek contactonderwijs zal jij als leraar (en het ontwerp van de blended leeromgeving) hier actief op moeten inzetten.^{10,11}

WAT ONDERZOEK ONS VERTELT

Blijvend leunen op AI-ondersteuning

In een onderzoek van Ali Darvishi en collega's kregen 1625 studenten in het hoger onderwijs gedurende vier weken ondersteuning van een AI-assistent bij het formuleren van feedback op het werk van medestudenten (peer-feedback). Feedback geven aan anderen geldt volgens de onderzoekers als een vaardigheid die bijdraagt aan zelfregulatie. De ondersteuning die de AI-assistent in eerste instantie aanbood bij peer-feedback bestond uit prompts (aansturingen). De prompts gaven bijvoorbeeld aan dat de feedback te weinig gedetailleerd was of dat er opbouwende taal of suggesties voor verbetering ontbraken.

De voornaamste vraag die de onderzoekers zich stelden was: leren studenten van de AI-assistent of leunen ze op de aangeboden ondersteuning zonder begrip van het hoe en waarom? Voor een antwoord op die vraag verdeelden ze de studenten na vier weken in vier groepen:

- Een groep die prompts bleef ontvangen;
- Studenten zonder enige vorm van verdere ondersteuning;
- Studenten die een checklist ontvingen om de kwaliteit van de peer-feedback te controleren;
- Studenten die zowel prompts als een checklist kregen.

Vervolgens werd de kwaliteit van de feedback in de vier groepen met elkaar vergeleken op basis van zes criteria. Wat bleek? Studenten die blijvend door prompts ondersteund werden, gaven betere feedback dan de studenten uit de drie andere groepen.³ Als studenten als enige hulpmiddel een checklist kregen, was de feedback wel van betere kwaliteit dan als ze helemaal geen ondersteuning meer kregen. Volgens de onderzoekers kan een checklist dus eventueel wel dienen als volgende stap in afbouwende ondersteuning.

De auteurs besluiten dat een AI-assistent een goed hulpmiddel kan zijn om kwalitatieve peer-feedback te geven. Ze stelden wel vast dat studenten na het afbouwen van de ondersteuning niet langer kwaliteitsvolle feedback gaven: ze hadden met andere woorden niet van de ondersteuning geleerd.

Wat vonden de studenten van het krijgen van feedback met behulp van AI? Dit werd gemeten door likes die ze aan de feedback konden geven. Studenten waardeerden de feedback gegeven met behulp van AI minder. Volgens de

auteurs is dit toe te schrijven aan het feit dat deze feedback veel meer gericht was op de criteria, en daardoor minder ondersteunend van aard was. Niet onbelangrijk, want waardering voor feedback kan bepalen of studenten er daadwerkelijk mee aan de slag gaan.

Gezien de toenemende rol die AI in het onderwijs lijkt te gaan spelen, is verder onderzoek volgens de onderzoekers nodig om na te gaan op welke manier AI-assistenten de nodige afbouwende ondersteuning kunnen bieden aan studenten bij het geven van peer-feedback.¹²

Metacognitieve prompts

Als leerlingen studeren in een online of digitale omgeving kunnen ze metacognitieve prompts krijgen als (tijdelijke) ondersteuning om zelfregulerend leren te bevorderen. Denk aan een pop-up (tekstueel of audiovisueel), een melding in een dashboard of een bericht via mail of ander communicatiekanaal. Zo'n aansturing kan bestaan uit begeleidende of reflectieve vragen maar ook direct advies over hoe een leertaak aan te pakken. Dit kan tijdens de leertaak gebeuren, maar ook voorafgaand. Onderzoeker Lin Guo stelde vast dat het gemeten effect van metacognitieve prompts wisselend is. Daarom voerde hij een overzichtsstudie uit waarmee hij niet alleen wilde nagaan wat het effect van dergelijke prompts is op zelfregulerende vaardigheden en leeruitkomsten, maar ook welke vorm van prompts het meest effectief is. Op basis van 45 experimentele studies – voornamelijk uitgevoerd in het hoger maar ook leerplichtonderwijs – bleek een gemiddeld sterk positief effect van metacognitieve prompts op zowel zelfregulerende vaardigheden (plannen, monitoren, evalueren) als leeruitkomsten. Lin Guo ging meer in detail na welke randvoorwaarden in het bijzonder maakten dat de prompts een positief effect hadden. Op basis daarvan volgen drie conclusies en praktische aanbevelingen:

- **Inhoud-specifieke prompts**, gericht op de inhoud van de taak, zijn effectiever dan algemene (generatieve) prompts ('Het is belangrijk dat je je werk steeds goed naleest').
- **Adaptieve prompts** zijn effectiever dan standaard prompts (deze laatste categorie zijn prompts die voor alle leerlingen hetzelfde zijn). Metacognitieve aansturingen zijn idealiter dus aangepast op het leerproces van (individuele) leerlingen. Dit kan bijvoorbeeld door interactie met artificieel intelligente chatbots of virtuele leraren (*pedagogical agents*).
- **Feedback** versterkt het positieve effect van metacognitieve prompts. Feedback ondersteunt leerlingen om een beeld te krijgen van hoe goed ze op weg zijn in het uitvoeren van leertaken. Zo worden ze bijvoorbeeld ondersteund in het monitoren en eventueel op basis daarvan opnieuw plannen van hun aanpak.

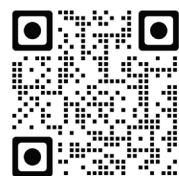
Als leerlingen in een digitale leeromgeving aan de slag gaan, kan op basis van dit onderzoek gesteld worden dat adaptieve, taak-specifieke metacognitieve prompts effectief zijn, idealiter in combinatie met feedback.¹³

RECHT UIT DE KLAS

Interactieve kenniskapstok om te studeren

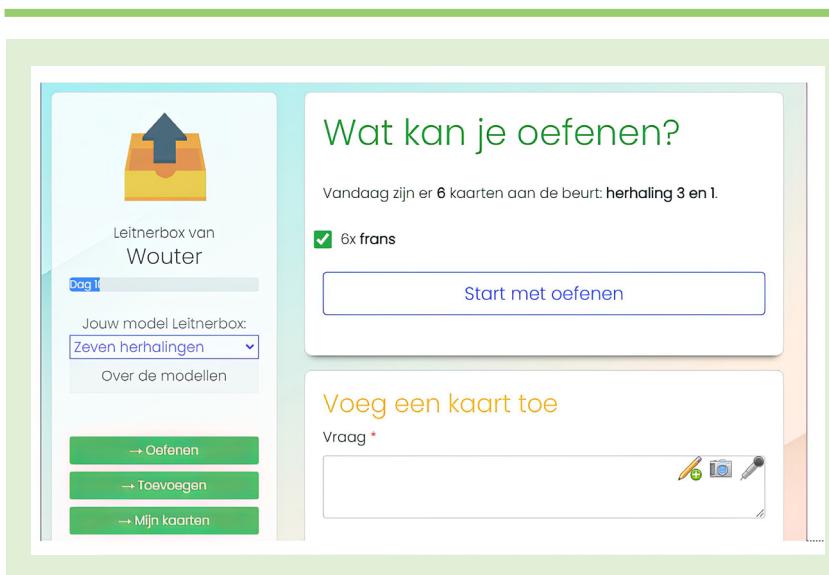
In de lessen aardrijkskunde wordt gedurende het hoofdstuk over de uitdagingen van de bevolkingsexplosie gebruikgemaakt van een kenniskapstok. Leraar Mia vertrekt telkens van dit schema en expliciteert hoe de nieuwe leerstof samenhangt met de leerstof van de vorige lessen. Ze maakte de kenniskapstok bovendien interactief. Leerlingen kunnen tijdens het studeren de belangrijkste begrippen uit elk onderdeel oproepen en verklaren, en behouden steeds het overzicht op het grotere geheel. Aanvankelijk modelleert Mia expliciet het gebruik van de kenniskapstok en hoe die het leren versterkt. De ondersteuning wordt vervolgens afgebouwd door te verwijzen naar de kenniskapstok of leerlingen te laten reflecteren over het gebruik ervan. Door de QR-code te scannen kan je de met **Genial.ly** gemaakte kenniskapstok van Mia zelf uittesten.

Tools: Genial.ly, Thinglink, BookWidgets, Lucidchart.



Algoritme om leerstof te spreiden

Voor de leerlingen op stage vertrekken wil de leraar automechanica dat de leerlingen alle technische onderdelen en gereedschappen foutloos kunnen benoemen en hun functie kennen. De leraar gebruikt hiervoor een digitale versie van de **Leitnerbox**. Bij de start van het schooljaar kregen de leerlingen een (online) gedeelde box van de leraar. De eerste kaartjes zijn al door de leraar aangemaakt. De andere kaartjes maken de leerlingen klassikaal aan. De leraar bespreekt ook samen met de leerlingen hoeveel keer ze horen te oefenen, op welke dagen ze best oefenen en hoe ze dit best doen (zie Figuur 70). Hij legt ook uit waarom gespreid oefenen belangrijk is.



The screenshot shows the Leitnerbox application interface. On the left, there's a sidebar with a logo of a box with an arrow, the text 'Leitnerbox van Wouter', 'Dag 11', 'Jouw model Leitnerbox: Zeven herhalingen', and buttons for 'Oefenen', 'Toevoegen', and 'Mijn kaarten'. The main area has a light blue header 'Wat kan je oefenen?' and a message: 'Vandaag zijn er 6 kaarten aan de beurt: herhaling 3 en 1.' Below this, a card is shown with a checkmark and the text '6x frans'. A button 'Start met oefenen' is visible. At the bottom, there's a section 'Voeg een kaart toe' with a text input field labeled 'Vraag *' and icons for a pencil, camera, and microphone.

Figuur 70.

De Leitnerbox.
app geeft aan wanneer de leerlingen bepaalde flashcards voor welk vak moeten oefenen.
Tools: Leitnerbox, app, Memrise, Quizlet, Goodnotes.

Leren noteren met interactieve video

De vakgroep Nederlands maakt een interactieve video met een opname van een hoorcollege van dertig minuten. De video pauzeert regelmatig om een prompt of metacognitieve vraag of tip te tonen, zoals:

- Maak voor de les start bovenaan een hoofding met het lesonderwerp en de datum.
- Let erop dat deze tussentitel dezelfde lay-out of kleur krijgt als je vorige tussentitel.
- Welke structuur zal de uitleg die hierop volgt waarschijnlijk krijgen? Een vergelijkende structuur? Of een chronologische?
- Dit onderdeel is vrij complex. Ben je nog wel aandachtig? Probeer je bij moeilijke onderdelen net beter te concentreren, en zorg ervoor dat je aandacht niet afdwaalt.

Achteraf volgt een nabespreking. Welke prompts waren zinvol? Waar had je het moeilijk mee? Wat doe je al goed? Daarna volgen de leerlingen een live hoorcollege zonder ondersteuning. Ze krijgen wel een checklist mee die ze achteraf gebruiken voor hun reflectie.

Tools: Edpuzzle, BookWidgets, H5P, LessonUp.

Modelleren in een online leeromgeving

Voor haar vak in de lerarenopleiding merkt docent Yousra dat haar studenten niet goed zijn in het zelfstandig verwerken van de leerstof in de online cursus. Ze werkt daarom met een collega metacognitieve ondersteuning uit, zoals sjablonen die studenten kunnen gebruiken om notities te nemen, een uitlegvideo waarin ze modelleert hoe je goede notities maakt, en een ‘klas’ in **Quizlet** waarin leerlingen hun zelfgemaakte flashcards met elkaar kunnen delen. Ze stuurt ook regelmatig een studietip naar de studenten via het forum van de cursus, vooral aan het begin van het academiejaar. Yousra deelt dit materiaal ook met collega’s van andere opleidingen waarbij studenten leerstof zelfstandig moeten verwerken, zodat zij het ook in hun cursus kunnen implementeren.

Tools: Canvas, Blackboard, Moodle, Microsoft Teams, Google Classroom.

Afleiding en aandacht bespreken

Meester Gerrit bespreekt in het zesde leerjaar (groep 8) wat de effecten zijn van afleiding tijdens het studeren. Eerst laat hij zijn leerlingen aan het woord: hoe studeren zij? Wat zijn hun ervaringen? Daarna toont hij een video waarin een expert uitlegt waarom studeren met je smartphone naast je geen goed idee is. Tot slot modelleert hij hoe je meldingen kan uitzetten, hoe je je smartphone op vliegtuigmodus kan zetten, en welke app handig is om je schermtijd te beperken. Na de toetsenweek komt hij hier nog eens op terug. Hoe hebben zijn leerlingen het aangepakt? Welke tips hebben ze uitgeprobeerd? En welk effect had dat? Voor de volgende toetsenweek stelt hij de beste tips nog eens kort op.

Tools: Forest, iOS Screen Time, Social Fever, Freedom, Space, AppDetox.



**"De meester modelleert hoe je meldingen kan uitzetten,
je smartphone op vliegtuigmodus kan zetten, en welke
app handig is om je schermtijd te beperken."**

De aula verdelen

Kristel geeft als docent aan de hogeschool les aan honderdtwintig studenten in de aula. De eerste les bespreekt ze de negatieve effecten van multitasken en de afleiding van eigen en andermans laptops tijdens de les (zie Inzicht 3). Alle studenten krijgen ook tips en richtlijnen om zo effectief mogelijk notities te nemen tijdens de hoorcolleges. Zelf zorgt ze voor een heldere lesopbouw en structuur die studenten ondersteunt bij het nemen van notities in de les. Vervolgens maakte ze de volgende afspraak met haar studenten. De linkerkant van de aula (ongeveer een derde van het aantal zitjes) is voor studenten die geen beperkingen wensen in het gebruik van hun laptop-/smartphone-gebruik. In het midden en aan de rechterkant van de aula (twee derde van de plaatsen) nemen studenten plaats die ervoor kiezen om de les te volgen vanuit hun cursus, aantekeningen te maken op papier en enkel hun device boven te halen indien de docent het vraagt. Haar ervaring? Steeds meer studenten schoven op van links naar rechts: intussen kiest maar liefst driekwart van de studenten ervoor om zich niet te laten afleiden door hun laptops en smartphones.

EVEN REFLECTEREN

- In welke mate ondersteun jij leerlingen in het effectief leren met digitale middelen? Waar zie je nog mogelijkheden om verder te gaan expliciteren of modelleren?
- Kijk eens kritisch naar de digitale tools of media die jij al inzet tijdens je lessen. Kunnen deze ook interessant zijn voor je leerlingen om hen te helpen tijdens het studeren? Op welke manier kunnen ze ondersteuning bieden?

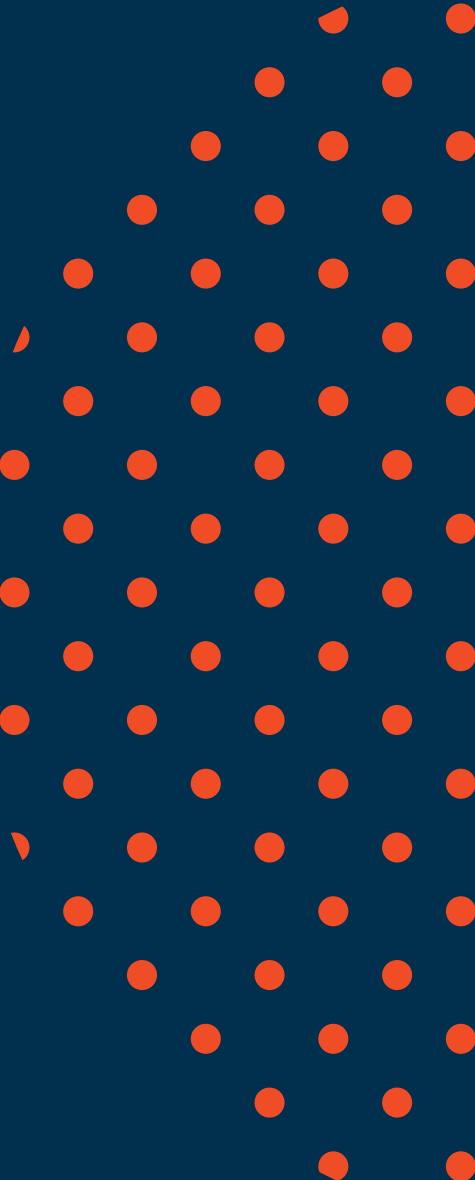
Noten

- 1 Voor meer uitleg en achtergrond bij Bouwsteen 12: zie basisboek *Wijze lessen*, pp. 197-206.
- 2 De boeken *Studeren met succes voor docenten en studenten* kun je downloaden op de website van het Expertisecentrum Onderwijs en Leren van de Thomas More hogeschool of bestellen via Ten Brink Uitgevers.
- 3 De onderzoekers stellen dat het effect van een 'sterker' hulpmiddel (prompts) het effect van een 'zwakker' hulpmiddel (checklists) opheft. De combinatie van beide kan zelfs voor een cognitieve overbelasting zorgen, waardoor de kwaliteit van de feedback vermindert.

Bronnen

- 1 Hoof, T., Surma, T., Kirschner, P. A. (2021). *Leer studenten studeren met succes*. Thomas More hogeschool.
- 2 Kirschner, P. A., Claessens, L., & Raaijmakers, S. (2018). *Op de schouders van reuzen. Inspirerende inzichten uit de cognitieve psychologie voor leerkrachten*. Ten Brink Uitgevers.
- 3 Biwer, F. & de Bruin, A.B.H. (2023). Teaching students to 'Study Smart' – A training program based on the science of learning. In C. E. Overson, C. M. Hakala, L. L. Kordonowy, & V. A. Benassi (Eds.). *In their own words: What scholars want you to know about why and how to apply the science of learning in your academic setting*. Society for the Teaching of Psychology.
- 4 Education Endowment Foundation (z.d.). *Metacognition and self-regulation*. Teaching and Learning Toolkit. <https://educationendowmentfoundation.org.uk/education-evidence/teaching-learning-toolkit/metacognition-and-self-regulation>
- 5 Ariel, R., Karpicke, J. D., Witherby, A. E., & Tauber, S. K. (2021). Do judgments of learning directly enhance learning of educational materials? *Educational Psychology Review*, 33(2), 693-712. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09556-8>
- 6 van Alten, D. C. D., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2020). Self-regulated learning support in flipped learning videos enhances learning outcomes. *Computers & Education*, 158, 104000. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104000>
- 7 Bjork, E. L. & Bjork, R. A. (2023). Introducing desirable difficulties into practice and instruction: Obstacles and opportunities. In C. E. Overson, C. M. Hakala, L. L. Kordonowy, & V. A. Benassi (Eds.). *In their own words: What scholars want you to know about why and how to apply the science of learning in your academic setting*. Society for the Teaching of Psychology.
- 8 Halamish, V., & Elbaz, E. (2020). Children's reading comprehension and metacomprehension on screen versus on paper. *Computers & Education*, 145, 103737. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103737>
- 9 Nobbe, L., Breitwieser, J., Biedermann, D., & Brod, G. (2023). Smartphone reminders to study: A double-edged sword? PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/392xu>
- 10 Buelens, W., Versmissen, F., De Wever, B., Rotsaert, T., Schellens, T., Tondeur, J., Surma, T., Valcke, M., & Vanderlinde, R. (2022). *Blended learning in het Vlaams secundair onderwijs: Van noodzaak naar structurele implementatie*. Inspiratiegids. Vlaams Departement voor Onderwijs en Vorming.

- 11 Choy, T.K. & Quek, C.L. (2022). 'Does blended learning support self-regulated learning?: A Literature Review. In T. Bastiaens (Ed.), Proceedings of EdMedia + Innovate Learning (pp. 597-600). Online: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/221344/>.
- 12 Darvishi, A., Khosravi, H., Sadiq, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2023). Impact of AI assistance on student agency. *Computers & Education*, 104967. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104967>
- 13 Guo, L. (2022). Using metacognitive prompts to enhance self-regulated learning and learning outcomes: A meta-analysis of experimental studies in computer-based learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 811-832. <https://doi.org/10.1111/jcal.12650>



Deel 4:

Tot slot



Slotbeschouwing

Nu we aan het eind van dit boek gekomen zijn, beseffen we dat we eigenlijk weer helemaal opnieuw kunnen beginnen. Je kan er vergif op innemen dat een bepaalde tool of software die we hebben aangehaald al van naam veranderd is, onbetaalbaar is geworden, verdwenen is, onveilig blijkt of gewoonweg gedateerd is. Daarnaast is het onderzoek naar de effectiviteit van EdTech eerder pril te noemen. In vergelijking met de principes beschreven in *Wijze lessen* dienen nog veel studies herhaald te worden voor eventuele bevestiging of om randvoorwaarden in kaart te brengen. We spraken ons in dit boek daarom geregeld in voorwaardelijke zin uit zonder stellige uitspraken te doen. Iedere dag verschijnen nieuwe wetenschappelijke artikelen die nuances aanbrengen in bestaand onderzoek of dit soms zelfs ronduit tegenspreken. Op een bepaald ogenblik moesten we echter de kraan van nieuwe informatie dichtdraaien. Dat is het lot van gedrukte media als boeken. Ongetwijfeld heeft een groot aantal van de miljoenen lezers van dit boek de nodige ervaring opgedaan met digitale toepassingen in de klas. Kom je als lezer nieuw aanbrekend onderzoek op het spoor of hebben we een cruciale studie over het hoofd gezien, horen we graag van je: mail naar wijzelessen@thomasmore.be. Wij zorgen ervoor dat deze inzichten verder verspreid geraken, natuurlijk met credits voor de eerlijke vinder.

Evenzeer hopen we je als onderwijsprofessional een werkstuk voorgesloteld te hebben dat grosso modo twee leidende gedachten heeft gedeeld.

Ten eerste is het niet al goud dat blinkt. Misschien is dit wel het eerste boek over onderwijs technologie dat af en toe duidelijk stelt: nou, doe toch maar niet. We hebben hiermee geprobeerd om het soms te vanzelfsprekende geloof dat aan technologie gehecht wordt - ingegeven door al dan niet terechte beloftes vanuit de techsector – te overgieten met een sausje van realiteitszin.

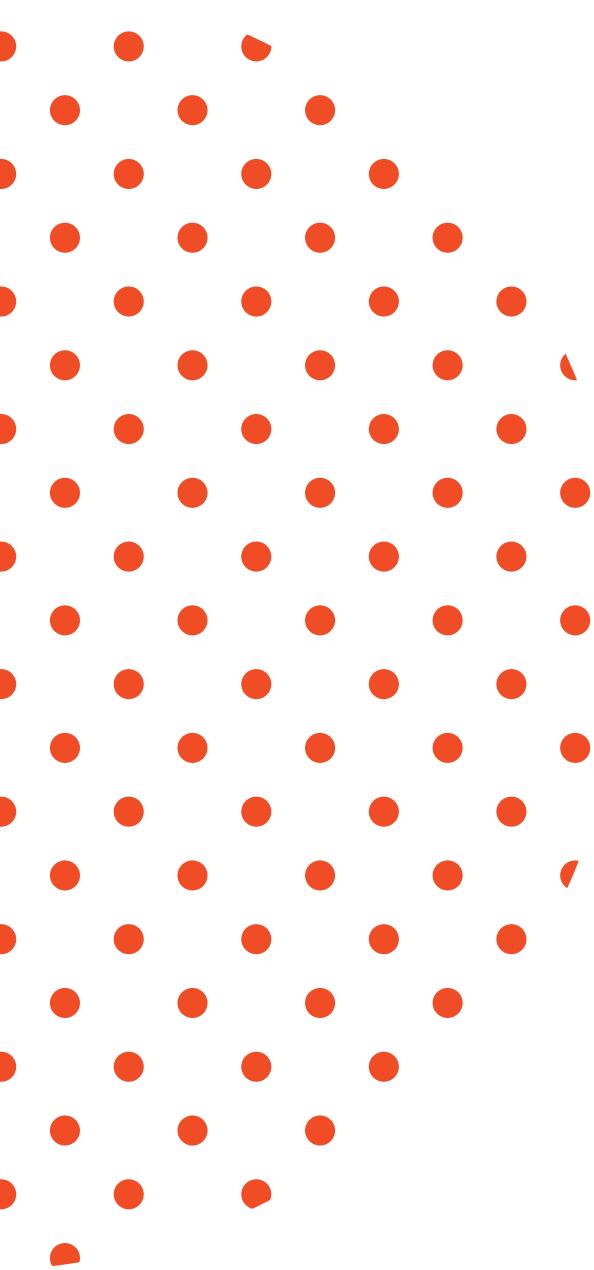
Ten tweede zijn we er niettemin van overtuigd dat onderwijs technologie een meerwaarde kan betekenen indien je deze inzet om beter leren te bevorderen. Sommige digitale toepassingen hebben wel degelijk specifieke voordelen, die extra efficiëntie en effectiviteit met zich mee kunnen brengen. En soms is het ook gewoon leuk om ermee aan de slag te gaan (*boys/girls and their toys*, weet je wel).

We zijn van mening dat je rol als leraar nog lang niet is uitgespeeld. De leraar vormde de rode draad in ons verhaal. En zo hoort het. Het is als leraar weliswaar onmogelijk om voortdurend maar mee te surfen op de EdTech-golven die op ons afkomen, laat staan alle toepassingen te integreren in onze lessen. Kennis over digitale toepassingen is noodzakelijk, maar de absolute fundamenteiten van het leraarschap, vakinhoudelijke kennis, didactische kennis en weten hoe je met groepen kinderen moet omgaan, staan ook in deze digitale wereld als een huis. Misschien dat ze zelfs in tijden van technologische revoluties nog belangrijker zijn dan ooit te voren.

In de keuzes die we als individuele leraar en als school maken om EdTech in te zetten, dienen we ons ook bewust te zijn van de – weliswaar te begrijpen – belangen van commerciële ondernemingen in de ontwikkeling van digitale toepassingen voor het onderwijs. Niet alleen is het aangewezen in te schatten of de toepassingen daadwerkelijk bijdragen aan het leren, maar ook hoe deze bedrijven omgaan met onze gegevens en die van onze (minderjarige) leerlingen.

Laten we afsluiten met een boodschap van realisme en geruststelling. EdTech zal in toenemende mate zijn weg vinden naar het klaslokaal en de leeromgeving van leerlingen. We beschreven tal van voorbeelden hoe digitale toepassingen leren en instructie kunnen versterken. Dit betekent echter niet dat we ons als lemmingen blind in de digitale kloof moeten storten¹ en al evenmin dat ieder van ons alle nieuwe digitale snufjes meteen in de vingers moet hebben. Zoals we aan het begin van het boek al stelden, het is de weloverwogen en evidence-informed inzet van EdTech die zal leiden tot een duurzame en ambitieuze implementatie ervan.

¹ Het is trouwens een mythe – die bestaan niet alleen in het onderwijs – dat lemmingen dit doen, gevoed door een natuurdокументaire van Disney uit 1958. Ook toen al kon je beter niet alles geloven wat je zag.



Woord van dank

Op de eerste plaats dank aan de leraren die voorbeelden met ons deelden van hoe zij op een effectieve, efficiënte en bevredigende manier EdTech inzetten in hun klas.

Dank aan Thomas More-collega Carl Boel voor het aanleveren van bronnen en voorbeelden over het gebruik van extended reality in de klas, en aan het Kenniscentrum Digisprong voor diens bijdrage aan het kaderstuk over privacy en ethisch inzetten van technologie.

Onze welgemeende dank aan de lezers van het manuscript die ons van waardevolle feedback voorzagen, meer bepaald Kaat Rykaert, Nathalie Simons en Wilfred Rubens.

Onze collega's van het Expertisecentrum Onderwijs en Leren verdienen een pluim voor het nalezen, aanleveren van voorbeelden en relevante bronnen – en tegen wil en dank dienstdoen als proefpubliek voor de mopjes in het boek. Tot slot bedanken we Daisy Christodoulou om een voorwoord te schrijven dat krachtig de kern van ons verhaal samenvat.

Woordenlijst

Adaptieve technologie: deze technologie speelt zelfstandig in op wat leerlingen nodig hebben qua bijvoorbeeld inhoud, aanpak en hoeveelheid tijd. Dat kan via vooraf bepaalde algoritmen (uitvoeringsschema's) of tegenwoordig via zelflerende programma's, die verwerkte data gaan gebruiken om vervolgens beter te 'presteren' (machine leren of *machine learning*). Op basis van bijvoorbeeld hoe een leerling een leertaak of -opdracht uitvoert (juist/niet juist, gekozen oplossingsstrategie, hoe lang het geduurde heeft) wordt de volgende leertaak of -opdracht door het systeem bepaald (zie ook *Intelligente technologie*).

Algoritme: reeks stappen of instructies die altijd tot een bepaald doel leiden. Een algoritme kan bijvoorbeeld zo opgesteld zijn dat het rekening houdt met de voortgang van leerlingen tijdens het oefenen. Volgens het uitvoeringsschema kan dan een complexere of eenvoudigere oefening aangeboden worden, of meer tijd gelaten worden voor dezelfde oefening opnieuw aan bod komt (gespreid leren).

Asynchrone leeractiviteiten: hierbij zijn de leerlingen en de leraar niet op hetzelfde moment aanwezig. Dit betekent dat de leerlingen de leeractiviteit tijd- en plaatsonafhankelijk kunnen voltooien. Voorbeelden van asynchrone leeractiviteiten zijn het bekijken van kennisclips, sturen van vragen/antwoorden per mail en gesprekken op een online discussieforum (zie ook *Synchrone leeractiviteiten*).

Blended learning: onderwijsvorm waarbij de instructie bestaat uit het gebruik van verscheidene leermiddelen en/of didactische aanpakken (tijdens het lesgeven zowel een boek als een krijtbord gebruiken kan ook als *blended learning* of *teaching* beschouwd worden). Tegenwoordig verstaat men hieronder echter het bewust combineren van een online gedeelte en face to face-instructie. Idealiter zijn beide onderdelen op elkaar afgestemd. *Flipping the classroom* (de les omkeren) is een voorbeeld van *blended* onderwijs, waarbij de eerste informatieverwerving en -verwerking buiten de school (al dan niet) online plaatsvindt en in de klas zogenaamde hogere-orde-leeractiviteiten (groepswerk, reflectie, stellen/beantwoorden van vragen).

Chatbot: softwaretoepassing die gesprekken met mensen simuleert. Chatbots kunnen worden gebruikt voor het geven van informatie, het beantwoorden van vragen of het voeren van gesprekken. Vragen stellen en beantwoorden kan door getypte maar ook gesproken tekst. Naast tekst is het bijvoorbeeld ook mogelijk een afbeelding te uploaden en daarover een vraag te stellen.

ChatGPT (generative pré-trained transformer): chatbot die ontwikkeld werd door het onderzoekscentrum OpenAI. Het centrum claimt AI te ontwikkelen voor het welzijn van de mensheid, maar heeft sinds 2019 vooral een commerciële tak. Een van de oprichters (maar niet meer in de organisatie) was Elon Musk. ChatGPT behoort tot de familie van de *large language models*. Deze taalmodellen zijn getraind op basis van enorme hoeveelheden tekst (van het internet) en kunnen zelfstandig 'nieuwe' tekst genereren op basis van statistische voorspellingen (wat is waarschijnlijk het woord dat volgt op...?, zie ook *Generatieve artificiële intelligentie*).

Cold calling: willekeurig leerlingen aanwijzen om begrip na te gaan. Hierbij steken leerlingen weliswaar hun hand op om te antwoorden, maar je duidt als leraar aan wie het antwoord geeft. Doordat iedereen kan aangeduid worden om het antwoord te moeten geven, denken alle leerlingen na. Belangrijk is dus voldoende denktijd te geven, bij open vragen ongeveer vijftien seconden.

Conceptmap: visueel overzicht van de leerstof, waarbij de samenhang tussen de verschillende concepten wordt weergegeven door ze met lijnen aan elkaar te verbinden. In tegenstelling tot bij een mindmap is er bij een conceptmap niet steeds een centraal concept.

DigCompEdu-raamwerk: Europees ontwikkeld raamwerk van 24 digitale competenties van leraren. Op basis van dit raamwerk kunnen leraren hun eigen competenties in kaart brengen en op grond van de uitkomsten eventueel vervolgstappen zetten om hun ICT-competenties verder te ontwikkelen.

Digital natives: term bedacht door Marc Prensky in 2001, waarnaar initieel verwezen werd als personen die na 1984 geboren zijn. Vaak echter gebruikt om aan te geven dat jongeren die opgegroeid zijn in het digitale tijdperk bepaalde capaciteiten (zoals multitasken) zouden hebben, waarmee we in het onderwijs rekening moeten houden. Een mythe die in Inzicht 2 van dit boek ontkracht wordt. Prensky noemde mensen geboren vóór 1984 *digital immigrants* (digitale migranten).

Education Endowment Foundation: onafhankelijke Engelse instelling met als doel de onderwijskansen van alle leerlingen te verbeteren.

E Ink (Elektronische Inkt)-tablets: net zoals e-readers zorgen deze toestellen voor een betere zintuiglijke ervaring tijdens het lezen. Ze onderscheiden zich van e-readers doordat ze ook de functionaliteit van 'gewone' tablets bieden (apps) en je digitale aantekeningen kan maken bij je teksten.

Empirisch onderzoek: onderzoeksform waarbij getracht wordt tot nieuwe inzichten te komen op basis van zelf verzamelde gegevens. Deze gegevens kunnen kwalitatief zijn (bijvoorbeeld tekstueel via interviews) of kwantitatief (cijfermatig door toetsen of vragenlijsten). Experimenteel onderzoek is een vorm van empirisch onderzoek waarbij gezocht wordt naar oorzakelijke verbanden. Eén of meerdere variabelen worden gemanipuleerd (bijvoorbeeld een digitale toepassing gebruiken of niet) en het verschil in effect daarvan op een andere variabele wordt gemeten (bijvoorbeeld op leeruitkomsten). De gouden standaard hiervan is gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek (RCT; randomised controlled trial), waarbij maar één variabele verschilt tussen de interventie- en de controlegroepen en de deelnemers willekeurig over deze groepen verdeeld worden.

Evidence-informed instructie: instructie op grond van resultaten van theorie-gebaseerd empirisch wetenschappelijk onderzoek, maar waarbij zowel de eigen ervaring en expertise van de leraar als de complexiteit van de klaspraktijk erkend worden. Wat vandaag werkt voor deze leraar of leerlingen werkt daarom morgen niet voor andere (of zelfs dezelfde) leraar of leerlingen. De uitdaging bestaat erin wetenschappelijke evidentiële om te zetten naar effectief en efficiënt handelen in specifieke onderwijscontexten.

Extrinsieke cognitieve belasting: overbodige belasting van het werkgeheugen die niet eigen is aan de (complexiteit) van de leerinhoud. Deze belasting wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door ineffektieve instructie of matig ontworpen leermiddelen, en draagt niet bij aan het leren en/of verhindert leren.

Generatieve artificiële intelligentie: technologie die ‘nieuwe’, originele content kan creëren. Denk aan de toepassing Dall-E die afbeeldingen genereert op basis van enerzijds een gigantisch corpus aan historische informatie en anderzijds een vraag of opdracht van de gebruiker (prompt). Bij de opdracht ‘maak een impressionistische vis in pastelkleuren’ moet Dall-E weten wat impressionisme is, hoe die schilderijen er uitzien, wat pastelkleuren zijn en natuurlijk wat een vis is. Een ander voorbeeld is ChatGPT die een antwoord geeft op de vraag: ‘Wat is generatieve artificiële intelligentie?’ (zie ook ChatGPT).

ICT: afkorting die staat voor Informatie- en Communicatietechnologie. ICT omvat zowel hardware en software, als diensten die te maken hebben met informatie- en communicatietechnologie.

Intelligente technologie: toepassingen die een zekere mate van autonomie vertonen bij het analyseren van gegevens en het nemen van daarop gebaseerde beslissingen. Bijvoorbeeld, platformen die op basis van data het vervolg van een leerpad aanpassen aan het niveau van de leerling (zie ook Adaptieve technologie).

Kenniskapstok: gestructureerde informatie bij de start van de instructie. Een kenniskapstok (*advance organizer*) kan een visuele weergave zijn van de samenhang tussen verschillende leerstofonderdelen. Een kenniskapstok doet dienst als structuur waaraan nieuwe leerstof kan worden opgehangen.

Kennisschema's: georganiseerde en betekenisvolle structuren van kenniselementen die opgeslagen zijn in het langetermijngeheugen.

Leermannagementsystemen (LMS): deze systemen zijn een specifieke vorm van online, digitale of elektronische leeromgevingen. Een digitale leeromgeving bestaat uit een verzameling van verschillende aan elkaar gekoppelde digitale toepassingen of onderdelen. Bijvoorbeeld een plaats waar leerinhouden aangeboden worden, een mogelijkheid voor synchrone en asynchrone communicatie aanwezig is, een toepassing om digitaal te oefenen of systemen die eerder administratief van aard zijn. Kenmerkend aan een LMS is dat niet alleen de verschillende leermaterialen en toepassingen via een enkele weg bereikbaar zijn, maar dat de voortgang van leerlingen opgevolgd kan worden. Scores op (formatieve) toetsen, gegevens over al dan niet ingeleverde opdrachten of deelname aan discussiefora van individuele leerlingen of klassen zijn allemaal raadpleegbaar in lerarendashboards. Vooral in het hoger onderwijs zijn Moodle, Canvas en Blackboard grote internationale spelers op het vlak van LMS. Het in het Vlaams onderwijs meest gebruikte digitale schoolplatform is Smartschool.

Leitnerbox: methode om flashcards in te oefenen op basis van hoe goed de leerlingen deze hebben onthouden. De flashcards zitten in een doos die verdeeld is in vijf tot zeven vakken. Kaarten die leerlingen goed onthouden hebben komen terecht in een van de laatste vakken – en komen pas later weer aan bod. Kaarten die nog niet goed gekend zijn worden sneller aangeboden door ze in de eerste vakken te plaatsen. De methode is vernoemd naar de Duitse wetenschapper Sebastian Leitner.

Lerarendashboards: visueel overzicht bij digitale toepassingen waarin de gegevens van leerlingen op een overzichtelijke wijze weergegeven worden (denk aan het dashboard van een auto). Het dashboard helpt leraren bij het inzicht verwerven in de voortgang van leerlingen. Sommige lerarendashboards beperken zich niet tot het geven van een overzicht, maar doen zelfs suggesties voor het vervolg van de instructie.

Mediavergelijkingsstudies (*media comparison studies*): studies waarin de relatieve effectiviteit van verschillende media voor het bereiken van bepaalde leerdoelen onderzocht wordt. Met andere woorden, onderzoek dat probeert te bepalen of leerlingen die gebruikmaken van één medium beter of slechter leren dan bij gebruik van een ander medium. Bijvoorbeeld digitale flashcards vergeleken met flashcards op papier. In goed uitgevoerde mediavergelijkingsstudies worden alle factoren van de instructie (zoals didactiek, inhoud, tijdsduur) in de verschillende groepen gelijk gehouden, behalve de inzet van het medium (bijvoorbeeld een digitale toepassing). Alleen op deze manier kan een uitspraak over de effectiviteit van het medium gedaan worden.

Metacognitie: 'denken over het denken' of 'kennis over het eigen leren'. Leerlingen monitoren hierbij hun eigen leerproces en sturen dit op basis hiervan bij. Metacognitieve strategieën zijn het oriënteren op de leertaak, doelbewust plannen, systematisch handelen en het leerproces op basis van evaluatie bijsturen.

Modelleervoorbeelden (*modeling examples*): je demonstreert als leraar hoe een oefening wordt uitgewerkt of een handeling wordt uitgevoerd. Je redeneert hierbij luidop hoe en waarom je elke stap zet. In een video modeling example kunnen leerlingen de opname van een gedemonstreerde oefening of handeling (her)bekijken, zelfs tijdens het uitvoeren van de taak.

Multitasken: het oogenschijnlijk gelijktijdig uitvoeren van twee afzonderlijke cognitieve taken. Dit is echter onmogelijk omwille van de structuur van het menselijk informatieverwerkende systeem. Wanneer mensen lijken te multitasken doen ze eigenlijk aan het (snel) schakelen tussen meerdere denktaken (taakschakelen of task-switching), met vaak nadelige gevolgen voor het leren.

Productieve leerstrategieën: deze leerstrategieën worden productief (of generatief) genoemd omdat ze leerlingen stimuleren om de leerstof te herkneden en een nieuw 'bijproduct' te produceren, zoals een samenvatting, een mindmap, een antwoord op een toetsvraag of een tekening. Als ze deze leerstrategieën op een effectieve manier inzetten, doorlopen ze de drie cognitieve processen selecteren, organiseren en integreren.

Prompts: de betekenis hiervan kan verschillen naargelang de context. Ten eerste kan het gaan om herinneringen, suggesties of aansturingen die aan leerlingen gegeven worden. Deze meldingen kunnen verschijnen in de vorm van pop-ups in digitale leeractiviteiten, weergegeven worden in het startscherm van een leeromgeving of verzonden worden via mail. Ze zijn ondersteunend bedoeld voor het leerproces van de leerlingen. Een tweede betekenis vind je in de context van AI-chatbots terug: daar is een prompt de opdracht die je geeft. Een prompt bestaat dan bijvoorbeeld uit een vraag en de context waarin je de vraag beantwoord wil zien ('ik ben leraar in het basisonderwijs en voor het vak Frans zou ik...').

Retrieval practice: leerstrategie die inhoudt dat je iets probeert te herinneren, dat je actief informatie tracht op te roepen uit je langetermijngeheugen. Je kan deze strategie inzetten als leerstrategie (zelftesten) of als instructiestrategie (oefentoetsen). Het toepassen ervan leidt tot beter onthouden dan bijvoorbeeld herlezen van leerstof. Dit effect wordt ook het testeffect of testing effect genoemd.

Scaffolds: ondersteuning die je als leraar aanbiedt om leerlingen te brengen naar een niveau dat ze (nog) niet zelfstandig kunnen bereiken. Net als bouwsteigers bouw je deze ondersteuning stelselmatig af.

Serious games: computerspellen die ontworpen zijn om kennis en vaardigheden te verwerven. Ze worden gebruikt om leerlingen op een interactieve manier te betrekken bij het leren. Deze spellen kunnen realistische situaties en contexten virtueel modelleren. Hierdoor ondersteunen ze de ontwikkeling van kennis en vaardigheden die anders moeilijk te onderwijzen zijn.

Spaced practice: gespreid oefenen. Dit betekent dat het inoefenen van dezelfde leerstof niet plaatsvindt in één enkele oefensessie maar over meerdere momenten gespreid wordt, waarbij de totale oefentijd in beide gevallen gelijk is. Als leerlingen gespreid oefenen leidt dit tot beter leren op langere termijn dan wanneer ze slechts één keer oefenen (spaced practice effect, spacing effect of distributed practice effect).

Spiraalsgewijze aanpak: een spiraalaanpak zorgt ervoor dat de angeleerde concepten over de lessen heen regelmatig terugkomen en verder uitgebreid en verdiept worden.

Synchrone leeractiviteiten: activiteiten waarbij de leerlingen en de leraar op hetzelfde moment aanwezig zijn. Dit kan zowel tijdens fysiek contactonderwijs als live online lessen via Zoom, Microsoft Teams of Google Meet (zie ook Asynchrone leeractiviteiten).

Testeffect (testing effect): het positieve effect op leren dat het resultaat is van retrieval practice. Leren en onthouden worden versterkt door het actief trachten te herinneren van informatie (ophalen uit je langetermijngeheugen). Retrieval practice verbetert het leren beduidend beter dan bijvoorbeeld het opnieuw bestuderen van leerstof.

Tutoring: onderwijs op maat door (extra) instructie te geven aan individuele leerlingen (een-op-een onderwijs) of kleine groepjes. Tutoring wordt door de band genomen niet standaard toegepast omwille van de praktische onhaalbaarheid, maar wel wanneer leerlingen vastlopen en extra ondersteuning nodig hebben.

20%-regel: vuistregel voor het bepalen van een optimale spreiding tussen oefenmomenten en de eindtoets. Volgens deze regel bedraagt de periode tussen twee oefenmomenten ongeveer 20% van de tijd tussen het laatste oefenmoment en de eindtoets. Voor een totale periode van tien dagen en drie oefenmomenten geldt dan dat er telkens één of twee dagen tussen de oefenmomenten gelaten wordt en vijf dagen tussen het laatste oefenmoment en de eindtoets. Deze regel geeft slechts richting en de praktische toepassing ervan is afhankelijk van heel wat contextfactoren.

Uitgewerkte-voorbeeld-effect (worked-out problem effect): een uitgewerkte voorbeeld is een probleem of taak waar alle stappen expliciet voor de leerling uitgewerkt zijn. Hierdoor zien leerlingen precies wat zij moeten doen om de taak uit te voeren of het probleem op te lossen. Werken met (volledig uitgewerkte) voorbeelden is aangewezen bij leerlingen met weinig of geen kennis over de leerinhoud. Leerlingen met relevante voorkennis moeten de kans krijgen deze kennis toe te passen. Werken met volledig uitgewerkte voorbeelden kan bij leerlingen met meer voorkennis het leren zelfs belemmeren (*expertise-reversal effect*).

Verdeelde-aandacht-effect (split attention effect): als leerlingen hun aandacht moeten verdelen – in tijd of ruimte – over twee of meer bronnen van informatie zorgt dit voor een overbodige belasting van het werkgeheugen. Het vormen van een totaalplaatje op basis van informatie die verspreid staat over verschillende bronnen, verbruikt meer cognitieve capaciteit dan wanneer deze informatie vlakbij elkaar staat. Denk aan een afbeelding of video op een scherm, terwijl de uitleg ervan in een schoolboek staat.

Verlengde instructie: extra instructie aan leerlingen die de vooropgestelde lesdoelen niet hebben bereikt, tijdens of aan het einde van een les. Vergelijkbaar met voorinstructie (pre-teaching) die zoals het woord doet veronderstellen voorafgaand aan een volgende les plaatsvindt.

Voorinstructie (pre-teaching): instructie voorafgaand aan de eigenlijke les aan leerlingen met beperkte noodzakelijke voorkennis.

Wenselijke moeilijkheden (desirable difficulties): werkvormen die ingezet worden waarbij het presteren van het moment bewust iets moeilijker gemaakt wordt. De bedenkers hiervan (Robert en Elisabeth Bjork) beschrijven het als: het moeilijker maken maar op een goede manier, bijvoorbeeld het spreiden van oefenmomenten of het afwisselen van oefeningen. Wenselijke moeilijkheden komen het leren op lange termijn ten goede, maar de prestatie op het ogenblik zelf kan erdoor verminderen omdat de leerling bijvoorbeeld geconfronteerd wordt met leerstof die hij vergeten is.

Zelfeffectiviteit (self-efficacy): de overtuiging een opdracht of taak tot een goed einde te kunnen brengen.

Zelfregulerende vaardigheden: leerlingen zijn zelfregulerend als ze naast het inzetten van (meta)cognitieve strategieën – onder andere plannen, monitoren en evalueren van leren – ook gedragsmatig en motivationeel betrokken zijn bij hun leerproces. Bijvoorbeeld door het volhouden van een (cognitieve) inspanning, die leren op langere termijn bevordert.

Over de auteurs



Wouter Buelens

Wouter stond 25 jaar voor de klas, waarvan 24 aan HBO Verpleegkunde Genk. Daar bekleedde hij eveneens de functie van Pedagogisch (ICT) Coördinator. Sinds zijn Msc Onderwijswetenschappen legt Wouter zich in het Expertisecentrum Onderwijs en Leren toe op onderzoek en valorisatie van digitale vormen van leren, de plaats van blended learning in het secundair onderwijs en staat hij in voor het ontwerp van een online leeromgeving op basis van het boek *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*.



Mitte Schroeven

Mitte was 16 jaar leerkracht Nederlands en Engels in het secundair/voortgezet onderwijs en deed heel wat ervaring op met digitale tools in de klas. Daarnaast werkte ze gedurende twee jaar als gedetacheerd leerkracht voor Het Archief voor Onderwijs en gaf ze de module 'Digitaal evalueren' in het postgraduaat Digitale Didactiek van HOWEST.

Binnen het Expertisecentrum Onderwijs en Leren houdt Mitte zich voornamelijk bezig met professionalisering, met een focus op digitale didactiek.



Tim Surma

Tim is hoofd van het Expertisecentrum Onderwijs en Leren. Hij kan putten uit 20 jaar ervaring in het lesgeven in het secundair/voortgezet onderwijs, de lerarenopleiding en in de master Onderwijswetenschappen. Hij doet onderzoek naar effectieve leerstrategieën en kwaliteit van de lerarenopleiding. Hij is medeauteur van het boek *Wijze Lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek en Studeren met succes*. Hij is een veel gevraagd spreker in België en Nederland rond effectieve instructie en leerstrategieën.



Kristel Vanhoyweghen

Kristel is hoofd onderwijs en training van het Expertisecentrum Onderwijs en Leren. Ze is medeauteur van het boek *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*. Kristel heeft meer dan 20 jaar als leraar wiskunde in het secundair/voortgezet onderwijs en aan de lerarenopleiding op de teller. Ze is een graag geziene spreker over effectieve didactiek en een drijvende kracht achter het versterken van het curriculum van de lerarenopleiding.



Paul A. Kirschner

Prof. dr. Paul A. Kirschner, dr.h.c. is emeritus hoogleraar onderwijspsychologie aan de Open Universiteit (NL). Hij is research fellow van de American Educational Research Association, de International Society of the Learning Sciences, Netherlands Institute for Advanced Studies in the Social Sciences and Humanities, en voormalig lid van de Onderwijsraad. Paul is gastprofessor voor het Expertisecentrum Onderwijs en Leren van de Thomas More Hogeschool.

Van digibord tot apps op de smartphone – steeds vaker vinden digitale toestellen en toepassingen hun weg naar de klas.

Maar hoe kunnen we deze EdTech (Education Technology) optimaal inzetten om onze didactiek te versterken en het leren van leerlingen te bevorderen?

De auteurs van dit boek gaan voorbij aan technologische hypotheses, waarvan de geschiedenis geleerd heeft dat ze de voorspellingen in het beste geval niet hebben waargemaakt. Om EdTech een ambitieuze en duurzame plaats te geven in het onderwijs, bepleiten ze een evidence-informed aanpak.

Net zoals in *Wijze lessen*. Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek vertrekken de auteurs vanuit belangrijke inzichten uit wetenschappelijk onderzoek over technologie en onderwijs. Voor ieder van de twaalf bouwstenen beschrijven ze aandachtspunten en waardevolle kansen van EdTech. Robuust wetenschappelijk onderzoek vertalen ze naar concrete handvatten voor de klaspraktijk.

Als leraar sta je centraal te midden van alle kansen die Edtech biedt. Het is de didactiek die de tool bepaalt en niet omgekeerd.

Deze uitgave van het Expertisecentrum Onderwijs en Leren van de Thomas More hogeschool is onderdeel van de serie *Wijze lessen*.

**THOMAS
MORE**

