

13

DOE IETS MET WAT JE HEBT GELEERD

Logan Fiorella & Richard Mayer over manieren om leren op gang te brengen



13

DOE IETS MET WAT JE HEBT GELEERD

Artikel Eight ways to promote generative learning¹

Citaat *‘De geest (...) is geen passieve informatieconsument; hij construeert actief zijn eigen interpretaties van informatie en trekt er conclusies uit.’²*

Waarom je dit artikel zou moeten lezen

We hebben als leraren of leerlingen veel hulpmiddelen tot onze beschikking. Neem bijvoorbeeld Microsoft Excel®. Je kunt dit programma gebruiken door gewoon de cellen in te vullen, volgens een vast recept dat je hebt geleerd of dat je is aangereikt voor het opzetten en vullen van een spreadsheet. Op die manier kan het een geweldig productiviteitshulpmiddel zijn, dat je helpt om je klassenadministratie bij te houden (uitgaven, tijdsbesteding, leerlingen en hun voortgang, enzovoort). Excel is een instrument dat je op een beperkte manier kunt gebruiken, maar als je weet hoe, dan kun je het volledige potentieel ontsluiten en het op ontelbare manieren toepassen.

Hetzelfde instrument kan ook gebruikt worden om leerlingen te laten nadenken over relaties tussen verschillende variabelen in een spreadsheet en om ze die relaties te laten genereren, en om ze te laten begrijpen hoe het komt dat als één parameter binnen een spreadsheet verandert, andere parameters meeveranderen, waardoor ze een spreadsheet gaan zien als een dynamisch systeem. Als je Excel op deze manier inzet, wordt het eenvoudige productiviteitshulpmiddel een denkinstrument; een instrument om mee te denken en om leren op gang te brengen.

Op dezelfde manier zijn er onderwijs- en leerhulpmiddelen (didactische aanpakken) die op een hoger niveau kunnen worden ingezet, zodat het denkinstrumenten worden. Dit idee, om leerhulpmiddelen in te zetten om nieuwe gedachten, ideeën en kennis voort te brengen, lijkt op wat Logan

¹ Fiorella, L., & Mayer, R.E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28, 717-741; <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-015-9348-9>. Herdrukt met toestemming van Springer Nature.

² Wittrock, M.C.(1989). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 345-376 (p. 348).

Fiorella en Richard Mayer beschreven toen ze de term ‘generatief leren’ introduceerden.

Abstract van het artikel

Generatief leren draait om het actief betekenis geven aan informatie die geleerd moet worden, door de informatie mentaal te reorganiseren en haar te integreren in de eerder opgedane kennis, waardoor de leerlingen de informatie in nieuwe situaties kunnen toepassen. In dit artikel presenteren we acht leerstrategieën die bedoeld zijn om generatief leren te bevorderen: samenvatten, mappen, tekenen, verbeelden, zelftesten, aan zichzelf uitleggen, lesgeven en uitbeelden. Om te beginnen geven we een overzicht van de generatieve leertheorie die gegrondvest is op Merlin Wittrocks (1974) generatieve model van begrip en die we terugzien in recentere raamwerken voor actief leren, zoals Mayers selecteer-organiseer-integreer (SOI)-raamwerk (Mayer, 2014). Vervolgens geven we van elk van de acht strategieën een beschrijving, bespreken we voorbeelden van relevant onderzoek en de potentiële begrenzing van de strategie in kwestie, en geven we aanbevelingen voor de toepassing ervan in de praktijk. Ten slotte bespreken we de implicaties van generatief leren voor het onderzoek naar leren en geven we suggesties voor verder onderzoek.

Selecteer-organiseer-integreer (SOI)-raamwerk

Het artikel

In 2015 publiceerden Richard Mayer en Logan Fiorella hun boek *Learning as a Generative Activity*, waarin ze acht generatieve leeractiviteiten of -strategieën beschreven. Ze worden generatief (en soms ook productief) genoemd omdat zij leerlingen de ruimte geven of zelfs dwingen om de informatie die zij aangeboden krijgen opnieuw vorm te geven, om vervolgens op basis daarvan hun eigen output te genereren, zoals een samenvatting of een tekening. Met andere woorden: de leerlingen genereren/produceren zelf iets op basis van wat ze hebben geleerd, en wat het geleerde overstijgt.

Generatieve leeractiviteiten/strategieën

Fiorella en Mayer zien de oorsprong van het generatieve leren in het werk van Frederic Bartlett, die in 1932 als eerste de term ‘schema’s’ gebruikte voor de kennisstructuren in ons hoofd en die leren zag als het construeren van schema’s. In 1974 beschreef Wittrock een generatief model van leren, gebaseerd op de gedachte dat leerlingen ‘voorstellingen en betekenissen genereren die consistent zijn met hun voorafgaande kennis’ (Wittrock, 1974, p. 88) en dat ‘leren dat met begrip gepaard gaat, een proces volgt waarbij betekenis wordt gegenereerd en overgebracht voor de stimuli en de gebeurtenissen uit iemands achtergrond, houdingen, vaardigheden en ervaringen’ (p. 93).

Leren als constructie

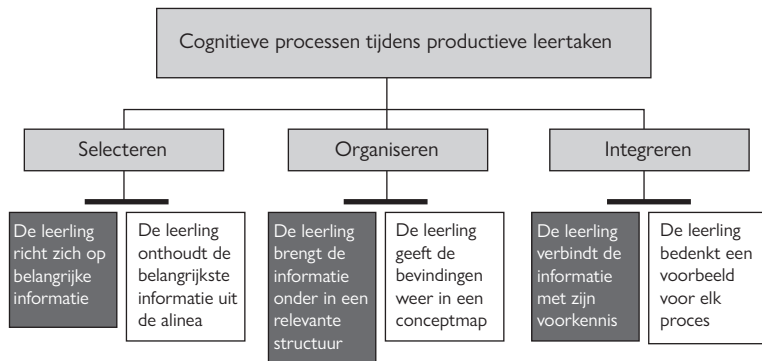
In hun artikel presenteren Fiorella en Mayer acht leerstrategieën die bedoeld zijn om generatief leren te bevorderen, namelijk samenvatten,

mappen, tekenen, verbeelden, zelftesten, aan zichzelf uitleggen, lesgeven en uitbeelden. Elke strategie zet leerlingen aan om Mayers selecteer-organiseer-integreer (soi)-geheugenmodel toe te passen (Mayer, 1996). Volgens dit model zijn er drie cognitieve processen betrokken bij betekenisvol leren, namelijk het *selecteren* van relevante informatie uit het aanbod, het *organiseren* van de geselecteerde informatie in samenhangende voorstellingen, en het *integreren* van het informatieaanbod in de reeds aanwezige kennis (zie figuur 13.1).

Selecteer-
Organiseer-
Integreer (soi)-
geheugenmodel

Figuur 13.1

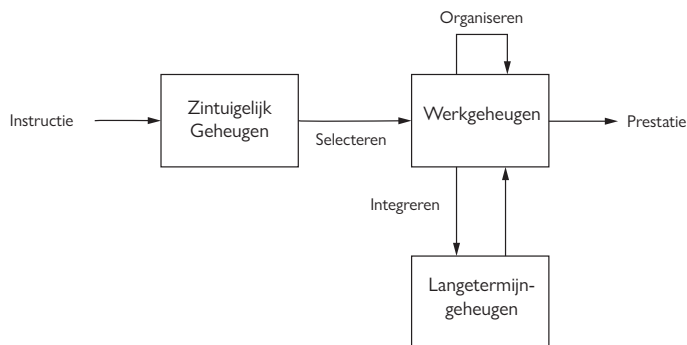
Het SOI-geheugenmodel (Selecteer, Organiseer en Integreer) van Mayer (gebaseerd op Fiorella & Mayer, 2016).



Deze strategieën zorgen ervoor dat leerlingen actief nadenken over de leerstof. Ze moeten uit de instructie (in welke vorm die ook gegeven wordt) stukjes informatie uitzoeken en verbinden, de verbanden tussen de verschillende stukjes laten zien en al doende hun eigen specifieke manier construeren om erover na te denken. De scherpzinnige lezer die ook *Op de schouders van reuzen* heeft gelezen zal denken aan Deel 1 over de werking van het geheugen, waar we onze cognitieve architectuur hebben behandeld. Dit soi-model past daar perfect in (zie figuur 13.2).

Figuur 13.2

Het SOI-model in relatie tot cognitieve architectuur (aangepast van Fiorella & Mayer, 2016).



Generatief leren:
informatie veranderen
in kennis

Kort gezegd is generatief leren het proces waarmee we binnenkomende informatie (zoals woorden en beelden) veranderen in bruikbare kennis (bijv. mentale modellen, schema's). Als zodanig hangt generatief leren niet alleen af van hoe de informatie aan leerlingen wordt aangeboden (instructiemethoden), maar ook van hoe de leerlingen er betekenis aan proberen te geven (leerstrategieën). Toch richt veel onderzoek zich op instructie-

methoden, dat wil zeggen op wat een leraar of instructeur kan doen om het leren te bevorderen.

De acht technieken/leerstrategieën

Zoals gezegd brengen de auteurs acht technieken of leerstrategieën naar voren die generatief leren bevorderen, namelijk samenvatten, mappen, tekenen, verbeelden, zelftesten, aan zichzelf uitleggen, lesgeven en uitbeelden.

Samenvatten: Als je een samenvatting maakt, moet je de belangrijkste inzichten uit wat je hebt gezien of gehoord beknopt weergeven in je eigen woorden. Wil de samenvatting generatief zijn, dan moet ze meer zijn dan een woordelijke transcriptie van een les of een weergave van de exacte woorden of zinnen die je hebt gelezen. Het vereist dat je de belangrijkste concepten uit een les selecteert, organiseert en integreert in wat je al weet (bestaande kennis). Vaak zul je in een samenvatting ook je eigen interpretatie van die concepten geven, op basis van je bestaande kennis.

Mapping: Mapping ('in kaart brengen') is niet één specifieke activiteit, maar eerder een verzameling technieken om gedrukte of gesproken tekst om te zetten in een ruimtelijke ordening van woorden en de verbanden daartussen. Drie voorbeelden zijn conceptkaarten, kenniskaarten en grafische organizers.

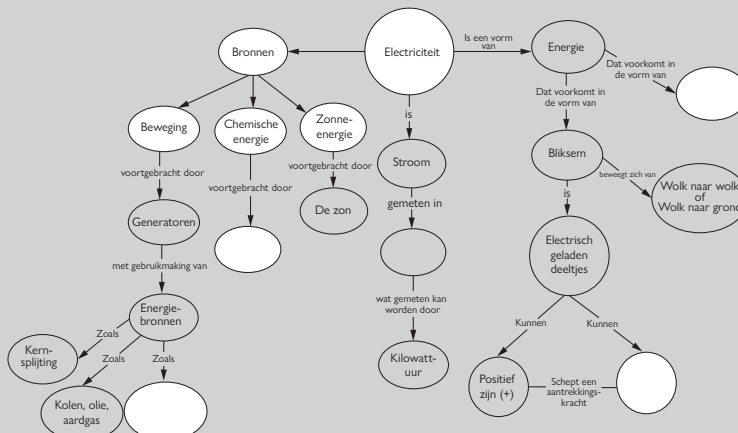
Samenvatten

Mapping

DRIE VOORBEELDEN VAN MAPPING

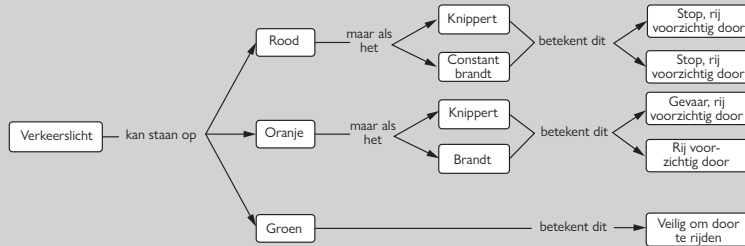
Een *conceptmap* is een visuele weergave van informatie waarin de belangrijkste concepten en gedachten uit een les zijn weergegeven, vaak als vierkanten of cirkels, waarbij de relaties ertussen meestal zijn weergegeven als lijnen of pijlen, met verbindende zinnestjes die de relatie nader aanduiden.

Conceptmap



Kenniskaart

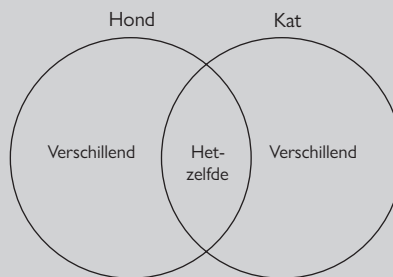
Een *kenniskaart* 'is een bijzonder soort conceptmap waarin de verbanden beperkt zijn tot een verzameling van tevoren gedefinieerde relaties, zoals "onderdeel van", "soort van", "leidt tot" en "kenmerk van"' (p. 722).



Grafische organizer

Een *grafische organizer* is een verzameling van grafische weergaven, waarbij de belangrijkste concepten gerangschikt zijn in een vooraf vastgestelde structuur, zoals een matrix, een flowchart of een boomdiagram, die respectievelijk gebruikt kunnen worden om te vergelijken en contrasteren, om oorzaak en gevolg aan te geven en om zaken te classificeren in een hiërarchie.

Vergelijkingsmatrix					
Voedingsstoffen	Broccoli	Biefstuk	Brood	Pizza	Appel
Eiwitten					
Vetten					
Koolhydraten					
Suikers					
Zout					
Andere					



Tekenen

Tekenen: Hierbij maak je een tekening waarin de lesinhoud wordt weergegeven. Je kunt dit met de hand doen (potlood en papier) of met een computer of tablet. Als je tekent, moet je een tekst (geschreven of gehoord) vertalen naar een beeld. Hiervoor moet je de belangrijkste begrippen uit

een les selecteren en ruimtelijk organiseren, en je bestaande kennis gebruiken om de betekenis van de tekst en het verband met de tekening te verhelderen.

Verbeelden: als je je verbeelding gebruikt, maak je mentale voorstellingen van de inhoud van een les terwijl je leest of luistert.

Verbeelden

Zelftesten: Zelftesten is een vorm van herhaald oefenen (toetseffect) waarbij je gewoonlijk over een bepaalde periode meerdere toetsen of quizjes doet waarin je de lesstof uit je geheugen moet terughalen, waardoor de stof beter beklijft. Dit wordt besproken in hoofdstuk 22 van *Op de schouders van reuzen* ('Toetsen om te leren').

Zelftesten

Aan jezelf uitleggen: Aan jezelf uitleggen houdt in dat je tijdens het studeren de stof aan jezelf uitlegt. John Dunlosky en collega's (2013; zie ook hoofdstuk 16 van *Op de schouders van reuzen*) omschrijft het als 'Uitleggen (aan jezelf) hoe nieuwe informatie verband houdt met reeds bekende informatie, of het uitleggen van de stappen die je neemt bij het oplossen van een probleem'. Het is enigszins vergelijkbaar met wat leraren doen als ze leerlingen laten uitweiden over de stof. Als je bijvoorbeeld een tekst leest over de werking van de remmen van een auto, kun je proberen jezelf uit te leggen wat het verschil is tussen trommelremmen en schijfremmen, met je aandacht gericht op alle conclusies of redeneringen die verband houden met remmen en het gebruik ervan (waarom de ene soort beter of slechter werkt dan de andere en in welke omstandigheden); je bepaalt wat je moet verduidelijken of moet laten verduidelijken over de remmen en/of je bedenkt situaties waarin de ene of de andere beter zou zijn.

Aan jezelf uitleggen

Lesgeven: Leren door les te geven (aan medeleerlingen) lijkt op leren door iets aan jezelf uit te leggen, maar nu moet je het te leren materiaal aan iemand anders uitleggen, met als doel de ander te helpen het te begrijpen en te leren. Je moet je dus verplaatsen in de ander, die wellicht minder weet dan jij. Je moet voorbeelden bedenken die helpen, analogieën die de stof verduidelijken enzovoort. In het ideale geval moet je ook nog toetsen of de andere begrepen heeft wat je de ander hebt geleerd, waarbij een vorm van zelftoetsing komt kijken.

Lesgeven

Uitbeelden: Hierbij voer je tijdens het leren bepaalde bewegingen uit die relevant zijn voor de taak in kwestie, zoals het manipuleren van voorwerpen of het maken van gebaren in overeenstemming met de lesinhoud. Een voorbeeld hiervan is het plaatsen van poppen in een opstelling die overeenkomt die van de drie heksen, Hecate en Macbeth in de beroemde ketelscène. Als men wil verklaren waarom dit helpt om iets beter te leren, grijpt men meestal naar theorieën over belichaamde cognitie (embodied cognition) en instructie, die inhouden dat onze cognitieve processen zijn gegrondvest op onze fysieke interactie met de omgeving.

Uitbeelden

Conclusies

Fiorella en Mayer geven niet alleen wetenschappelijk bewijs voor hoe en wanneer de strategieën werken en wanneer niet, ze geven ook praktische aanbevelingen voor hoe je de strategieën kunt toepassen en waarschuwen welke obstakels/problemen zich daarbij kunnen voordoen. Het is uiteraard het beste om hun werk zelf te lezen, maar we zullen een paar hieronder bespreken.

Strategieën moeten aangeleerd en geoefend worden

Samenvatten: Samenvatten is niet iets wat van nature ontstaat, dus zonder instructie en oefening. Het is alleen effectief als leerlingen het hebben *geleerd* en ermee hebben *geoefend*, waardoor ze de ‘kunst’ van het samenvatten zijn gaan *beheersen*. Vooral jonge leerlingen moeten uitgebreid worden getraind in hoe je samenvattingen maakt (zoals de hoofdgedachten selecteren en die in je eigen woorden weergeven). Let op: dit geldt ook voor de andere zeven technieken!

Mapping: Fiorella en Mayer benoemen twee belangrijke obstakels voor het in kaart brengen, namelijk dat ook hier de leerlingen uitgebreid getraind moeten worden in het maken van bruikbare grafische weergaven, en dat ze kunnen afhaken als het maken ervan te veel moeite en tijd kost.

Tekenen: Je moet behoedzaam te werk gaan als je tekenen als techniek invoert. Leerlingen hebben heel specifieke aanwijzingen nodig over wat ze moeten tekenen (bijvoorbeeld wat er wel en niet op de tekening moet komen). De auteurs bevelen ook aan dat je zo weinig mogelijk teken-technieken van de leerlingen moet vragen, bijvoorbeeld door ze een ‘vooraf getekende achtergrond te geven, met eenvoudige elementen in de kantlijn die makkelijk nagetekend kunnen worden’ (p. 723).

Verbeelden: Als leraar moet je de potentiële moeilijkheden begrijpen die gepaard gaan met het genereren van bruikbare mentale voorstellingen. In de eerste plaats moeten leerlingen over voldoende voorkennis beschikken om zich effectief iets voor te stellen, vooral als de stof complex is voor de leerling. In de tweede plaats helpt het om heel specifieke aanzetten te geven voor wat de leerlingen zich moeten voorstellen; soms moet je ze zelfs precies vertellen wat ze erin moeten opnemen.

Zelftoetsing: Anders dan de voorgaande technieken vereist zelftoetsing geen uitgebreide training. Als je het gebruikt, onthoud dan dat oefentoetsen 1. gepaard moeten gaan met onmiddellijke feedback (zie *Op de schouders van reuzen*, hoofdstuk 21) om fouten of misvattingen te corrigeren en 2. regelmatig moeten worden herhaald.

Aan jezelf uitleggen: Deze strategie kan niet overal voor gebruikt worden. Ze werkt uitermate goed om complex conceptueel materiaal te begrijpen en te leren, maar niet om eenvoudige feiten te onthouden. Dit komt doordat het bedoeld is om leerlingen te laten nadenken over hun eigen begrip van het materiaal, hun misvattingen te herkennen en gebrekkige mentale modellen te verbeteren (p. 728). Het kan ook heel

Nadenken over begrip

bruikbaar zijn als bij het leren complexe diagrammen of voorbeelden komen kijken.

Lesgeven: Lesgeven betekent niet dat je gewoon iets staat te vertellen (zoals jij beter weet dan wie dan ook!). Het vergt voorbereiding, uitleg en interactie. De leerlingen moeten de fasen begrijpen en ze volgen. Als je iets leert in de wetenschap dat je het zal gaan uitleggen aan een medeleerling (d.w.z.: voorbereiding), dan kan dat je helpen om een betere uitleg te geven wanneer je feitelijk lesgeeft aan je medeleerling. Het beantwoorden van de vragen van een medeleerling kan ook leiden tot een diepere cognitieve verwerking, omdat het je dwingt om na te denken over de mate waarin je zelf de stof begrijpt en omdat je moet uitweiden tot buiten de eigenlijke stof.

Uitbeelden: Om uitbeelden effectief te gebruiken hebben leerlingen 'expliciete begeleiding nodig over hoe specifieke acties uitgevoerd moeten worden die bedoeld zijn om het leren te bevorderen – dat wil zeggen uitleg over hoe bepaalde gebaren verband houden met probleemoplossingsstrategieën (...) of hoe andere lichaamsbewegingen of het manipuleren van voorwerpen verband houden met gebeurtenissen die in het verhaal worden beschreven' (p. 731).

Om mee te nemen

- Generatief leren omvat het *selecteren* van relevante informatie, die *organiseren* in samenhangende voorstellingen en haar vervolgen *integreren* in reeds bestaande kennis (het zogenoemde SOI-model).
- Generatief leren zorgt ervoor dat leerlingen op een cognitief actieve manier contact maken met wat ze leren en dwingt ze om stukjes informatie uit te zoeken en te verbinden, in welke vorm de instructie ook gegeven wordt.
- Generatieve leertechnieken zijn vaardigheden die ontwikkeld moeten worden. Een aantal, zo niet alle, moeten geleerd en uitgebreid geoefend worden, willen de leerlingen er profijt van hebben.
- Leerlingen gaan de technieken niet vanzelf toepassen. Als ze het zelf moeten uitzoeken, gaan ze teksten herlezen en belangrijke zaken onderstrepen, technieken die allebei ineffectief zijn bevonden. Dit houdt in dat we ze moeten vertellen dat ze de activiteiten moeten uitvoeren. Hopelijk zullen ze ervaren dat deze *wenselijke moeilijkheden* (zie hoofdstuk 14) tot beter leren leiden, waardoor ze ze op den duur ook ongevraagd gaan toepassen.
- Niets werkt overal en alles werkt wel ergens; wees daarom zorgvuldig bij het kiezen van een strategie die bij je doelen en de inhoud past.

Referenties

- 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, 4-58.
- Fiorella, L., & Mayer, R.E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28, 717-741.
- Mayer, R.E. (1996). Learning strategies for making sense out of expository text: The SOI model for guiding three cognitive processes in knowledge construction. *Educational Psychology Review*, 8, 357-371.
- Mayer, R.E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In: R.E. Mayer (red.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2e ed., pp. 43-71). Cambridge University Press.
- Wittrock, M.C. (1974). Learning as a generative process. *Educational Psychologist*, 11(2), 87-95.
- Wittrock, M.C. (1989). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 345-376.

Leestips en links



Brod, G. (2021). Generative learning: Which strategies for what age? *Educational Psychology Review*, 33, 1295-1318. **Beschikbaar via:** <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-020-09571-9>

Enser, Z., & Enser, M. (2020). *Fiorella & Mayer's Generative Learning in Action*. John Catt Education.

Hier wordt nagegaan hoe wij als leraren de acht strategieën voor generatief leren in de praktijk kunnen brengen die Fiorella en Mayer hebben uiteengezet in hun baanbrekende werk uit 2015, *Learning as a Generative Activity: Eight Learning Strategies That Promote Learning*.

Video's



Een introductie tot generatief leren door Zoe en Mark Enser. In deze video leggen ze de principes achter de theorie uit en onderzoeken ze hoe die in de praktijk kan worden gebracht. **Beschikbaar via:** www.youtube.com/watch?v=sucomg3beom

Websites



Let's get to work with productive learning strategies: **Summarising:** de eerste in een serie van acht blogs, oorspronkelijk geschreven door Tine Hoof, Tim Surma & Paul A. Kirschner over de generatieve leerstrategieën van Fiorella en Mayer. Volg de link voor de andere zeven delen. **Beschikbaar via:** <https://tinyurl.com/zj9p36d6>



Visuele hulpmiddelen kunnen er niet alleen toe leiden dat leerlingen aanzienlijk beter inhoudelijk en conceptueel leren, maar kunnen ook zelfreflectie en empathisch begrip stimuleren. Voorafgaand aan zijn cursus voor *Teaching Times* geeft

David Hyerle inzicht in de kracht en de potentie ervan. **Beschikbaar via:** www.teachingtimes.com/visual-tools-for-thinking-and-learning/

Een lijst met typen grafische organizers en een sjabloon om ze te gebruiken.

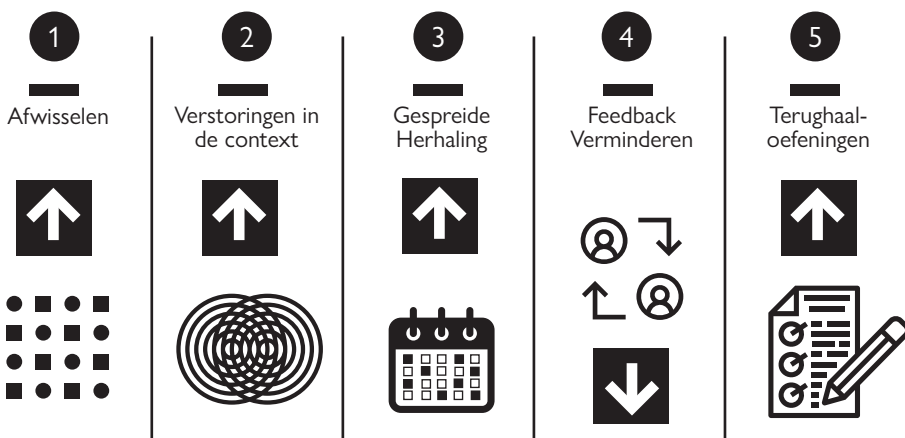
Beschikbaar via: <https://creately.com/blog/diagrams/types-of-graphic-organizers/>



14

LEREN: NIETS GAAT ZONDER PIJN IN JE BREIN

Robert Bjork over wenselijke moeilijkheden



14 LEREN: NIETS GAAT ZONDER PIJN IN JE BREIN

Hoofdstuk Memory and metamemory considerations in the training of human beings¹

Citaat *‘Conditioes die tijdens de training een hoog percentage juiste antwoorden opleveren, kunnen na de training tekortschieten bij het ondersteunen van prestaties in een andere omgeving; en omgekeerd kunnen condities die tijdens het trainen de prestaties lijken te hinderen of te vertragen, de prestaties daarna versterken in de echte wereld.’²*

Waarom je dit hoofdstuk zou moeten lezen

Stel je voor dat je aan het trainen bent voor een sport zoals voetbal – en de trainer leert je alle fijne kneepjes van de sport maar wel zonder tegenstander. Of dat je vrije trappen oefent met een rij poppen als verdedigers en zonder keeper. Op die manier kun je wel sommige aspecten van de verschillende situaties perfectioneren, maar in een wedstrijd zul je niet veel klaarspelen. Waarom? Omdat je geen dribbels hebt geoefend met een tegenstander die de bal probeert af te pakken of twee verdedigers die op je aflopen. Omdat er bij de vrije trap geen opspringende verdedigers waren en/of verdedigers die op je afstormden, geen ploeggenoten die klaarstonden om de bal van richting te veranderen en geen keeper die probeerde je af te leiden of naar de juiste hoek dook om je schot te blokkeren. Dit zijn zomaar een paar zaken die je in een echte wedstrijd tegenkomt, en een goede trainer zal die toevoegen aan de training. Daarmee zal die elke handeling moeilijker maken, maar dit zijn wel wenselijke moeilijkheden, omdat je alleen onder die omstandigheden de vaardigheden zult verwerven die je nodig hebt om tijdens de echte wedstrijd op je positie te spelen.

¹ Bjork, R.A. (1994b). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In: J. Metcalfe & A. Shimamura (red.), *Metacognition: Knowing About Knowing* (pp. 185-205). MIT Press.

² Bjork, R.A. (1994a). Institutional impediments to effective training. In: D. Druckman & R.A. Bjork (red.), *Learning, Remembering, Believing: Enhancing Individual and Team Performance* (pp. 299). National Academy Press.

De trainer heeft *wenselijke moeilijkheden* ingebracht: strategisch gekozen hindernissen die je hebben geholpen om te leren en om uiteindelijk beter te functioneren als het echt moet.

Robert Bjork gebruikte als eerste de uitdrukking ‘wenselijke moeilijkheden’ in verband met leren en opleiden. In dit hoofdstuk laten we zien wat wenselijke moeilijkheden zijn en hoe en waarom ze werken, en bespreken we de inhoud van een aantal wenselijke moeilijkheden.

Abstract van het hoofdstuk

In recente artikelen hebben Christina en Bjork (1991) en Schmidt en Bjork (1992) betoogd dat opleidingsprogramma’s vaak veel minder effectief zijn dan ze kunnen zijn. Een kernpunt van hun betoog is dat degenen die verantwoordelijk zijn voor de opleiding vaak niet goed weten welke oefencondities effectief zijn en welke niet. Van condities die tijdens de opleiding de prestaties verhogen, wordt impliciet of expliciet aangenomen dat zij ook de beste keuze zijn om het doel van de opleiding te versterken, namelijk langdurig presteren na afloop van de opleiding. Die aanname is echter vaak twijfelachtig, en soms zelfs volkomen onjuist. Omstandigheden die ervoor zorgen dat er tijdens de opleiding sneller geleerd wordt, kunnen ongeschikt zijn om na de opleiding de prestaties op de lange duur te bevorderen, terwijl ingrepen die het voor de lerende lastiger maken tijdens de opleiding de prestaties na afloop daarvan kunnen vergroten.

Het hoofdstuk

Het doel van het onderwijs of van het lesgeven is – of zou moeten zijn – dat leerlingen kunnen onthouden en terughalen wat ze hebben geleerd lang nadat het onderwezen is, en dat ze het geleerde kunnen toepassen in nieuwe/andere situaties, zowel binnen als buiten de schoolomgeving. Met andere woorden: het geleerde moet blijven hangen, niet alleen tot de toets of het einde van het semester, maar veel langer: tot in het volgende leerjaar of de vervolgopleiding of zelfs voor de rest van hun leven, zelfs als ze er een poosje geen beroep op hebben gedaan.

Onthouden en terughalen

Een tweede doel van het onderwijs is om leerlingen te helpen een voorstelling van de kennis of vaardigheid te vormen, waar ze snel en makkelijk bij kunnen als ze die nodig hebben; we noemen dit een mentaal of cognitief schema. De leerlingen kunnen uit dit schema putten in situaties die afwijken van de situatie waarin het geleerd is en het vertalen naar die nieuwe situaties. In Bjorks eigen woorden: ‘Geformuleerd in de termen van het menselijk geheugen zouden we willen dat een opleidingsprogramma er niet alleen voor zorgt dat de leerling een voorstelling van de beoogde kennis opslaat in zijn langetermijngeheugen, maar ook dat deze voorstelling langere tijd toegankelijk (oproepbaar) blijft, ook in andere contexten’ (pp. 186-187).

Cognitief schema

Het menselijk geheugen is eigenaardig, in die zin dat we informatie niet in ons langetermijngeheugen opslaan in de vorm van letterlijke opnames die we kunnen afspelen als we ze nodig hebben, maar dat het meer op een semantische manier wordt opgeslagen, in termen van wat het voor ons betekent en hoe het samenhangt met andere dingen in ons geheugen.

Semantisch en
episodisch geheugen

SEMANTISCH VERSUS EPISODISCH GEHEUGEN

Het semantisch geheugen is de kennis over de wereld om ons heen die we opgebouwd hebben in ons langetermijngeheugen. Het bestaat uit feiten, ideeën en concepten die vervlochten zijn met onze ervaringen en afhankelijk zijn van onze cultuur. Voorbeelden van dingen die we opslaan in ons semantisch geheugen zijn het aantal regels waaruit een sonnet bestaat en de mogelijke rijmschema's die ervoor worden gebruikt, wat het noorderlicht is, hoe je koekjes bakt, of welke dieren zoogdieren zijn en wat voor kenmerken die hebben.

Het episodisch geheugen daarentegen bestaat uit langetermijnherinneringen aan specifieke gebeurtenissen, situaties en ervaringen die we hebben opgedaan (de episodes in ons leven). Voorbeelden van wat we in ons episodisch geheugen hebben, is hoe je je voelde toen je voor het eerst een sonnet van Shakespeare las, hoe de koekjes van oma roken en smaakten, de indruk die het noorderlicht op je maakte toen je met je partner in Finland kampeerde en hoe verwonderd je was toen je in een museum een boomspitsmuis en een blauwe vinvis zag en erachter kwam dat het allebei zoogdieren waren.

Coderen en terughalen

Hoe vaker we iets op steeds andere manieren opslaan (coderen), hoe beter. Een tweede eigenaardigheid van ons geheugen is dat het terughalen op zich van informatie een krachtige leerervaring is. De informatie die we terughalen, blijft niet in dezelfde toestand als voorheen. Als we informatie naar voren halen, wordt deze informatie in de toekomst makkelijker terug te halen. Bjork noemt de handeling van het terughalen een *geheugen-versterker*. Hoe vaker we informatie op steeds andere manieren terughalen, des te beter en makkelijker we het in de toekomst opnieuw kunnen terughalen. Hij stelt dat 'als leeractiviteit (...) kan het met succes terughalen aanzienlijk krachtiger zijn dan een extra gelegenheid om te leren, met name als het gaat om het terughalen op de lange termijn' (p. 188). Met andere woorden: duurzaam en flexibel leren wordt deels bepaald door de manier waarop informatie is gecodeerd/opgeslagen (d.w.z. of en hoe het is begrepen) en deels door te oefenen met het proces van terughalen.

De noodzaak om moeilijkheden te creëren voor de leerling

Bjork stelt op dit punt de vraag: ‘Welke specifieke manipulaties tijdens de opleiding zijn het meest geschikt om de langetermijndoelen te behalen, of ze nu geformuleerd zijn als prestatie-indicatoren na de opleiding of in termen van de onderliggende geheugenschema’s?’ (p. 189). We moeten ons ervan bewust zijn dat de exacte mix van technieken ter discussie staat, maar één universele eigenschap van die mix is dat de leerling wordt geconfronteerd met moeilijkheden en uitdagingen. Op dit punt introduceert Bjork vijf – in zijn woorden – ‘manipulaties’ die we vandaag de dag wenselijke moeilijkheden noemen.

De eerste manipulatie (wenselijke moeilijkheid) is het *variëren van de oefeningen*. Overeenkomstig met wat Van Merriënboer naar voren brengt in zijn Four-Component Instruction Design Model (4C/ID; zie hoofdstuk 8) stelt Bjork dat ‘het introduceren van variatie en/of onvoorspelbaarheid in de opleidingsomgeving de leerling voor problemen plaatst, maar dat dit de prestaties op de lange termijn bevordert – in het bijzonder het vermogen om het geleerde toe te passen in nieuwe maar verwante situaties’ (p. 189). We noemen dit nu variëren of *afwisselen*. Het telkens opnieuw inoefenen van iets in dezelfde situatie leidt weliswaar tot snelheid en nauwkeurigheid op dat moment (bijvoorbeeld het tien keer achter elkaar uitrekenen van de oppervlakte van verschillende rechthoekige driehoeken, om een dag later hetzelfde te doen voor driehoeken met een stompe hoek, enzovoort), maar als je vervolgens geconfronteerd wordt met alle verschillende soorten driehoeken waarvan je de oppervlakte moet berekenen, dan was het beter geweest als je de verschillende soorten driehoeken door elkaar had geleerd en geoefend. Het oefenen van opdrachten in willekeurige volgorde, in plaats van soort bij soort, kan de prestaties tijdens het oefenen verminderen, maar het versterkt de prestaties op de lange duur.

De tweede wenselijke moeilijkheid is zorgen voor *verstoringen in de context*. Het lijkt veel op de eerste moeilijkheid, maar hier maak je de omgeving waarin de taak wordt uitgevoerd – dus niet de taak zelf – afwisselender of minder voorspelbaar, ‘op een manier die, tenminste tijdelijk, voor verstoringen voor de leerling zorgt’ (p. 190). Hierbij worden dingen geoefend onder omstandigheden waarin bepaalde contextuele factoren een snelle en vloeiende beheersing in de weg staan, bijvoorbeeld door de moeilijkheidsgraad van de informatie te variëren, of door meer of minder informatie te geven (soms is bepaalde informatie beschikbaar en soms niet). Neem bijvoorbeeld het oplossen van een probleem bij een proces zoals het distilleren van whisky. Bij één opdracht wordt het proces verstoord door de hitte van het vuur en bij een andere door de hoeveelheid suiker in de gemoute gerst. Iedereen die leert om whisky te stoken worstelt met zulke verstoringen uit de omgeving, maar toch is aangetoond dat een dergelijke benadering leidt tot beter onthouden en betere prestaties bij de

Variëren/Afwisselen

Verstoringen in de context

transfer naar nieuwe situaties dan oefenen in omstandigheden waar geen verstoringen optreden.

Gespreid oefenen

De derde moeilijkheid is *gespreid oefenen van opdrachten*. Als leraren en leerlingen zijn we geneigd om aan één stuk door te oefenen of te leren (zoals de avond van tevoren stampen voor een toets). Dat leidt op de korte termijn tot betere prestaties (je kunt de stof bijvoorbeeld makkelijker terughalen op de toets), maar het spreiden van het oefenen of leren over de tijd (bijvoorbeeld op meerdere dagen korter oefenen) verhoogt de prestaties en de terughaalsterkte op de langere termijn.

Feedback verminderen

De vierde moeilijkheid is *feedback voor de leerling verminderen*. Bjork merkt op dat algemeen wordt aangenomen dat het geven van feedback helpt bij het verwerven van een vaardigheid, en dat hoe onmiddellijker, frequenter en/of preciezer de feedback is, des te beter het is voor het leren en de prestaties. Op grond van onderzoek van Richard Schmidt en collega's (bijv. Schmidt, 1991; Winstein & Schmidt, 1990) stelt hij echter dat het verminderen van feedback het leven van leerlingen misschien onaanemelijker maakt *tijdens* de opleiding, maar dat het hun prestaties *na* de opleiding kan verbeteren. De reden hiervoor is dat frequente feedback de leerlingen stuurt in de richting van de verwachte prestatie, en zelfs een zekere afhankelijkheid creëert doordat de leerlingen gaan vertrouwen op de feedback om er hun gedrag op af te stemmen. Als dit gebeurt, 'vindt het leren dat nodig is om na de opleiding tot voldoende prestaties te komen wat betreft onthouden of transfer niet of slechts in geringe mate plaats' (Christina & Bjork, 1991, p. 47), waardoor de leerling in de problemen raakt als die geen of weinig feedback krijgt.

Terughaal oefeningen

De vijfde en laatste wenselijke moeilijkheid is het *gebruik van toetsen als leermiddel*, nu bekend als *retrieval practice* of *terughaal oefeningen* (retrieval practice). In dit opzicht is het terughalen van wat je hebt geleerd aanmerkelijk effectiever voor het onthouden op de langere termijn dan het herhaald doornemen van de stof. Ook het vooraf toetsen van de stof levert betere leerresultaten op bij het daaropvolgende studeren (lezen, toetsen, herlezen). Net zoals bij de andere wenselijke moeilijkheden lijkt het gebruik van toetsen in plaats van herhaald leren of het moeilijker maken van die toetsen contraproductief *tijdens* het leren, zoals gemeten aan de hand van een toets onmiddellijk na een studeersessie, maar zorgt het ervoor dat de stof na een langere tussenpoos beter kan worden terughaald. Dit effect neemt toe naarmate de toetsmomenten verder over de tijd worden gespreid (zie moeilijkheid 3).

De hamvraag

De vraag die zich nu opringt, is: als we dit allemaal weten, hoe komt het dan dat 'achter elkaar stampen, overmatige feedback, vaste oefen-omstandigheden en beperkte mogelijkheden voor terughaal oefeningen –

samen met andere improductieve manipulaties – schering en inslag zijn in werkelijke opleidingsprogramma's? (p. 193). Bjork schrijft dit toe aan drie dingen: mispercepties van de leraar, overwegingen op het gebied van metageheugen en mispercepties van de leerling.

'Mispercepties van de leraar' is een verzamelterm voor een aantal verschijnselen. In de eerste plaats worden leraren overmatig blootgesteld aan de dagelijkse prestaties en feedback van hun leerlingen. Leraren zijn gevoelig, aldus Bjork, voor 'een soort operante conditionering, waarin de versterkende gebeurtenissen prestatieverbeteringen en/of welzijn [van de leerlingen] zijn' (p. 193). In de tweede plaats worden leraren vaak beoordeeld op de prestaties en de tevredenheid van hun leerlingen. Prestaties op de korte termijn en studiegemak hebben grotere invloed op de evaluatie dan leren en transfer op de langere termijn. Ten derde zien leraren de resultaten op de langere termijn niet. Leerlingen gaan naar het volgende leerjaar met andere leraren of zelfs naar andere scholen, waardoor hun latere slagen of falen onzichtbaar blijft.

Mispercepties van de leraar

PRESTEREN VERSUS LEREN

Als we het hebben over 'leren', dan bedoelen we relatief langdurige/ blijvende veranderingen in ons langetermijngeheugen (Kirschner et al., 2006) of gedrag. Als we het daarentegen over 'presteren' hebben, dan bedoelen we tijdelijke veranderingen of variaties in onze kennis of gedrag, die gewoonlijk worden gemeten gedurende of vlak na de leerervaring. Met andere woorden: presteren is een verandering op korte termijn, terwijl leren een verandering op lange termijn is. Het ene is zichtbaar, terwijl het andere grotendeels onzichtbaar is.

Presteren versus leren

Metageheugen – tegenwoordig gebruiken we de term *metacognitie* – is de mate waarin leerlingen in staat zijn om hun eigen leren of vaardigheid op een valide en betrouwbare manier te beoordelen. Bjork stelt dat 'mensen die illusies koesteren over hun begrip of vaardigheid een groter gevaar vormen voor zichzelf en anderen dan mensen die beseffen dat hun informatie of vaardigheden lacunes vertonen' (p. 194). Kinderen en adolescenten (en heel vaak ook volwassenen) zijn niet erg goed in het evalueren van hun eigen vaardigheden. Een tekst herlezen schept de illusie dat je iets geleerd hebt, omdat je als je iets opnieuw leest denkt: 'Ja, dat herken ik', maar herkennen wat je leest is heel iets anders dan het later weer kunnen terughalen. Zo geeft ook de snelle vooruitgang die een leerling ervaart als die de oppervlakte van een driehoek tien keer achter elkaar uitrekt een goed gevoel, terwijl er misschien weinig is geleerd. Worstelen en fouten

Metacognitie

Mispercepties van de leerling

maken voelen daarentegen onprettig, ook al leer je daar misschien wel echt van. Dit misleidende gevoel over vooruitgang kan ertoe leiden dat leerlingen de voorkeur geven aan minder effectieve studiestrategieën.

Mispercepties van de leerling, waar één indicator gebruikt wordt om de andere te voorspellen, kunnen ten slotte het gebruik van succesvolle strategieën in de weg staan. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld misleid worden door hun eigen successen tijdens het leren. Ze nemen hun eigen prestaties tijdens het leren waar, om vervolgens aan te nemen dat hun succes in de leersituatie (bijv. het vermogen om de oppervlakte van een rechthoekige driehoek uit te rekenen na de derde of vierde opdracht in een reeks van tien gelijksoortige opdrachten) een toekomstig succes voorspelt, en dat het falen als gevolg van wenselijke moeilijkheden (zoals het variëren van de omstandigheden waarin geoefend wordt, of verstoringen vanuit de context) toekomstig falen voorspelt. In feite vertrouwen zij op een 'onbetrouwbare indicator – het huidige gemak om aan een goed antwoord of een juiste procedure te komen – als indicator voor de mate waarin leren in bredere zin heeft plaatsgevonden' (p. 196). Een tweede onbetrouwbare indicator is vertrouwdheid. Als iets vertrouwd voorkomt, zoals we al opmerkten in verband met herlezen, dan zie je die vertrouwdheid onterecht aan voor een indicator voor leren.

Het gevolg van deze mispercepties is dat zowel de leerling als de leraar geen betekenisvolle, objectieve informatie krijgt over het proces van lesgeven en leren, maar misleidende subjectieve ervaringen. Op deze manier lopen we het risico dat beiden niet de essentiële feedback krijgen voor een valide inschatting van hun huidige kennisniveau.

LESGEVEN ZIEN ALS EEN AANGEBOREN GAVE IS GEVAARLIJK

LESGEVEN IS EEN COMPLEXE vaardigheid, waar een stevige vooropleiding voor nodig is, aangevuld met een effectieve levenslange formele, informele en niet-formele leerinspanning. Zowel schoolleiders als leraren zien lesgeven echter vaak als iets wat niet aangeleerd is, maar als een gave, als een talent dat aan bepaalde mensen geschonken is. Als je lesgeven ziet als een aangeboren talent, dan voelt kritiek op jouw manier van lesgeven – hoe constructief en specifiek die ook is – vaak als een persoonlijke aanval. Sommige leraren wijzen dit soort kritiek daarom af, of worden boos op degene die deze uitte. Andere leraren accepteren de kritiek weliswaar, maar dan als bewijs van hun beperkte vermogens als leraar, waardoor ze in de toekomst minder geneigd zijn om advies en feedback te vragen en niet op zoek gaan naar alternatieve technieken en aanpakken.

Deze opvatting van kunnen lesgeven als 'aangeboren talent' is

opmerkelijk wijdverspreid. Bij de lunch hebben we het met elkaar over familie, de politiek, sport, het weer, de aandelenbeurs ... 'maar zelden of nooit over lesgevende strategieën en technieken. Het lijkt wel alsof praten over zulke zaken taboe is – wellicht omdat het kan lijken alsof je vindt dat een collega tekortschiet als leraar, of dat je een overdreven dunk hebt van je eigen “gaven” als docent' (Bjork, 1994a).

Conclusies

De beste manier ervoor te zorgen dat leerlingen 1. onthouden en terug kunnen halen wat ze geleerd hebben nadat het is onderwezen en 2. wat ze geleerd hebben kunnen toepassen in nieuwe/andere situaties, zowel binnen als buiten de schoolomgeving, houdt in dat we hun leven op de korte termijn moeilijker maken. Eén manier om dit te doen is het introduceren van leer- en onderwijsstrategieën zoals het variëren van de oefensituaties, zorgen voor contextuele verstoringen, de oefeningen spreiden in de tijd en ruimte, minder vaak feedback geven en toetsen gebruiken om van te leren. Dit vraagt om een aantal drastische veranderingen van iedereen in het onderwijssysteem.

Op het niveau van de leraar houdt het werk van Robert Bjork in dat leraren informatie over het leren van hun leerlingen niet alleen uit toetsen en examens moeten halen, maar ook uit evaluaties van het leren op de langere termijn. Het betekent ook dat ze hun eigen lesgeven niet langer moeten beoordelen aan de hand van de leerlingtevredenheid en het vlotte verloop van de lessen. Dat de leerlingen de lessen leuk vinden, denken dat ze het hebben begrepen en dat ze iets hebben geleerd en/of vlot door de les zijn gerold, wil niet zeggen dat ze feitelijk iets hebben geleerd en dat ze de informatie in kwestie op de langere termijn kunnen terughalen en toepassen in verschillende situaties.

Analoog hieraan zijn nog twee andere veranderingen nodig. Ten eerste moeten leraren voor hun leerlingen aantonen (niet alleen laten zien) dat het geen kwaad kan als de dingen wat langzamer en moeizamer gaan; 'niets gaat zonder pijn in je brein.' Ten tweede moeten scholen en andere organisaties de leraren en hun lessen niet langer beoordelen aan de hand van leerlingprestaties, leerlingtevredenheid en/of zelfrapportages over het leren tijdens de lessen of aan het einde van een semester. Ze moeten allesomvattende, objectieve analyses uitvoeren van echt leren op de lange termijn, met het oog op het latere slagen of falen in omgevingen die ver afstaan van zowel het oorspronkelijke leren als de leraar.

Om mee te nemen

- Intuïtie en de gebruikelijke manier van doen zijn slechte raadgevers voor het lesgeven.

- Leren en presteren zijn niet hetzelfde.
- Het introduceren van één of meer wenselijke moeilijkheden leidt tot beter leren op langere termijn en betere overdracht; niets gaat zonder pijn in je brein.
- Het dwars door elkaar heen oefenen van opdrachten in plaats van blokjes van dezelfde soort opdrachten kan de prestaties tijdens het oefenen belemmeren, maar het verbetert het leren op de lange termijn.
- Zorgen voor contextuele verstoringen bij het oefenen leidt tot beter onthouden en een betere overdracht naar andere situaties.
- Het spreiden van het oefenen van een taak in plaats van aan één stuk door oefenen leidt tot opmerkelijk betere prestaties op de langere termijn en zorgt ervoor dat de stof beter onthouden wordt.
- Hoewel het verminderen van de feedbackfrequentie het leven van de leerling moeilijker maakt *tijdens* het oefenen, kan het de prestaties op langere termijn verbeteren.
- Toetsen gebruiken om van te leren en niet alleen als beoordelingsmoment is beter voor het onthouden op de langere termijn dan iets opnieuw leren.
- Het gebruik van wenselijke moeilijkheden wordt gehinderd door mispercepties van leraren, de metacognitie van leerlingen en mispercepties van leerlingen.
- Het toepassen van wenselijke moeilijkheden vraagt om een verandering van de manier waarop leraren hun eigen lesgeven en het leren van hun leerlingen beoordelen, maar ook van de manier waarop scholen en organisaties leraren beoordelen.

Referenties

- Bjork, R.A. (1994a). Institutional impediments to effective training. In: D. Druckman & R.A. Bjork (red.), *Learning, Remembering, Believing: Enhancing Individual and Team Performance* (pp. 295-306). National Academy Press.
- Bjork, R.A. (1994B). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In: J. Metcalfe & A. Shimamura (red.), *Metacognition: Knowing about Knowing* (pp. 185-205). MIT Press.
- Christina, R.W., & Bjork, R.A. (1991). Optimizing long-term retention and transfer. In: D. Druckman & R.A. Bjork (red.), *In the Mind's Eye: Enhancing Human Performance* (pp. 23-56). National Academy Press.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 46(2), 75-86.
- Schmidt, R.A. (1991). Frequent augmented feedback can degrade learning: Evidence and interpretations. In: G.E. Stelmach & J. Requin (red.), *Tutorials in Motor Neuroscience* (pp. 59-75). Kluwer Academic.

Schmidt, R.A., & Bjork, R.A. (1992). New conceptualizations of practice: Common principles in three paradigms suggest new concepts for training. *Psychological Science*, 3, 207-217.

Winstein, C.J., & Schmidt, R.A. (1990). Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, And Cognition*, 16, 677-691.

Leestips en links

Bjork, E.L., & Bjork, R.A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. In: M.A. Gernsbacher, R.W. Pew, L.M. Hough, J.R. Pomerantz, & Fabbs Foundation (red.), *Psychology and The Real World: Essays Illustrating Fundamental Contributions to Society* (pp. 56-64). Worth. **Beschikbaar via:** https://bjorklab.psych.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/13/2016/04/ebjork_rbjork_2011.pdf



Een serie gesprekken met Robert Bjork over leren, geheugen en vergeten. **Beschikbaar via:** <https://bjorklab.psych.ucla.edu/research/>



Video's

Robert Bjork en Elizabeth Bjork, Making Things Hard on Yourself, but in a Good Way. Toespraak gehouden bij de ontvangst van de James McKeen Cattell Fellow Award in Chicago, op de 28e jaarlijkse conventie van de Association for Psychological Science in mei 2016. **Beschikbaar via:** www.youtube.com/watch?v=hszdn8wmuz4



How to Study to Maximise Performance: Elizabeth Bjork & Robert Bjork: In hun informatieve, research-based TEDx Talk bieden Elizabeth en Robert Bjork onschatbare studievaardigheden voor iedereen die maximaal wil presteren wanneer het er echt op aankomt. **Beschikbaar via:** www.youtube.com/watch?v=onixm74nwxS



Een presentatie van en een Q&A met Blake Harvard over de wenselijke moeilijkheden van Bjork. Harvard bespreekt vier voorwaarden die wenselijke moeilijkheden bij het leren bevorderen, hoe die deze voorwaarden in de klas creëert, en hoe leraren hun leerlingen zo ver kunnen krijgen dat ze zelf deze moeilijkheden wensen. **Beschikbaar via:** <https://theeffortfuleducator.com/2020/07/23/desirable-difficulties-presentation/>



Websites

THE BJORK LEARNING AND FORGETTING LAB. **Beschikbaar via:** <https://bjorklab.psych.ucla.edu/>

