



Rede

in verkorte vorm uitgesproken  
bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar  
aan de Erasmus Universiteit Rotterdam  
vanwege de vereniging Trustfonds EUR  
met de leeropdracht Onderwijspsychologie  
in het bijzonder de psychologie van leren en instructie  
op 20 september 2013

door

Tamara van Gog

*Mijnheer de Rector Magnificus,  
Zeer gewaardeerde toehoorders,*

Deze rede is getiteld 'voorbeeldig leren' omdat zij gaat over het leren door te kijken naar het goede voorbeeld van anderen. Dat is niet alleen een heel natuurlijke maar ook een heel effectieve manier van leren, dus deze titel mag u zowel letterlijk als figuurlijk opvatten.

Leren van voorbeelden is een vorm van *observationeel leren*, dat wil zeggen, leren door het gedrag van anderen (en het resultaat ervan) te observeren en eventueel te imiteren (Bandura, 1977, 1986). Evolutionair bezien is observationeel leren van grote waarde (Sweller & Sweller, 2006). Probeer u zich maar eens voor te stellen wat er met de eerste mensen gebeurd zou zijn wanneer zij alles zelf, door eigen ervaring, hadden moeten ontdekken. Zoals welke zaden en bessen veilig zijn om te eten en van welke je ziek wordt of dood gaat. Of welke dieren je geen kwaad doen en voor welke je beter kan vluchten. We kunnen rustig veronderstellen dat wij hier dan vandaag niet waren geweest; die eerste mensen zou geen lang leven beschoren zijn als ze niet hadden kunnen leren van de kennis en ervaring van anderen. Dat observationeel leren een heel natuurlijke manier van leren is, blijkt uit het feit dat kinderen dit al op zeer jonge leeftijd veelvuldig toepassen (zie e.g., Matheson, Moore, & Akhtar, 2013; Meltzoff, 1988a, 1988b).

In de context van het onderwijsonderzoek spreken we meer specifiek over het leren van voorbeelden omdat observationeel leren breder is; het vindt overal plaats en kan ook betrekking hebben op onwenselijk gedrag. Bij het leren van voorbeelden gaat het specifiek over het onder de knie krijgen van een leertaak door te kijken naar het goede voorbeeld van iemand anders. Daarin zijn twee vormen te onderscheiden, die voortkomen uit twee verschillende onderzoekstradities (Van Gog & Rummel, 2010). Vanuit de cognitieve traditie (ACT-R: Anderson, 1993; cognitive load theory: Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011; Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998) wordt vooral onderzoek gedaan naar *uitgewerkte voorbeelden*, waarin de hele procedure stap voor stap is uitgeschreven. Vanuit de sociaal-cognitieve traditie (Bandura, 1977; 1986; zie ook cognitive apprenticeship: Collins, Brown, & Newman, 1989) wordt vooral onderzoek gedaan naar leren van *modelvoorbeelden*, waarin iemand anders (het model, als in rolmodel), de procedure stap voor stap voordoet en (eventueel) uitlegt. Denk bijvoorbeeld aan een docent of medestudent die op het bord voordoet hoe je een rekensom stap voor stap oplost, voordoet hoe je in Excel een formule toepast, of laat zien hoe je een wond moet hechten. Modelvoorbeelden kunnen zowel live gegeven worden, als middels video (Meltzoff, 1988b).

In het eerste deel van deze rede zal ik uitleggen waarom het leren van voorbeelden effectief is. In het tweede deel zal ik meer vertellen over het onderzoek naar de effecten van vormgeving van videovoorbeelden op leerresultaten.

## Kunnen Zonder Kennen Kan Niet

Ondanks het feit dat het leren van voorbeelden een heel natuurlijke manier van leren is, wordt het vreemd genoeg in het onderwijs slechts heel beperkt benut –te beperkt, zoals ik later zal betogen. Natuurlijk leren kinderen allerhande dingen door elkaars gedrag en dat van docenten te observeren en imiteren, maar als het gaat om de leerstof, wordt er vrij beperkt gebruik gemaakt van voorbeelden. De veranderingen in het onderwijs die de afgelopen jaren zijn ingevoerd, zijn sterk gericht op het verwerven van vaardigheden door middel van zelf doen en zelf ontdekken. De vaardigheden die een lerende *na* het volgen van onderwijs moet hebben, zijn model komen te staan voor de *vormgeving* van dat onderwijs. Moeten kinderen later in staat zijn om zelfstandig complexe problemen op te lossen? Dan laten we hen op school vooral oefenen met zelfstandig problemen oplossen! Moeten ze later op de universiteit en op de werkvloer in staat zijn om zelfstandig hun eigen leerproces te sturen? Dan laten we hen op school al zo veel mogelijk zelfstandig en zelfgestuurd leren! Oppervlakkig bezien, lijkt dat misschien logisch. Dat het dat niet is, wordt duidelijk wanneer je probleem-oplossen of zelfgestuurd leren zou vervangen door andere complexe vaardigheden zoals auto rijden in het centrum van Rotterdam, vliegen met een Boeing, of chirurgische operaties uitvoeren.

Er zijn dan ook ten minste twee problemen met de nadruk op zelf doen en zelf ontdekken in het huidige onderwijs, die beide te maken hebben met de inefficiëntie ervan. Ten eerste heeft de mensheid in de loop van duizenden jaren enorme hoeveelheden kennis opgebouwd. Het is dus niet alleen, zoals eerder genoemd, potentieel gevaarlijk, maar zelfs volslagen onmogelijk om binnen één mensenleven een groot deel van die kennisbasis zelf opnieuw, door eigen ervaring op te bouwen. Waarom zouden we dan toch van kinderen verwachten dat ze zelf alles moeten ontdekken, in plaats van hen deelgenoot te maken van wat we al weten? Leren door observeren en imiteren wordt door velen gezien als na-apen, wat een negatieve bijklank heeft (Paas, 2007). Maar dat we de kennis en kunde van experts zouden kunnen 'afkijken', betekent niet dat we die gedachteloos kopiëren of imiteren. Wat lerenden doen met datgene wat ze observeren zal voor iedereen anders zijn, niet in de laatste plaats omdat iedereen andere voorkennis heeft waaraan het geobserveerde gekoppeld wordt (dit wordt ook wel het 'borrowing and reorganizing' principe genoemd; Sweller et al., 2011; Sweller & Sweller, 2006).

Ten tweede doen de meeste vaardigheden een groot beroep op kennis van concepten en procedures. Met andere woorden, om één van de stellingen bij mijn proefschrift (Van Gog, 2006) te citeren: *Kunnen zonder kennen kan niet!*

Wanneer lerenden nog geen kennis hebben over een taak, weten ze niet hoe ze het uitvoeren ervan moeten aanpakken. Ze kunnen dan alleen terugvallen op algemene strategieën, zoals 'trial and error' (in goed Nederlands: ze proberen maar wat) of middel-doel analyse (Sweller et al., 1998). Zulke strategieën leiden slechts heel langzaam tot leren. Soms komen lerenden uiteindelijk wel bij de goede oplossing uit, maar dankzij de beperkingen van ons werkgeheugen (zie Sweller et al., 2011) hebben ze dan vaak geen idee meer hoe ze daar gekomen zijn (ze hebben de correcte stappen niet onthouden, en dus weinig geleerd). Met als gevolg dat ze bij de volgende, vergelijkbare taak weer weinig anders kunnen doen dan diezelfde, inefficiënte strategie hanteren.

Het inzicht dat zelf doen en zelf ontdekken een inefficiënte manier van leren is, is niet bepaald nieuw:

*Mensen die geloven dat men wijs wordt door praktische toepassing en ervaring, hebben het helemaal verkeerd voor*

...

*Zeg me eens, iemand die weliswaar blijft lopen, maar in het donker, zonder het parcours te kennen, zal die ooit een goed loper worden?*

...

*In de oudheid zei men terecht dat iemand die alles proefondervindelijk uitprobeerde een risico liep en zijn leven in de waagschaal stelde*

...

*Wat een ongelukkige kennis, wanneer een scheepskapitein de stuurmanskunst pas leert na vele schipbreuken*

...

*Wie uit zijn vergissingen leert dat hij zich niet mag vergissen, betaalt een hoge prijs*

### **Desiderius Erasmus, De opvoeding van kinderen, 1529**

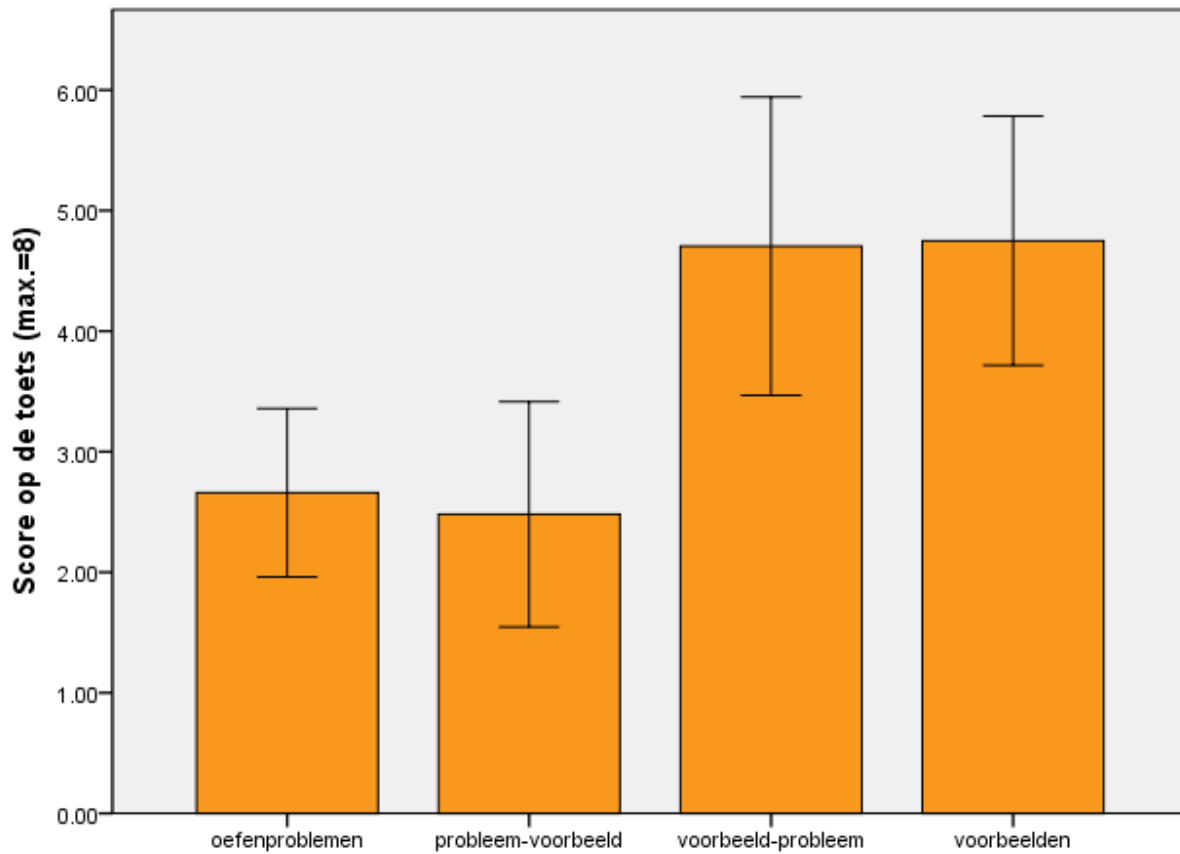
Citaten uit de vertaling door De Landtsheer, J., & Breij, B. (2005).  
*Opvoeding* (p. 85 en 86). Amsterdam: Athenaeum.

Erasmus voegde daar nog aan toe: "Opleiding wijst je de snelste weg om uit te maken wat je moet doen en wat je moet laten. Ze waarschuwt je niet nadat het onheil is geschied: 'Dat is slecht afgelopen, kijk uit voortaan.'" Vandaag de dag moeten we hiervan maken: "Opleiding zou je de snelste weg moeten wijzen om uit te maken wat je moet doen en wat je moet laten".

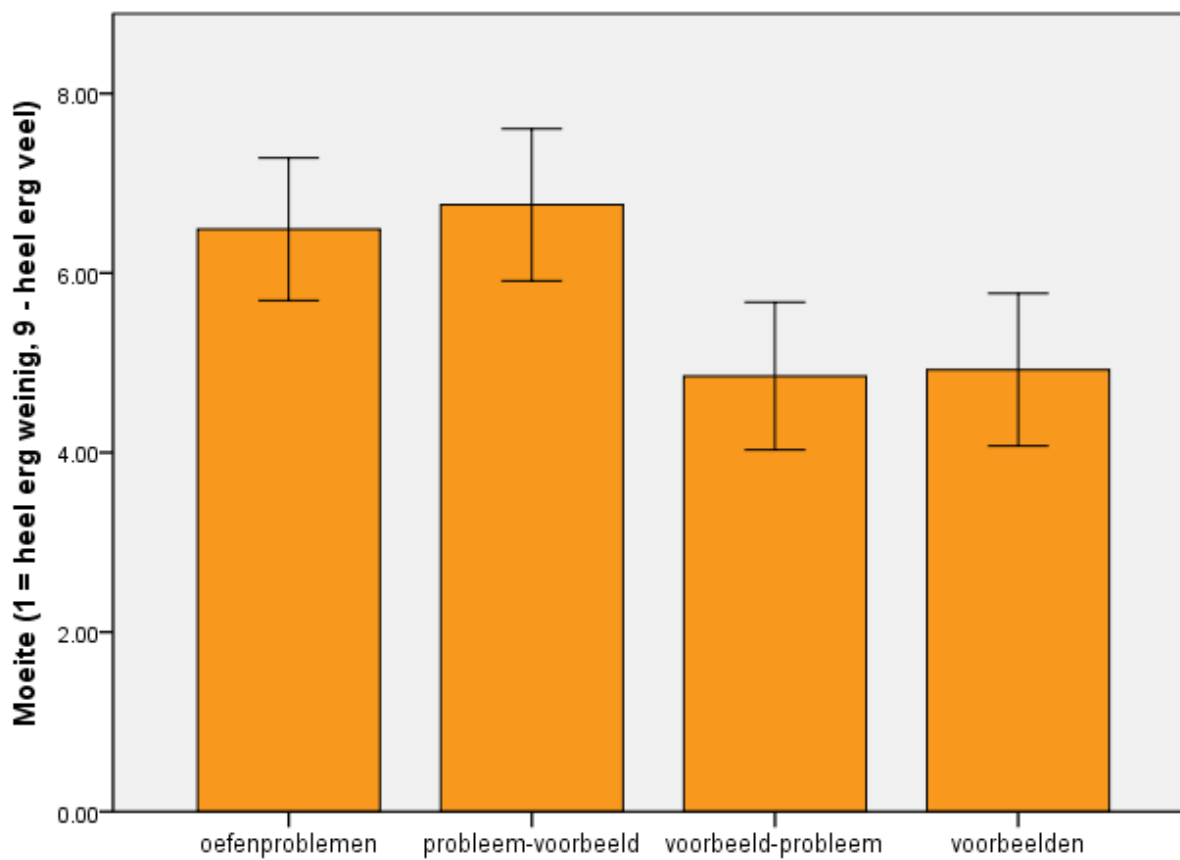
En dat is wat het leren van voorbeelden doet: Wanneer lerenden voorbeelden bestuderen, hoeven ze de eerder genoemde inefficiënte strategieën niet te gebruiken, want ze kunnen met behulp van de voorbeelden kennis opbouwen over hoe ze dat type taak effectief kunnen aanpakken en deze kennis kunnen ze vervolgens inzetten wanneer ze zelf de taak oefenen. Daarom leren mensen *meer*, in *minder tijd* en met *minder moeite*, wanneer een substantieel deel van de oefentaken vervangen wordt door voorbeelden (zie reviews van Atkinson, Derry, Renkl, & Wortham, 2000; Sweller et al., 2011; Van Gog & Rummel, 2010). Zelfs vergeleken met oefening waarbij feedback en hints gegeven worden, is het veelvuldig bestuderen van voorbeelden efficiënter (i.e., even goed of beter resultaat behaald in minder tijd), blijkt uit studies met zogenaamde 'cognitieve tutor systemen' (Salden, Koedinger, Renkl, Aleven, & McLaren, 2010). En aangezien uitgewerkte voorbeelden uit tekst bestaan en modelvoorbeelden op video kunnen worden opgenomen, kunnen ze, aangeboden in (online) databases of leeromgevingen, ook een belangrijke rol spelen in zelfstandig en zelfgestuurd leren.

Maar wat houdt "een substantieel deel van de oefentaken vervangen door voorbeelden" precies in? Want dat kan een docent of onderwijsontwikkelaar op verschillende manieren doen. Alle oefentaken kunnen vervangen worden door voorbeelden, of voorbeelden bestuderen kan afgewisseld worden met zelf oefenen. Dat afwisselen kan door lerenden ofwel eerst een voorbeeld te geven en vervolgens een vergelijkbaar oefenprobleem, zodat ze dat wat ze geleerd hebben, meteen kunnen toepassen, of door hen eerst een oefenprobleem te geven en vervolgens een vergelijkbaar voorbeeld, vanuit het idee dat lerenden het voorbeeld mogelijk beter bestuderen wanneer ze eerst ervaren wat ze niet kunnen. Wat zou de meest effectieve/efficiënte strategie zijn? Dat vroeg ik me een paar jaar geleden af. Omdat ik geen studies kon vinden waarin de effecten op het leerproces en het leerresultaat van deze verschillende manieren van voorbeelden aanbieden direct met elkaar werden vergeleken, zijn we zelf zo'n experimentele studie gaan doen (Van Gog, Kester, & Paas, 2011).

We wezen middelbare scholieren die nog geen voorkennis hadden van het diagnosticeren van fouten in elektrische schakelingen, aselekt toe aan vier verschillende groepen. We gaven hen ofwel vier oefenproblemen, ofwel twee probleem-voorbeeld paren, ofwel twee voorbeeld-probleem paren, ofwel vier voorbeelden. De groepen met probleem-voorbeeld en voorbeeld-probleem paren kregen dus evenveel voorbeelden en oefenproblemen, maar in een andere volgorde. Na elk voorbeeld of oefenprobleem gaven de leerlingen aan hoeveel moeite het bestuderen of oplossen ervan hen kostte (dit geeft een indicatie van de subjectief ervaren werkgeheugenbelasting; Paas, 1992). Na de vier voorbeelden/problemen kregen ze een toets waarin ze zelf vergelijkbare problemen moesten oplossen. De resultaten ziet u in Figuur 1 en 2.



**Figuur 1.** Leerresultaten in de vier groepen (Van Gog et al., 2011).



**Figuur 2.** Moeite tijdens het leren in de vier groepen (Van Gog et al., 2011).

De leerresultaten waren na het bestuderen van voorbeelden of van voorbeeld-probleem paren, hoger dan na het enkel werken aan oefenproblemen, terwijl het bestuderen van voorbeelden en voorbeeld-probleem paren minder moeite kostte tijdens het leren. Dit kwam overeen met eerder onderzoek. Nieuw was echter de bevinding dat de groep die voorbeeld-probleem paren kreeg even goed presteerde en daarvoor evenveel moeite moest doen als de groep die alleen voorbeelden kreeg (deze bevinding werd later gerepliceerd: Van Gog & Kester, 2012) en dat de probleem-voorbeeld paren groep even laag scoorde op de toets en daarvoor evenveel moeite moest doen als de groep die alleen oefenproblemen kreeg.

Dat leerlingen die nog geen voorkennis hadden van een leertaak meer leerden door eerst een voorbeeld te bestuderen en daarna pas een oefenprobleem op te lossen dan andersom, is in overeenstemming met de resultaten van een andere studie (Reisslein, Atkinson, Seeling, & Reisslein, 2006). Dit is opvallend, en toont aan dat de volgorde waarin voorbeelden en oefenproblemen aangeboden worden, van invloed is op het leerresultaat. Daarvoor zijn twee mogelijke verklaringen, die elkaar niet uitsluiten (Van Gog et al., 2011). Omdat lerenden in het voorbeeld kunnen bestuderen hoe ze de taak moeten aanpakken en dit vervolgens kunnen toepassen bij het oplossen van het oefenprobleem, draagt het oefenen na het bestuderen van een voorbeeld mogelijk meer bij aan het leren dan voorafgaand aan een voorbeeld. Het zou ook zo kunnen zijn dat het proberen op te lossen van een probleem zonder dat je weet hoe je het moet aanpakken, frustrerend en demotiverend is, waardoor leerlingen het vertrouwen in hun eigen kunnen verliezen en het voorbeeld misschien minder goed bestuderen dan wanneer ze het voorbeeld als eerste krijgen.

Toekomstig onderzoek zal moeten uitwijzen welke verklaring het meest voor de hand ligt. Het is ook van belang te onderzoeken wat er gebeurt wanneer de leerfase langer wordt, met bijvoorbeeld twintig voorbeelden en/of problemen in plaats van vier. Wat is dan een optimale ratio tussen voorbeelden bestuderen en zelf aan oefentaken werken? We weten namelijk dat voorbeelden hun effectiviteit verliezen naarmate lerenden meer voorkennis hebben of verwerven over de taak die uitgewerkt is of voorgedaan wordt in het voorbeeld. Als je meer voorkennis hebt, leer je evenveel of meer door zelf te oefenen (Kalyuga, Chandler, Tuovinen, & Sweller, 2001).

Naast de voorkennis die de lerende al heeft van een taak, is er een andere randvoorwaarde voor de effectiviteit van het leren van voorbeelden: de voorbeelden moeten zodanig vormgegeven zijn dat ze rekening houden met de beperkingen van het werkgeheugen. Na een kort intermezzo over video in het onderwijs, zal ik in het tweede deel van deze rede in gaan op de mogelijke invloed van de vormgeving van videovoorbeelden op leerresultaten.

## Kijk en Leer

Het gebruik van online video is aan een stevige opmars bezig –ook in het onderwijs. Nu is het gebruik van film en video in het onderwijs geenszins een nieuw verschijnsel. Op de website van [Film Instituut Nederland](#), onderdeel van [EYE](#), kunt u bijvoorbeeld één van de eerste educatieve films van Nederland bekijken, uit 1914, over de [rolmattenindustrie te Genemuiden](#). Er valt ook te lezen dat de allereerste schoolfilm van Nederland al uit 1912 dateert. In 1918 werd in Den Haag de eerste schoolbioscoop opgericht, en in 1920 volgde de Gemeentelijke Schoolbioscoop hier in Rotterdam, waar klassen van de lagere school films konden komen bekijken in aanvulling op de lessen. Er was echter nogal wat discussie over de “fatsoenlijkheid” van schoolbioscopen en over de geschiktheid ervan, want een deel van de lestijd werd opgeslokt door het reizen van en naar de bioscoop en de aansluiting van de inhoud van de film bij de lessen en de voorkennis van kinderen leek niet optimaal. Om die aansluiting te verbeteren, werd in de jaren '40 de Stichting [Nederlandse Onderwijs Film](#) opgericht. Leraren van bij NOF aangesloten scholen konden films bestellen en kregen advies over het gebruik ervan in de les. Daarmee kregen docenten dus meer invloed op wanneer en hoe ze film in hun lessen gebruikten (zie ook Masson, 2012).

Met de opkomst van televisie in de jaren '50 en met name met de oprichting van de televisie academie Teleac en de Nederlandse Onderwijs Televisie NOT (voortgekomen uit NOF) begin jaren '60 werden steeds meer educatieve programma's gemaakt. Maar omdat TV toestellen nog duur waren en de zendtijd beperkt was, nam het gebruik van SchoolTV pas in de jaren '80 sterk toe, toen de beschikbaarheid van televisietoestellen op scholen toenam en er videorecorders kwamen waardoor leraren niet meer gebonden waren aan een tijdstip van uitzending (Van der Wilt, 2011).

Kortom, het gebruik van film en video in het onderwijs is niet nieuw, maar wat wel nieuw is, is de schaal ervan. Vandaag de dag is de beschikbaarheid en flexibiliteit van technologie geen probleem meer en zijn de mogelijkheden voor het gebruik van video in het onderwijs ongekend. Dankzij breedband internet en de alomtegenwoordigheid van digitale camera's kunnen we online kijken naar het goede voorbeeld van experts over de hele wereld –en zelf aan anderen het goede voorbeeld geven. Docenten en lerenden zijn dan ook niet langer enkel consumenten, maar ook steeds vaker producenten van online onderwijsvideo's (zie bijvoorbeeld [Het Gouden Oog](#), de NTR Onderwijs Mediaprijs voor de beste korte lesvideo van een docent in het basis- of voortgezet onderwijs, of het InnovatieImpuls Onderwijs project [Leerlingen voor Leerlingen](#), waarin leerlingen lesvideo's voor elkaar maken).

Echter, die technologische ontwikkelingen lopen, zoals vaak het geval is, ver vooruit op onze kennis over hoe video's het beste vormgegeven kunnen worden en ingezet kunnen worden in het onderwijs, zodat ze tot optimale leerprocessen en -resultaten leiden.



## Vormgeving van Videovoorbeelden

Al toen film zijn intrede deed, waren de verwachtingen ervan als medium om leren te bevorderen hooggespannen. De magische gedachte leek te heersen dat zien gelijk was aan leren. Film moest wel effectief zijn omdat je beweging kon laten zien, wat statische plaatjes in een boek of diaserie niet konden. En door versneld of vertraagd afspelen kon film zelfs processen zichtbaar maken die je normaal niet eens kon zien. Als dat niet effectief zou zijn! (Masson, 2012)<sup>1</sup>

Intussen is echter gebleken dat het feit dat informatie dynamisch is, juist een nadeel kan zijn voor het leren, omdat informatie daarmee soms ook vergankelijk is. Vergankelijkheid van informatie leidt tot hoge belasting van het werkgeheugen en kan daardoor negatieve effecten op het leren hebben (zie Sweller et al., 2011, over het 'transient information effect'). Dat komt omdat het stukje van het proces of de procedure dat op moment A zichtbaar is, verdwenen is en plaats heeft gemaakt voor nieuwe informatie op moment B, die weer verdwijnt en plaats maakt voor nieuwe informatie op moment C, et cetera. Omdat de stukjes informatie op moment A, B, en C wel aan elkaar gekoppeld moeten worden om het hele proces of de hele procedure goed te kunnen begrijpen, moeten lerenden dat wat ze op moment A zien in gedachten houden (herhalen) terwijl ze *tegelijkertijd* de nieuwe informatie moeten verwerken die op moment B binnenkomt. En vervolgens moeten ze de informatie van moment A en B *samen* in gedachten moeten houden terwijl ze tegelijkertijd de nieuwe informatie van moment C daaraan moeten koppelen. Aangezien de meeste complexe processen en procedures uit veel meer dan drie delen bestaan en aangezien de capaciteit van het werkgeheugen beperkt is, kan vergankelijkheid van informatie nadelige effecten voor het leren hebben, vooral wanneer de informatie complex is en veranderingen elkaar in rap tempo opvolgen (Sweller et al., 2011).

Gelukkig biedt deze kennis over waarom problemen met het verwerken van informatie uit animaties en video's kunnen optreden, ook aanknopingspunten om de vormgeving te verbeteren. Het probleem dat informatie herhaald moet worden, terwijl er nieuwe informatie binnenkomt die tegelijkertijd verwerkt moet worden, kan bijvoorbeeld worden tegengegaan door na elk stukje van het proces of de procedure een heel korte pauze te laten vallen –dit geeft tijd voor herhaling zonder dat er nieuwe informatie binnenkomt (Spanjers, Van Gog, & Van Merriënboer, 2010).

Bij sommige videovoorbeelden zal vergankelijkheid van informatie niet of nauwelijks een rol spelen. Bijvoorbeeld wanneer het mogelijk is om de informatie stap voor stap op te bouwen, op zo'n manier dat eerdere stappen nog zichtbaar zijn (denk bijvoorbeeld aan een docent die een som uitwerkt op het bord of aan de videovoorbeelden van de [Khan Academy](#)). Bij andere voorbeelden

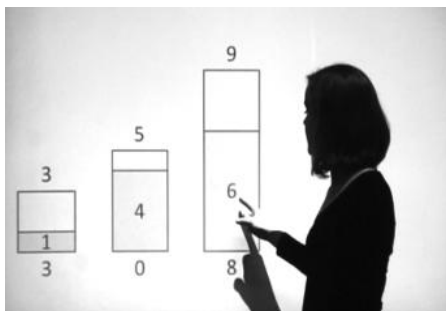
---

<sup>1</sup> Overigens waren ook al snel de eerste tegengeluiden te horen, die nog steeds verrassend actueel klinken (zie Masson, 2012)

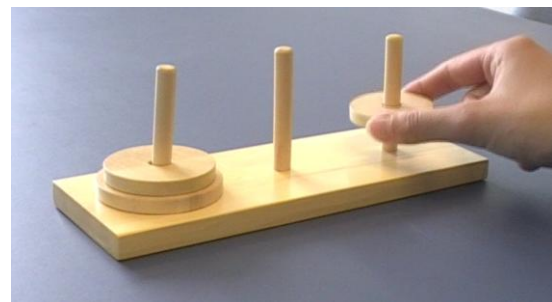
zal vergankelijkheid van informatie wel aan de orde zijn. Bijvoorbeeld wanneer een demonstratie van een procedure gegeven wordt met één of meerdere objecten of aan de hand van powerpoint slides, kan het voorkomen dat bij iedere volgende stap of slide de eerdere stand van zaken niet meer zichtbaar is. Ook is de verbale uitleg in een videovoorbeeld vergankelijk, terwijl geschreven tekst in een uitgewerkt voorbeeld makkelijk teruggelezen kan worden.

Een ander probleem dat kan ontstaan bij het leren van dynamische informatie en dat verergerd wordt door de complexiteit en vergankelijkheid van informatie, is dat lerenden bepaalde informatie mogelijk niet opmerken, omdat ze even niet opletten of omdat ze niet weten wat belangrijk is (i.e., waar ze precies naar moeten kijken). Ook voor het niet of niet op tijd opmerken van belangrijke informatie, geldt dat dit een nadelig effect kan hebben op het leerresultaat. Daarom is het van belang om de aandacht van de lerende op het juiste moment naar de juiste plaats te sturen (De Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2009; Van Gog, in druk). Dat kan bijvoorbeeld door het gebruik van bepaalde videotechneken (e.g., inzoomen), of door het toevoegen van visuele cues (e.g., pijltjes of gekleurde kaders) of sociale cues (e.g., intonatie, gebaren). In de eerder genoemde educatieve film over de [rolmattenindustrie te Genemuiden](#) bijvoorbeeld, komt er aan het begin een hand in beeld die op een landkaart aanwijst waar Genemuiden ligt. Die hand geeft een sociale cue, een (letterlijke) aanwijzing waar we op moeten letten.

Het gebruik van sociale cues in videovoorbeelden ligt voor de hand; videovoorbeelden hebben namelijk altijd een sociaal aspect omdat de lerende kijkt naar de handelingen van iemand anders (het model) die de taak voordoet. De mate waarin het model zichtbaar is in het videovoorbeeld, verschilt echter nogal, afhankelijk van de vorm die de maker van de video kiest. Sommige videovoorbeelden laten het model (bijna) helemaal in beeld zien (Figuur 3; en e.g. Schunk, Hanson, & Cox, 1987) terwijl andere alleen de handen (of voeten, bij sport) van het model tonen (Figuur 4; en e.g. Groenendijk, Janssen, Rijlaarsdam, & Van den Bergh, 2013).



**Figuur 3.** Videovoorbeeld met het model in beeld; 'waterkan' rekenprobleem met uitleg (Ouwehand, Van Gog, & Paas, onder review).



**Figuur 4.** Videovoorbeeld met alleen de handen in beeld; Toren van Hanoi probleem zonder uitleg (Kock, Van Gog, & De Nooijer, onder review).

Tenslotte zijn er nog videovoorbeelden waarin het model helemaal niet in beeld is, maar waarin je een opname van het computerscherm van het model ziet met alle handelingen die het model op de computer uitvoert (zie Figuur 5; en e.g., [Khan Academy](#); Van Gog, 2011).

The screenshot shows the 'Stoichiometry Tutor' interface. At the top, there are navigation links for 'Help' and 'Tutor Explanation', and a 'Hint' button in the top right corner. The main content area is titled 'Problem Statement' and contains a text-based problem about arsenite concentration in drinking water. Below the text is a 'Problem' section with a table of input fields for a stoichiometry calculation. The table has columns for '#', 'Units', and 'Substance'. The first row contains '0.58', 'mol', and 'AsO2-'. The second row contains '100', 'kL', and 'solution'. Below the table are 'Reason' dropdown menus. A unit selection dropdown menu is open, showing a list of units including 'atoms', 'cm3', 'fl oz', 'g', 'gal', 'kg', 'kL', 'km3', 'L', 'lb', and 'mg'. The 'L' unit is currently selected. A 'Done' button is located at the bottom right of the interface, and a 'Next >>' link is visible in the bottom right corner.

**Figuur 5.** Videovoorbeeld over het oplossen van een stoichiometrie probleem, waarin alleen het computerscherm van het model zichtbaar is (met uitleg: McLaren, Lim, & Koedinger, 2008; zonder uitleg: McLaren, Van Gog, Ganoë, Yaron, & Karabinos, in voorbereiding).

Maar maakt het uit voor het leerresultaat en de motivatie van leerlingen, welke vorm de makers van de videovoorbeelden kiezen? Het aantal videovoorbeelden en het gebruik ervan mogen dan wel snel toenemen, we weten nog vrij weinig over welke vormen het meest effectief zijn. Dit zijn we nu aan het onderzoeken, ondersteund door een subsidie van [Kennisset](#) voor een promotieonderzoeksproject (2012-2015) en een Vidi subsidie van [NWO](#) (2012-2017). "Vidi" dekt de lading in dit geval heel goed, want in dit project onderzoeken we met behulp van eye tracking (oogbewegingsregistratie; Holmqvist et al., 2011) of videovoorbeelden tot betere leerresultaten leiden wanneer de lerende kan zien waar het model naar kijkt; net als wijzen is dit een sociale cue.

## **Door het Oog van de Ander**

***Of: ik zie ik zie wat jij ook ziet***

De eerste wijze waarop we de vraag onderzoeken of het zien van de blik van het model effectief is voor het leren of niet, is door de effectiviteit te vergelijken van videovoorbeelden waarin het gezicht van het model wel of niet zichtbaar is. Gezichten, en dan met name de ogen, zijn namelijk echte blikvangers (Langton, Watt, & Bruce, 2000).

In een studie van Gullberg en Holmqvist (2006) bijvoorbeeld, keken proefpersonen naar iemand die op een stoel zat en een verhaal vertelde over een gebeurtenis; ze kregen de opdracht om te onthouden wat de spreker vertelde. Sommigen zagen de spreker in het echt, anderen zagen een video van de spreker; ofwel geprojecteerd op een levensgroot scherm, ofwel op een TV scherm. Terwijl ze naar de spreker keken, werden hun oogbewegingen opgenomen. Gullberg en Holmqvist vergeleken hoe vaak de proefpersonen naar het gezicht van de spreker en naar de gebaren van de spreker keken onder de verschillende condities. Het bleek dat ze vooral naar het gezicht van de spreker keken: live gemiddeld zo'n 96% van de tijd, als video op een levensgroot scherm 94% van de tijd en als video op een TV scherm 90% van de tijd. Proefpersonen keken nauwelijks naar de gebaren die de spreker maakte, ondanks dat gebaren vaak nuttige additionele informatie geven. Uit het feit dat proefpersonen bij het kijken naar video's nog steeds zoveel naar het gezicht van de spreker keken, blijkt dat ze dit niet uit een soort beleefdheid ten opzichte van de spreker deden, want die kon hen immers niet zien. Maar waarom kijken wij mensen dan zoveel naar elkaars gezicht? En kijken we eigenlijk wel naar het gezicht, of kijken we meer specifiek naar de ogen, die nu eenmaal ongeveer in het midden van het gezicht zitten?

Deze vraag is nogal lastig te onderzoeken. Of de aandacht getrokken wordt door de ogen of door het gezicht, is niet los van elkaar te bestuderen, want onze ogen zitten nu eenmaal in ons gezicht. Toch? Toen psycholoog Alan Kingstone, die nogal bezig gehouden werd door deze vraag, dit thuis aan de keukentafel zei, reageerde zijn destijds twaalfjarige zoon Julian Levy dat er een simpele oplossing was: in zijn Monster Manual van Dungeons & Dragons stonden namelijk monsters met ogen op de gekste plekken. Dus zijn ze samen gaan onderzoeken hoe proefpersonen naar tekeningen van mensen, mensachtigen en monsters keken ([hier](#) is een voorbeeld van het soort tekeningen en oogbewegingen te zien). Het bleek dat proefpersonen hun aandacht inderdaad al vrij snel en frequent op de ogen richtten, zelfs wanneer die niet midden in het 'gezicht' zaten zoals bij monsters (Levy, Foulsham, & Kingstone, 2013). Zo doe je dat dus, op je 14<sup>de</sup> publiceren in een gerenommeerd tijdschrift! Onomstotelijk bewijs dat we op zoek gaan naar de ogen geeft deze studie echter niet. De auteurs geven weliswaar aan dat het onwaarschijnlijk is dat de resultaten een gevolg zijn van hoe salient ("in het oog springend") de

ogen waren, maar het valt niet uit te sluiten dat de monsterogen de aandacht trokken juist omdat ze op een vreemde plek zitten –mogelijk zouden andere lichaamsdelen op gekke plekken ook de aandacht getrokken hebben. Toch zijn deze bevindingen zeer intrigerend en brengen ze ons terug naar de vraag: Waarom kijken we dan zo snel en veel naar ogen?

Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de richting van de blik van anderen ons heel nuttige informatie geeft. Er zijn drie verschillende manieren waarop we de richting van onze blik kunnen veranderen: door ons hele lichaam te bewegen, door alleen ons hoofd te bewegen, of veel subtieler, door alleen onze oogbal te bewegen. Land en Tatler (2009) geven een aardig voorbeeld van dat laatste. Er is een beroemde (en overigens veel geïmiteerde) [foto](#) uit 1957 van Sophia Loren and Jayne Mansfield, die op basis van de stand van hun hoofd doet vermoeden dat beiden recht de camera inkijken. Maar niets is minder waar, de aandacht van La Loren gaat toch echt uit naar het décolleté van Mansfield, dat al erg laag was maar nu net iets te ver is afgezakt – een bewuste en succesvolle publiciteitsstunt van Mansfield. Lorens gezichtsuitdrukking laat weinig twijfel bestaan over wat ze daarvan vindt.

Maar zonder gekheid: dat wij in staat zijn om Lorens blik te volgen en dus kunnen zien waar haar aandacht echt naar uit gaat, zelfs wanneer de stand van haar hoofd anders suggereert, lijkt misschien vanzelfsprekend, maar is eigenlijk heel bijzonder. Wij hebben grote, witte sclera (oogwit) en door het sterke contrast met dat oogwit, vallen de iris en de pupil goed op. Bij andere primaten zie je niet alleen veel minder van de sclera, maar zijn deze vaak ook veel donkerder van kleur (kijk maar naar [Bokito](#) uit Blijdorp bijvoorbeeld). Dat heeft voordelen voor camouflage, maar daardoor zijn zij aangewezen op elkaars hoofdbewegingen om te kunnen volgen waar de ander naar kijkt. Het lijkt er dan ook op dat onze menselijke ogen geëvolueerd zijn om het “lezen” van elkaars blik mogelijk te maken (Kobayashi & Kohshima, 1997, 2001; Tomasello, Hare, Lehmann, & Call, 2007).

Het kunnen volgen van elkaars blik is van grote waarde voor onze communicatie. We staan er vaak niet zo bij stil, maar we communiceren ontzettend veel met onze blikrichting. Zo kunnen we ermee seinen dat er gevaar dreigt, of een gesprekspartner duidelijk maken dat er achter hem iets interessants te zien is. Op straat coördineren we onbewust met onze ogen hoe we elkaar gaan passeren (Nummenmaa, Hyönä, & Hietanen, 2009) –een handeling waar we ons pas bewust van worden als het een keer misgaat.

Omdat we gewend zijn aan deze manier van communicatie, gaat het volgen van elkaars blik vrij automatisch; het blijkt zelfs heel erg moeilijk te zijn voor ons om *niet* mee te kijken. Onderzoek laat bijvoorbeeld zien dat proefpersonen wanneer ze een paar ogen (zelfs getekende ogen!) naar links of rechts zien kijken, geneigd zijn om de richting van de blik te volgen, waardoor ze sneller reageren op een stimulus die zegt dat ze in dezelfde richting moeten kijken en

langzamer wanneer ze in de tegenovergestelde richting moeten kijken (e.g., Kuhn & Benson, 2007; Ricciardelli, Bricolo, Aglioti, & Chelazzi, 2002). Dit geldt overigens ook voor niet-biologische cues die richting aangeven, zoals pijlen (Kuhn & Benson, 2007), hoewel bij net iets andere taken weer wel gevonden is dat sociale stimuli, zoals ogen, maar ook vingers die naar links of rechts wijzen, de aandacht sterker sturen dan niet-sociale stimuli zoals pijlen (Gregory & Hodgson, 2012). Goochelaars maken dankbaar gebruik van dit automatisch meekijken om onze aandacht af te leiden terwijl zij dingen laten verdwijnen of verschijnen (e.g., Kuhn, Tatler, Findlay, & Cole, 2008).

Toch lijkt het volgen van de blik van iemand anders niet zomaar een reflex te zijn. Uit onderzoek met baby's van pas een half jaar oud, blijkt namelijk dat zij de blik van een ander alleen volgen wanneer die een communicatieve functie lijkt te hebben (Senju & Csibra, 2008). De baby's zagen een jonge vrouw achter een tafel zitten met twee speelgoedobjecten links en rechts voor zich. Aan het begin keek ze naar beneden. Vervolgens bleef ze soms naar beneden kijken en soms keek ze het kind aan. Daarna keek ze expliciet naar een van de objecten. Meestal keken de baby's alleen direct mee naar het object, wanneer ze kort daarvoor aangekeken waren. Dat suggereert dat het meekijken niet van nature een automatische reflex is, maar dat kinderen verwachten dat het kijkgedrag van de ander bedoeld is als communicatie. We kijken dus aanvankelijk vooral mee met anderen omdat wij denken dat dit ons belangrijke informatie kan verschaffen, pas later gaat dit zonder er bij na te denken.

Dit lijkt allemaal wat ver verwijderd van de onderwijspsychologie<sup>2</sup>, maar deze fascinerende informatie over het kijkgedrag van mensen, leidde mij tot de vraag of we daar wat aan hebben als het gaat om het effect van de vormgeving van videovoorbeelden op leren. Stel dat we voor een videovoorbeeld kiezen waarin het gezicht van het model te zien is. Anders dan bij het enkel luisteren naar een spreker (zoals bij Gullberg & Holmqvist, 2006), is het niet erg waarschijnlijk dat lerenden 90% van de tijd naar het gezicht van het model zouden kijken. Ze weten dat ze de taak die voorgedaan en uitgelegd wordt, later zelf moeten kunnen uitvoeren, dus het valt te verwachten dat een groot deel van hun aandacht naar de taak uit gaat in plaats van naar het model. En afhankelijk van het soort leertaak en het soort video, zal het model ook naar onderdelen van de taak kijken, soms gevolgd door wijzen naar een onderdeel, of het verplaatsen ervan. Aangezien we automatisch meekijken met anderen, zou dat de aandacht van de lerende naar de taak trekken.

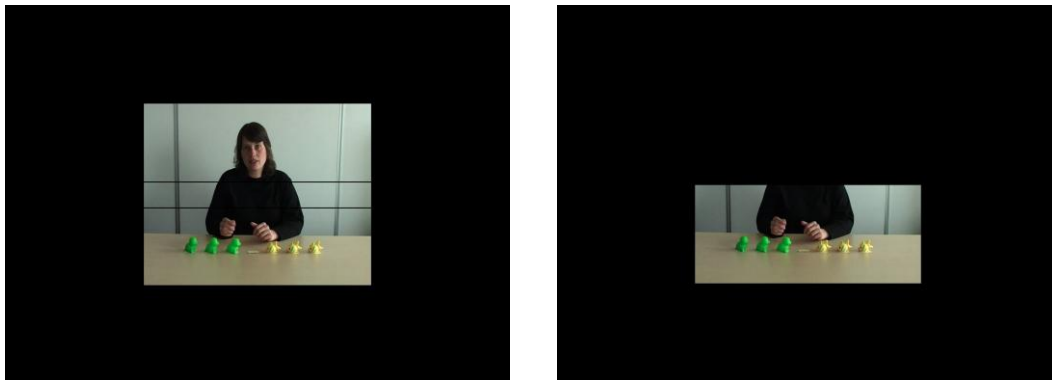
Echter, gegeven de aantrekkingskracht van andermans ogen, zullen lerenden vermoedelijk wel een *deel* van de tijd naar het gezicht van het model kijken. We kunnen ook een andere

---

<sup>2</sup> Alhoewel het inherent is aan de onderwijspsychologie dat deze gevoed wordt door inzichten uit andere subdisciplines, zoals sociale, cognitieve, neuro-, en ontwikkelingspsychologie; dat maakt het in mijn optiek juist zo'n interessant onderzoeksveld.

ontwerpkeuze maken en het gezicht van het model niet laten zien in de video, maar alleen de handen die de taak uitvoeren. Dan zouden lerenden hun aandacht *volledig* op de taak kunnen richten en zouden ze dus mogelijk meer leren.

Intussen hebben we een eerste studie gedaan naar deze vraag (Van Gog, Verveer, & Verveer, in druk). Proefpersonen zagen video's van een model achter een tafel die voor deed en uitlegde hoe een probleem opgelost moest worden, in 15 stappen. De helft van de proefpersonen zag de video met gezicht, de andere helft zonder (zie Figuur 6). Ze kregen de instructie om het voorbeeld goed te bestuderen omdat ze het probleem later zelf zouden moeten oplossen. Terwijl ze naar het voorbeeld keken, werden hun oogbewegingen geregistreerd. Daarna werd hen gevraagd om zelf te proberen het probleem op te lossen, daarna zagen ze weer een voorbeeld en probeerden ze het nog een keer zelf.



**Figuur 6.** De twee videovoorbeeld condities in de studie van Van Gog et al. (in druk).

In de conditie waarin het gezicht van het model niet zichtbaar was, vielen zoals verwacht vrijwel alle fixaties (99%) op het taakgebied (het gebied onder de zwarte strepen in het linker deel van Figuur 6) waar de demonstratie van de oplosprocedure plaatsvond. In de conditie waarin het gezicht wel zichtbaar was, was het percentage fixaties op het taakgebied echter nog steeds erg hoog (76%); slechts 23% van de fixaties viel in het gebied met het gezicht van het model (het gebied boven de zwarte strepen in het linker deel van Figuur 6). Dit is een groot verschil met de studie van Gullberg en Holmqvist (2006), waarin 90% van de tijd naar het gezicht van het model gekeken werd, en lijkt het idee te bevestigen dat kijkgedrag in instructiesituaties waarin een taak wordt voorgedaan heel anders is dan wanneer we naar iemand luisteren die een verhaal vertelt dat we moeten onthouden. Bij het nogmaals zien van het voorbeeld, nam het aantal fixaties op de taak enigszins toe (82%) en het aantal fixaties op het gezicht nam wat af (17%), maar deze toe-/afname was niet significant.

Maakte het uit voor het leerresultaat, dat de lerenden in de conditie die het gezicht van het model zag, 23% van de tijd naar het gezicht keken en dus minder naar de taak? Het antwoord is: Ja, het maakte uit, maar meer naar de taak kijken was niet beter: de groep die het gezicht *wel*

zag, leerde *meer* van de voorbeelden. De eerste keer dat ze zelf het probleem moesten oplossen, was de score erg laag (maximale score = 15; mediaan conditie met gezicht: 3; mediaan conditie zonder gezicht: 2) en was er geen significant verschil tussen de condities. De tweede keer dat ze het probleem oplosten, deden proefpersonen in de conditie die het gezicht van het model zag (mediaan: 15) het beter dan proefpersonen in de groep die het gezicht niet zag (mediaan: 5).

We gaan binnenkort een aantal vervolgstudies uitvoeren om te kijken of we deze bevindingen kunnen repliceren met andere soorten taken. Ook gaan we daarin meer gedetailleerd onderzoeken wat dit effect veroorzaakt (ervan uitgaande dat het te repliceren is). Vermoedelijk brengt het kunnen volgen van de blik van het model, het voordeel met zich mee dat proefpersonen kunnen anticiperen op wat het model gaat doen. Om dit goed te kunnen onderzoeken, moeten we de oogbewegingen echter preciezer kunnen meten en intussen hebben we nieuwe apparatuur waarmee dat kan.

Met eye tracking software, is het niet alleen mogelijk om oogbewegingen te registreren, maar ook om deze weer te geven over de oorspronkelijke stimulus. Dat kan zowel statisch, als dynamisch. Waar de proefpersoon naar keek, wordt dan weergegeven door een bolletje, een cirkel, een kruisje, of juist door al het andere donker te maken en alleen dat gebiedje zichtbaar te laten zijn. In Figuur 7 ziet u een voorbeeld van een proefpersoon die naar een schilderij van kijkt (de onverwachte bezoeker, van Ilya Repin) en gevraagd wordt de leeftijden van de mensen op het schilderij in te schatten (gebaseerd op de studie van Yarbus, 1967).



**Figuur 7.** Statische weergave van oogbewegingen van een proefpersoon die de instructie kreeg de leeftijden van de mensen op het schilderij in te schatten.



Dit biedt de mogelijkheid om zelfs in videovoorbeelden waarin alleen het computerscherm van het model getoond wordt, te laten zien waar het model naar keek, door middel van een *kunstmatige* weergave van de blik van het model (een ingeblikte blik). Dit is de tweede manier waarop we in het Vidi project onderzoeken of het zien van de blik van het model effectief is voor het leren of niet.

Deze onderzoekslijn bouwt voort op een idee voor toekomstig onderzoek dat ik schetste in het discussiehoofdstuk van mijn proefschrift (Van Gog, 2006). Dankzij een Rubicon subsidie kon ik eerste studies naar deze vraag uitvoeren in 2007-2008 aan het Institut für Wissensmedien in Tübingen, Duitsland. Samen met collega's daar onderzocht ik of 'eye movement modeling examples' (EMME), waarin de blik van het model werd weergegeven, effectiever waren dan gewone videovoorbeelden waarin alleen muisbewegingen zichtbaar waren. Deze studie gebruikte een Flash variant van de al eerder genoemde probleem-oplostaak (Figuur 6), die in 15 stappen op te lossen is. Helaas bleek het zien van de oogbewegingen van het model bij deze taak geen effect te hebben op het leerresultaat wanneer er geen uitleg gegeven werd en had het zelfs een *negatief* effect wanneer er wel uitleg gegeven werd. Achteraf bezien was het zien van de oogbewegingen van het model waarschijnlijk redundant, omdat de verbale uitleg van het model voldoende duidelijk maakte waar de aandacht van het model was (Van Gog, Jarodzka, Scheiter, Gerjets, & Paas, 2009).

In latere studies naar meer perceptuele taken, zoals het leren classificeren van bewegingspatronen van vissen in de biologie (Jarodzka, Van Gog, Dorr, Scheiter, & Gerjets, 2013) of het leren diagnosticeren van een ziekte bij baby's op basis van hun bewegingspatroon (Jarodzka et al., 2012), bleek het zien van de oogbewegingen van de expert wel effectief te zijn voor het leren. Het zou zo kunnen zijn dat EMME alleen effectief zijn bij het leren van perceptuele classificatie taken. Maar tegelijkertijd was het in deze taken niet meteen duidelijk waar de expert precies naar keek op basis van de uitleg. Dit laat de mogelijkheid open dat leren van EMME ook effectief is bij het leren van procedurele taken (waaronder probleem-oplostaken), mits het weergeven van de oogbewegingen niet redundant is. Daarom gaan we de komende jaren verder onderzoeken of en wanneer EMME tot beter leren leiden bij procedurele taken.

Tot slot: terwijl u dit las, is misschien bij u ook de vraag opgekomen die mij met enige regelmaat gesteld wordt sinds ik tien jaar geleden begon met het gebruiken van eye tracking in onderwijsonderzoek. Namelijk: "Dat is allemaal best interessant, maar het opnemen en afspelen van oogbewegingen vereist zo'n complexe apparatuur en kennis over hoe die te gebruiken, dat het toch nooit toepassing zou kunnen vinden in het onderwijs?"

Bedenk wel, nog geen 15 jaar geleden, anno 1999, zagen de meeste mensen ook van mobiele telefoons het nut niet in, getuige een [prachtig fragment](#) uit een documentaire van Frans Bromet dat tijdens één van de afleveringen van Zomergasten dit seizoen getoond werd. Velen van ons konden zich in 1999 dus nauwelijks voorstellen dat de mobiele telefoon zijn opmars zou maken. Dat je met een klein telefoontje zelf betere video's zou kunnen maken dan met de meeste camera's van destijds, was voor de meesten van ons helemaal ondenkbaar –laat staan dat je die video's dan met één druk op een knop met de rest van de wereld zou kunnen delen.

De ontwikkelingen op eye tracking gebied gaan niet minder snel (voor een mooie geschiedenis van eye tracking, zie Wade & Tatler, 2005). In het afgelopen decennium zijn eye trackers steeds kleiner en steeds mobieler geworden. Mijn mobiele telefoon heeft zelfs een heel basale eye tracker, in die zin dat het ding kan registreren of ik naar het scherm kijk en het scherm niet op zwart gaat zolang ik ernaar kijk ("slim sluimeren" of in het Engels "smart stay"). En er wordt hard gewerkt aan technologie om mobiele telefoons, tablets en laptops door middel van eye tracking te kunnen aansturen. Aan de universiteit van Lund in Zweden, is recentelijk het project 'de digitale klas van de toekomst' gestart. Dit project maakt gebruik van een labruimte met de omvang van een klaslokaal, die er uit ziet als het gemiddelde PC landschap op een school. Het grote verschil: deze 25 beeldschermen zijn allen uitgerust met SMI eye trackers.

Ik houd het dan ook niet voor onmogelijk dat deze technologie in de toekomst inderdaad breed beschikbaar komt, ook in het onderwijs. En dat we in de toekomst dus in real time aan leerlingen kunnen laten zien waar hun leraar precies naar kijkt in een elektronische leeromgeving, of dat we aan artsen in opleiding kunnen laten zien waar een chirurg naar kijkt tijdens een (al dan niet gesimuleerde) operatie, of dat we tijdens een videoconferentie over complexe zaken niet alleen ons scherm kunnen delen op grote afstand, maar ook onze (visuele) aandacht. Dan moeten we echter wel weten bij wat voor soort leertaken (of communicatie processen) het kijken door de ogen van de ander toegevoegde waarde heeft. Daar hoop ik de komende jaren meer over te weten te komen, zodat ik met dit project en de andere projecten naar het leren van (video)voorbeelden, een bijdrage kan blijven leveren aan onze kennis over

## **voorbeeldig leren.**

## Dankwoord

Aan het eind gekomen van deze rede, wil ik graag een dankwoord uitspreken. Allereerst bedank ik het College van Bestuur, i.h.b. de Rector Magnificus, Henk Schmidt, het bestuur van de Faculteit Sociale Wetenschappen, i.h.b. de Decaan Henk van der Molen en het bestuur van het Instituut voor Psychologie, i.h.b. Marise Born, voor mijn benoeming en het in mij gestelde vertrouwen.

De Vereniging Trustfonds Erasmus Universiteit Rotterdam ben ik zeer erkentelijk voor het instellen van deze bijzondere leerstoel.

Dank aan de subsidieverstrekkers en scholen die ons onderzoek mogelijk maken/hebben gemaakt.

Voor hun vertrouwen, de uitdagingen, kansen en vrijheid die ze mij geboden hebben aan de start van mijn carrière, dank ik:

Hans Lodewijks, die mijn belangstelling voor de onderwijspsychologie wist te wekken en met zijn advies om stages bij Fontys Hogescholen en de Open Universiteit te gaan lopen, bijzonder bepalend is geweest voor mijn verdere carrière.

Mijn promotoren Fred Paas en Jeroen van Merriënboer. Zij waren en zijn geweldige voorbeelden en ik koester het feit dat we nog steeds samenwerken! Een speciaal woord van dank aan Fred, want zonder hem zou ik waarschijnlijk niet hier en zeker niet nu al mijn oratie houden.

Dank aan degenen die mijn dagelijkse werk interessant, afwisselend, uitdagend en gezellig maken:

Mijn voormalige promovendi Anne Helsdingen, Fleurie Nievelstein, Danny Kostons en Ingrid Spanjers en mijn huidige promovendi Anita Heijltjes, Martine Baars, Mariëtte van Loon, Kim Ouwehand, Jacqueline de Nooijer, Lysanne Post, Wim Pouw, Vincent Hoogerheide en Steven Raaijmakers en postdoc Margot van Wermeskerken.

De (co-)promotoren met wie ik deze promovendi begeleid (heb): Fred Paas, Jeroen van Merriënboer, Els Boshuizen, Rolf Zwaan, Anique de Bruin, Sofie Loyens en Lydia Schaap.

Alle collega's van het Instituut voor Psychologie. Een bijzonder woord van dank aan de collega's van het secretariaat, psyweb, onderwijsbureau en het EBL voor de nodige ondersteuning van ons werk en aan de collega's van de sectie Onderwijspsychologie voor de prettige en gezellige samenwerking, speciaal wil ik noemen het hoofd van de sectie, Remy Rikers, voor zijn steun en de ruimte die hij mij heeft gegeven.

De leden van De Jonge Akademie en de vele collega's uit binnen- en buitenland met wie ik heb samengewerkt; vanwege de veelvuldige samenwerking wil ik hier in het bijzonder noemen Henk Schmidt, Sílvia Mamede, Liesbeth Kester en Halszka Jarodzka.

Voor hun liefde en steun dank ik:

Mijn familie, Elly, Wim, Lieke en Kyano, die elke dag laat zien hoe effectief observationeel leren is en ook zelf graag het goede voorbeeld geeft aan anderen.

Mijn schoonfamilie, Jeanne, Peter en Inge.

Mijn partner Bas, voor zijn liefde, zorgzaamheid en de ruimte die hij me (letterlijk) heeft gegeven om nieuwe uitdagingen in mijn werk aan te gaan.

Dank u allen voor uw belangstelling.

*Ik heb gezegd.*

## Referenties

- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale: Erlbaum.
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research, 70*, 181–214.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction* (pp. 453–494). Hillsdale: Erlbaum.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2009). Towards a framework for attention cueing in instructional animations: Guidelines for research and design. *Educational Psychology Review, 21*, 113–140.
- Gregory, N. J., & Hodgson, T. L. (2012). Giving subjects the eye and showing them the finger: Socio-biological cues and saccade generation in the anti-saccade task. *Perception, 41*, 13-147.
- Groenendijk, T., Janssen, T., Rijlaarsdam, G., & Van den Bergh, H. (2013). Learning to be creative: The effects of observational learning on students' design products and processes. *Learning and Instruction, 28*, 35–47.
- Gullberg, M., & Holmqvist, K. (2006). What speakers do and what addressees look at: Visual attention to gestures in human interaction live and on video. *Pragmatics & Cognition, 14*, 53-82.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Jarodzka, H., Balslev, T., Holmqvist, K., Nyström, M., Scheiter, K., Gerjets, P., & Eika, B. (2012). Conveying clinical reasoning based on visual observation via eye-movement modelling examples. *Instructional Science, 40*, 813-827.
- 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.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J., & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology, 93*, 579-588.
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (1997). Unique morphology of the human eye. *Nature, 387*, 767-768.
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (2001). Unique morphology of the human eye and its adaptive meaning: Comparative studies on external morphology of the primate eye. *Journal of Human Evolution, 40*, 419-435.
- Kock, R., Van Gog, T., & De Nooijer, J. A. (onder review). *Learning to solve the Tower of Hanoi problem by self-modeling vs. modeling examples*. Manuscript aangeboden ter publicatie.
- Kuhn, G., & Benson, V. (2007). The influence of eye-gaze and arrow pointing distractor cues on voluntary eye movements. *Perception and Psychophysics, 69*, 966-971.
- Kuhn, G., Tatler, B. W., Findlay, J. M., & Cole, G. G. (2008). Misdirection in magic: Implications for the relationship between eye gaze and attention. *Visual Cognition, 16*, 391–405.
- Land, M. F. & Tatler, B. W. (2009) *Looking and acting: Vision and eye movements in natural behaviour*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Langton, S. R. H., Watt, R. J., & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. *Trends in Cognitive Sciences, 4*, 50-59.
- Levy, J., Foulsham, T. & Kingstone, A. (2013). Monsters are people too. *Biology Letters, 9*, 1-4.
- Masson, E. (2012). *Watch and learn: Rhetorical devices in classroom films after 1940*. Amsterdam, The Netherlands: Amsterdam University Press.

- Matheson, H., Moore, C., & Akhtar, N. (2013). The development of social learning in interactive and observational contexts. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*, 161–172.
- McLaren, B. M., Lim, S., & Koedinger, K. R. (2008). When and how often should worked examples be given to students? New results and a summary of the current state of research. In B. C. Love, K. McRae, & V. M. Sloutsky (Eds.), *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 2176–2181). Austin: Cognitive Science Society.
- McLaren, B. M., Van Gog, T., Ganoë, C., Yaron, D., & Karabinos, M. (in voorbereiding). *Exploring the assistance dilemma: Comparing instructional support in examples and problems*.
- Meltzoff, A. N. (1988a). Infant imitation after a 1-week delay: Long-term memory for novel acts and multiple stimuli. *Developmental Psychology, 24*, 470-476.
- Meltzoff, A. N. (1988b). Imitation of televised models by infants. *Child Development, 59*, 1221-1229.
- Nummenmaa, L., Hyönä, J., & Hietanen, J. K. (2009). I'll walk this way: Eyes reveal the direction of locomotion and make passersby look and go the other way. *Psychological Science, 20*, 1454-1458.
- Ouwehand, K., Van Gog, T., & Paas, F. (onder review). *Effects of gestures on older adults' learning from video-based models*. Manuscript aangeboden ter publicatie.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology, 84*, 429–434.
- Paas, F. (2007). *Neem eens een voorbeeld aan anderen: Nieuwe impulsen voor onderzoek naar leren en instructie*. Inaugurele rede, Open Universiteit Nederland.
- Reisslein, J., Atkinson, R. K., Seeling, P., & Reisslein, M. (2006). Encountering the expertise reversal effect with a computer-based environment on electrical circuit analysis. *Learning and Instruction, 16*, 92–103.
- Ricciardelli, P., Bricolo, E., Aglioti, S. M., & Chelazzi, L. (2002). My eyes want to look where your eyes are looking: Exploring the tendency to imitate another individual's gaze. *Neuroreport, 13*, 2259-2264.
- Salden, R. J. C. M., Koedinger, K. R., Renkl, A., Aleven, V., & McLaren, B. M. (2010). Accounting for beneficial effects of worked examples in tutored problem solving. *Educational Psychology Review, 22*, 379-392.
- Schunk, D. H., Hanson, A. R., & Cox, P. D. (1987). Peer-model attributes and children's achievement behaviors. *Journal of Educational Psychology, 79*, 54–61
- Senju, A., & Csibra, G. (2008). Gaze following in human infants depends on communicative signals. *Current Biology, 18*, 668-671.
- Spanjers, I. A. E., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. G. (2010). A theoretical analysis of how segmentation of dynamic visualizations enhances students' learning. *Educational Psychology Review, 22*, 411-423
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Sweller, J., & Sweller, S. (2006). Natural information processing systems. *Evolutionary Psychology, 4*, 434–458.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*, 251–295.
- Tomasello, M., Hare, B., Lehmann, H., & Call, J. (2007). Reliance on head versus eyes in the gaze following of great apes and human infants: The cooperative eye hypothesis. *Journal of Human Evolution, 52*, 314-320.
- Van der Wilt, A. (2011). De opmars van Schooltv. *Dyade, 9*, 18-19.
- Van Gog, T. (2006). *Uncovering the problem-solving process to design effective worked examples*. Doctoral Dissertation, Open University of The Netherlands, Heerlen, The Netherlands.
- Van Gog, T. (2011). Effects of identical example-problem and problem-example pairs on learning. *Computers & Education, 57*, 1775–1779.

- Van Gog, T. (in druk). The signaling or cueing principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of multimedia learning* (2nd rev. ed.). New York: Cambridge University Press.
- Van Gog, T., Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., & Paas, F. (2009). Attention guidance during example study via the model's eye movements. *Computers in Human Behavior, 25*, 785-791.
- Van Gog, T., & Kester, L. (2012). A test of the testing effect: Acquiring problem-solving skills from worked examples. *Cognitive Science, 36*, 1532-1541
- Van Gog, T., Kester, L., & Paas, F. (2011). Effects of worked examples, example-problem, and problem-example pairs on novices' learning. *Contemporary Educational Psychology, 36*, 212-218.
- Van Gog, T., & Rummel, N. (2010). Example-based learning: Integrating cognitive and social-cognitive research perspectives. *Educational Psychology Review, 22*, 155-174.
- Van Gog, T., Verveer, I., & Verveer, L. (in druk). Learning from video modeling examples: Effects of seeing the human model's face. *Computers & Education*.
- Wade, N. J., & Tatler, B. W. (2005). *The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.