



Dr. Patrick Sins is sinds november 2010 werkzaam als lector daltononderwijs en onderwijsvernieuwing aan de pabo van Saxion te Deventer. Tevens is hij onderzoeker aan het Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Nascholing (ICLON) van de Universiteit Leiden.

In deze lectorale rede beargumenteert Patrick Sins dat inzicht in de relatie tussen tijd en leren noodzakelijk is om het leren van leerlingen te begrijpen en te beïnvloeden. Zo stelt hij dat effectief onderwijs direct afhankelijk is van de tijd die wordt besteed aan doelgericht leren en de tijd die nodig is om te leren. Aan de hand van een model laat hij zien dat het in acht nemen van tijd verschillen in leeropbrengsten kan verklaren. Bovendien wordt het meten van verschillen tussen leerlingen makkelijker. Het is dus hoog tijd om te reflecteren op het belang van tijd.

It's about Time

IT'S ABOUT TIME

PATRICK SINS

SAXION DALTON UNIVERSITY PRESS

Patrick Sins

It's about Time

It's about Time

Patrick Sins

Lectorale rede

In verkorte vorm uitgesproken bij de installatie als lector daltononderwijs
en onderwijsvernieuwing aan de Saxion Hogeschool
op dinsdag 12 juni 2012 te Deventer



Saxion Dalton
University Press

It's about Time is een uitgave van Saxion Dalton University Press.

Juni 2012

Auteur	Patrick Sins
Grafisch ontwerp	Allison grafische vormgeving, Deventer
Druk	Ovimex

Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag, zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbende(n) op het auteursrecht c.q. de uitgever van deze uitgave door de rechthebbende(n) gemachtigd namens hem (hen) op te treden, niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op de gehele of gedeeltelijke bewerking. De uitgever is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor kopiëren, als bedoeld in art. 17 lid 2 Auteurswet 1912 en in het KB van 20 juni 1974 (Stb.351) ex art. 16b, te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden.

Inhoud

Voorwoord	6
Inleiding	7
Achievement gap en de zomervakantie	13
Het leren van experts	19
Tijd en haar effecten op het leren van leerlingen	25
Een model van leren - deel I	29
Cognitieve belastingtheorie	33
Een model van leren - deel II	45
Tot slot	49
Dankwoord	53
Geraadpleegde literatuur	55

Voorwoord

Enkele dagen na mijn aanstelling als lector daltononderwijs en onderwijsvernieuwing eind 2010, had ik een gesprek met enkele prominenten uit de daltononderwijspraktijk. Een onderwerp dat al vrij snel ter tafel kwam, was hoe ik een bijdrage kon leveren aan het informeren van die praktijk. In het bijzonder wilde ik weten voor welke thema's het onderwijsveld behoefte had meer te weten over wat er bekend is uit onderwijswetenschappelijk onderzoek. Volgens mijn notulen uit die tijd, werd de relatie tussen de motivatie van leerlingen en de tijd die ze nodig hebben en krijgen om te leren als meest beduidend ervaren.

Ik geef eerlijk toe dat ik hier niet gelijk een concrete verwachting of laat staan een onderzoekbare vraag bij wist te formuleren. Ten eerste had ik in het verleden niet of nauwelijks stilgestaan bij het belang van tijd, een op het eerste gezicht banaal concept. Ten tweede vond ik het lastig om motivatie en tijd aan elkaar te koppelen, vooral omdat ze verschillen wat betreft abstractieniveau. Zo is tijd natuurlijk veel concreter en makkelijker te meten dan bijvoorbeeld de motivatie van leerlingen.

Ik dacht dit onderwerp dus maar even te laten rusten, totdat ik er iets beter mee uit de voeten kon. Dat gebeurde onder meer nadat ik stuitte op het artikel *What's all the fuss about instructional time* uit 1990 van David C. Berliner, inmiddels emeritus hoogleraar aan de College of Education van Arizona State University. De puzzelstukjes vielen op hun plaats. Zo bood het model dat Berliner beschrijft mij niet alleen de mogelijkheid om motivatie ook in tijd uit te drukken, maar ook om verschillen in leeropbrengsten te verklaren, resultaten uit onderwijsonderzoek te duiden en om verwachtingen te formuleren met betrekking tot de omstandigheden die bijdragen aan effectief leren. Dit alles door inachtneming van tijd.

Ik hoop de lezer te overtuigen dat meer inzicht in de relatie tussen tijd en leren noodzakelijk is om het leren van leerlingen te begrijpen en te beïnvloeden. Ik wil in deze rede dan ook met terugwerkende kracht bijdragen aan het geven van een gedegen antwoord op de vraag, die mij anderhalf jaar geleden is gesteld. Ik hoop dat ik hierin ben geslaagd. Gelukkig heb ik nog ruim tijd beschikbaar om samen met de onderwijspraktijk over het belang van tijd te redetwisten.

Inleiding

None of my inventions came by accident. I see a worthwhile need to be met and I make trial after trial until it comes. What it boils down to is one per cent inspiration and ninety-nine per cent perspiration (citaat van Thomas Edison, 1929; geciteerd in Newton, 1987)

The Dalton Laboratory Plan permits pupils to budget their time and to spend it according to their needs (Helen Parkhurst, 1922; 24)

De bekendheid die Thomas Alva Edison (1847-1931) geniet wordt voornamelijk toegeschreven aan de productie van een commercieel succesvolle gloeilamp. Deze prestatie kon overigens niet echt een radicaal nieuwe ontdekking worden genoemd. Zo gaf Joseph Swan al in het begin van 1879 een openbare presentatie van zijn elektrische gloeilamp, lang voordat Edison in staat was een lamp lang genoeg te laten branden om praktisch te zijn. Ook kreeg Swan een jaar eerder dan Edison een Brits patent toegekend voor deze vinding (Israel, 1998). Om een mogelijk duur geschil voor de rechter te vermijden, richtten ze in 1883 de Edison & Swan United Electric Light Company op om de productie en exploitatie van hun uitvinding in Groot-Brittannië veilig te stellen. Hoe komt het dat bij het lezen van de naam Edison meer lampjes gaan branden dan bij een ogenschijnlijk even vindingrijke Swan? Zo zijn er eenenzestig keer meer pagina's over de combinatie van Edison en elektrisch licht op het internet te vinden en is de handelsnaam van de gezamenlijke onderneming van Edison en Swan (Ediswan) juist minder bekend.

Waar Edison werkelijk in uitblonk was niet zozeer het doen van uitvindingen, maar in het besteden van tijd en aandacht aan het bedenken van systemen en methodes om iets als elektrisch licht te produceren en het op grote commerciële schaal te laten benutten. De uitvinding van de gloeilamp eind negentiende eeuw was verbijsterend, maar de voorziene afzetmarkt was beperkt doordat er nog geen bruikbare fittings, schakelaars en goedkope elektriciteit beschikbaar was. Het praktisch nut van de gloeilamp was hierdoor bijna nihil. Waar anderen zoals bijvoorbeeld Swan er de brui aan gaven, bouwde Edison het hele systeem van begin af aan op en liet als een gedrevene een uitgebreid elektriciteitsnetwerk aanleggen die binnen een paar maanden uit meer dan driehonderd kleine elektriciteitscentrales bestond en tienduizenden gloeilampen van stroom voorzag (Bryson, 2010). Dat dit ook Swan's pet te boven ging blijkt wel uit het volgende citaat: "Edison

is entitled to more than I ... he has seen further into this subject, vastly than I, and foreseen and provided for details that I did not comprehend until I saw his system” (uit: Israel, 1999). Edison spaarde kosten nog moeite om zijn doel te bereiken, met onder meer als bijgevolg dat hij zijn compagnon electrocuteerde, diverse van zijn medewerkers hun tanden verloren als gevolg van een kwikvergiftiging en Edison meewerkte aan de ontwikkeling van de elektrische stoel om te laten zien hoe dodelijk de stroom van de concurrent wel niet was. Alles in beschouwing genomen lijkt het erop dat Edison meer ondernemend en doortastender was in de doorontwikkeling van het elektrische licht in vergelijking met Swan, wat zich evident heeft geuit in de grotere hoeveelheid tijd die hij spendeerde aan productie en exploitatie. Waar anderen ophielden, ging Edison dus verder.

Bovenstaande anekdotische verhandeling over Thomas Edison verschaft me een aardige opstap naar de stelling die ik wil maken, namelijk dat om succes in een bepaald domein te bewerkstelligen een bepaalde hoeveelheid tijd moet worden gespendeerd aan toegeweide, doelgerichte activiteiten die essentieel zijn om dat doel te bereiken. Succes is dan niet of nauwelijks het resultaat van zoiets als inspiratie, het is vooral transpiratie. Als we succes in het algemeen specificeren naar het bereiken van effectief onderwijs in het bijzonder waarin het verhogen van de leerresultaten van leerlingen centraal staat, dan betekent dit dat tijd beschikbaar worden gesteld waarin leerlingen betekenisvol kunnen leren. Uiteraard behoeven niet alle leerlingen evenveel tijd om iets te leren en zijn er behoorlijke individuele verschillen (zie bijvoorbeeld Renkl, 1997; Snow, Corno, & Jackson, 1996). Om de stelling te vervolmaken is effectief onderwijs een functie van de tijd die wordt besteed aan leren en de tijd die nodig is om te leren, een stelling die erg nabij het gedachtegoed van de bedenker van het daltonplan Helen Parkhurst ligt.

Doordat leerlingen verschillen in de tijd die ze nodig hebben om te leren, is het leren volgens Parkhurst pas optimaal als ze het schoolwerk in hun eigen tempo mogen verwerken en hun eigen tijd daarvoor mogen indelen (Parkhurst, 1922). Kennis over deze verschillen rechtvaardigt de daltondidaktiek dat leerlingen in de mogelijkheid worden gesteld om tijd te kunnen besteden aan het leren van bepaalde stof die ze daarvoor nodig achten te hebben (Van der Ploeg, 2010). Dit door Parkhurst ingezette idee van efficiënter gebruik van de onderwijstijd heeft ze in de praktijk ontwikkeld, als gevolg van een pedagogische ongenoegen met de starre organisatie van de onderwijstijd waarmee zij bekend was. Deze was volgens Parkhurst niet doelmatig genoeg. Het idee van budgeting time is dus niet vanuit theorie ontwikkeld, maar meer als gevolg van de praktijkkennis van Parkhurst. Ik zal in deze rede onderzoeken wat er bekend is uit onderwijsonderzoek naar onderwijstijd en een model voor de mate van leren presenteren. Deze zal een meer onderbouwd en kritisch kader bieden voor het gedachtegoed van Parkhurst.

Gaandeweg het verhaal zal ik een model presenteren voor de mate van leren, waarin de relatie tussen tijd en leren centraal staat. Ik zal proberen te laten zien dat inzicht in deze relatie onderzoekers, leerkrachten en schoolleiders in staat stelt om het leren van leerlingen beter te begrijpen en te beïnvloeden op het meest basale niveau. Zo zal ik proberen te laten zien dat tijd abstracte mentale constructen als motivatie en voorkennis van leerlingen meetbaar en observeerbaar maakt, het tegenstrijdige resultaten in de onderwijs-wetenschappelijke literatuur kan duiden en het kan helpen als hulpmiddel in het ontwikkelen van onderwijs. Maar laten we eerst kijken waarom tijd die besteed wordt aan leren zo belangrijk is voor het verklaren van prestatieverschillen tussen leerlingen.

Achievement gap en de zomervakantie

Samen met collega Symen van der Zee voer ik onderzoek uit naar de verschillen in effecten van daltononderwijs in vergelijking met regulier onderwijs (Sins & Van der Zee, in voorbereiding). Deze studie is ingericht als een schooleffectiviteitsonderzoek. Op basis van een grootschalig Cohort-Onderzoek naar de Onderwijs-Loopbanen van ongeveer 38.000 leerlingen van 550 scholen in het basisonderwijs (COOL⁵⁻¹⁸) en gegevens van de Onderwijsinspectie betreffende schoolkwaliteit, is met behulp van een meerniveau-analyse nagegaan in hoeverre daltononderwijs effectief is. Dit type analyse houdt er bijvoorbeeld rekening mee dat leerlingen die bij elkaar in een klas (niveau) zitten gemiddeld genomen meer met elkaar gemeen hebben dan leerlingen uit andere groepen of scholen (Hox, 2010).

In het onderzoek zijn de cognitieve prestaties van leerlingen in de groepen 2, 5 en 8 op daltonscholen vergeleken met de prestaties van leerlingen op reguliere basisscholen (Driessen, Mulder, Ledoux, Roeleveld, & Van der Veen, 2009). Als achtergrondvariabelen zijn geslacht, etniciteit, opleidingsniveau van de ouders, ouderbetrokkenheid, inspectiescores betreffende de kwaliteit van de leraren en intelligentie opgenomen in de analyses.

De analyses van groep 2 lieten zien dat leerlingen op daltonscholen significant beter presteren op de gebieden ordenen en taal dan leerlingen in het reguliere onderwijs, ook nadat is gecontroleerd voor de achtergrondkenmerken. Voor groepen 5 en 8 waren er geen significante verschillen op cognitieve maten tussen daltonscholen en reguliere scholen, ook niet met betrekking tot Cito-scores (vergelijk Paas & Mulder, 2010 en Sins & Wolters-Goldsteen, 2012). Omzichtigheid is echter geboden bij dit type vergelijkingen. Het is bijvoorbeeld onduidelijk wat precies de verschillen zijn tussen dalton- en reguliere scholen met betrekking tot hoe het onderwijs is vormgegeven. Een complicerende factor is verder de bijna dogmatische openheid van het daltononderwijs, daar het niet gebonden is aan specifieke regels, organisatievormen of didactiek (Van der Ploeg, 2010). Het is dus op basis van deze studie lastig te bepalen in hoeverre de twee typen scholen werkelijk homogeen zijn. Deze en andere problemen en beperkingen zijn echter niet voorbehouden aan het uitgevoerde onderzoek. Met deze kanttekening in het achterhoofd, zullen we kijken naar de resultaten die vooral onze aandacht trokken.

Uit de tiental analyses die zijn uitgevoerd, bleek dat opleidingsniveau van de ouders consistent significant bijdraagt aan de cognitieve leerprestaties van leerlingen in alle drie de groepen. Dit ook nadat was gecontroleerd voor de hierboven genoemde variabelen. De grootste verschillen waren tussen leerlingen van ouders die hbo en wo hebben genoten en leerlingen van ouders die hooguit lbo hebben gehad.

Het fenomeen dat we constateerden, is niet nieuw en wordt de *achievement gap* genoemd: verschillen in leerprestatie die gerelateerd zijn aan verschillen in sociaaleconomische status van de ouders (Jencks & Phillips, 1998; Heyns, 1978; 1987). Alexander, Entwistle en Olson (2001) vonden zelfs dat de *achievement gap* tussen leerlingen uit de lagere en hogere sociaaleconomische groepen zelfs verdubbelt gedurende de eerste vijf jaren op de basisschool. Interessanter dan het bestaan van dit fenomeen is de verklaring, namelijk het grote verschil in tijd dat leerlingen uit verschillende sociale groepen (kunnen) spenderen aan betekenisvolle activiteiten die bijdragen aan het bereiken van leerrendement.

Alexander en collega's (2001) probeerden zicht te krijgen op de oorzaken van deze verschillen in leerprestatie. Is het zo dat leerlingen uit de lagere inkomensgroep in vergelijking met leerlingen uit de hogere inkomensgroep ook minder leren op school, worden de verschillen op school meer uitgesproken of zijn de verschillen te wijten aan buitenschoolse activiteiten? Om hierachter te komen namen ze de California Achievement Test (CAT) af bij 665 leerlingen op diverse scholen in Baltimore, Amerika. De CAT is een gestandaardiseerde toets voor begrijpend lezen en een toets voor rekenen. Ze volgden de leerlingen vijf jaar lang en namen de CAT steeds aan het einde van ieder schooljaar af en aan het begin van het nieuwe schooljaar, net na de zomervakantie. Deze onderzoeksopzet stelde de onderzoekers in staat om te kijken in hoeverre de *achievement gap* te herleiden is naar verschillen in de mate waarin leerlingen uit verschillende inkomensgroepen leren tijdens het schooljaar of doordat het komt door iets wat zich tijdens de zomervakantie afspeelt (zie ook Gladwell, 2008).

De resultaten van deze studie zijn opmerkelijk te noemen. Ze vonden geen verschil in de mate waarin leerlingen uit laag, midden en hoog sociaaleconomische groepen leren gedurende het schooljaar. Alle groepen lieten een gelijke vooruitgang zien. Sociaaleconomische status heeft dus geen invloed op het leerrendement *tijdens* het schooljaar. Maar kijken we naar hoe leerlingen scoren op de CAT als ze terugkomen van de zomervakantie, dan worden verschillen zichtbaar. Zo blijken leerlingen uit de lagere inkomensgroep het nieuwe schooljaar te starten met een gelijk of zelfs minder niveau dan ze hadden aan het eind van het vorige schooljaar. Leerlingen uit de hogere inkomensgroep scoren daarentegen significant hoger op de CAT na de zomervakantie en beginnen dus

met een voorsprong aan het schooljaar. Dit effect is cumulatief, wat betekent dat hoe hoger het inkomensniveau van ouders is, des te hoger leerlingen scoren op de CAT. De achievement gap is met name te zien bij scores op begrijpend lezen waarbij de zomervakantie zelfs een verschil van drie maanden veroorzaakt tussen leerlingen uit lagere en hogere sociaaleconomische groepen (Cooper, Nye, Charlton, Lindsay, & Greathouse, 1996). Kortom, leerlingen uit de lagere inkomensgroepen leren gedurende het schooljaar evenveel maar tijdens de zomervakantie leren ze niets bij en soms leren ze zelfs zaken af. Dit terwijl leerlingen uit hogere inkomensgroepen gedurende de zomervakantie bij blijven leren.

De achievement gap wordt dus veroorzaakt door activiteiten die *buiten* de school plaatsvinden en die te herleiden zijn naar de familiesituatie. Volgens onderzoekers zorgt een lage sociaaleconomische status voor verminderde mogelijkheden tot het ondernemen van leerzame activiteiten tijdens vakanties (Entwistle & Alexander, 1994). Leerlingen uit de hogere inkomensgroep hebben eenvoudigweg meer toegang en worden meer gestimuleerd worden tot educatieve activiteiten als het bezoeken van musea, het nemen van muziek- en/ of sportlessen, het lezen van boeken of het volgen van zomercursussen (Entwistle, Alexander, & Olson, 1994).

Dit soort verschillen worden niet louter verklaard door de variaties in financiële mogelijkheden, maar bovenal door het type opvoedingsstijl (zie bijvoorbeeld Britto & Brooks-Gunn, 2001; Lareau, 2003; Farah, 2010). Zo onderzocht de antropoloog Annette Lareau in de jaren negentig verschillende gezinnen met diverse sociaaleconomische achtergronden door ze drie weken lang grondig te observeren. Lareau vond twee patronen in de opvoedingsstijl van de gezinnen, die nagenoeg parallel bleken te lopen aan verschillen in sociaaleconomische klasse (zie ook Gladwell, 2008). De opvoedingsstijl in gezinnen met een modaal inkomen, werd gekenmerkt door de focus van ouders op de actieve ontwikkeling van de talenten en vaardigheden van hun kinderen. Lareau labelde dit patroon als *concerted cultivation*. Dit uit zich in het actief betrekken van kinderen in gesprekken en ze uit te nodigen vragen te stellen, veronderstellingen te betwisten en gemaakte regels te overleggen. Verder zijn ouders ook actief in het plannen van activiteiten die de ontwikkeling van hun kinderen dienen te bevorderen. Minder bemiddelde ouders daarentegen zien het als hun verantwoordelijkheid hun kinderen veiligheid te bieden en hen onderdak, voeding en liefde te geven; maar ze veronderstellen dat kinderen zichzelf kunnen laten groeien en ontwikkelen. Deze opvoedingsstijl, die Lareau als *accomplishment of natural growth* heeft gekenmerkt, komt tot uiting in het meer ruimte geven om kinderen zelf hun vrije tijd te laten invullen. Maar kinderen uit deze gezinnen krijgen minder vrijheid in interacties met volwassenen. Beide opvoedingsstijlen hebben hun eigen voordelen volgens Lareau. Zo leren kinderen uit arbeidersgezinnen meer over

informele omgang met leeftijdsgenoten en zijn ze meer creatief in het omgaan met hun eigen tijd. Maar in de huidige kennismaatschappij levert concerted cultivation meer voordelen op als het gaat over het volgen van de eigen intenties en de vaardigheid om voordeel te behalen uit interacties met anderen. Kortom, de achievement gap is te herleiden naar verschillen in hoe ouders met hun kinderen spreken en de attitudes die ze hebben ten aanzien van opvoeden. Dit verschil in opvoedingsstijlen laat zich weer direct vertalen in verschillen in de hoeveelheid tijd die kinderen besteden aan activiteiten die bijdragen aan leren.

De verschillen in beschikbaarheid en de mate waarin kinderen uit gezinnen uit verschillende inkomensgroepen worden gestimuleerd tijd te besteden aan dit soort activiteiten, heeft dus grote gevolgen voor het welslagen in de verdere schoolcarrière. Deze bevinding leidt tot de conclusie dat kinderen uit de meer welgestelde gezinnen hoger scoren voor wat betreft hun leerprestatie, niet omdat ze slimmer zijn, maar omdat ze netto meer tijd hebben kunnen besteden aan leren. De lange zomervakanties lijken deze verschillen in de tijd die besteed wordt aan leren geheel te verklaren en verschillen in opvoedingsstijl lijken daartoe in belangrijke mate aan bij te dragen.

Of de zomervakantie in Nederland evenveel impact heeft op het leren als in Amerika is niet geheel duidelijk, ondanks de zichtbare effecten van opleidingsniveau van de ouders op leren. Zomervakanties in Amerika duren nogal wat langer. Leerlingen zijn maar liefst twaalf weken vrij. Saillant is dat de lange zomervakanties juist voortkomen uit de gedachte dat onderwijs effectiever is wanneer er een juiste balans tussen hard werken en het nemen van rust is (Gold, 2002). Begin negentiende eeuw stelde een groep van onderwijshervormers, dat leerlingen niet overprikkeld moesten worden in het onderwijs met leerstof. Aangezien toentertijd meer dan tachtig procent van de Amerikanen in de landbouw werkten, werd een voor de hand liggende analogie gebruikt om de opvatting kracht bij te zetten. Zo wordt het harde werken van het beplanten van de akkers in de lente en van het oogsten in de herfst altijd gevolgd door het langzamere tempo van de zomer en de winter (zie ook Gladwell, 2008). De zomer werd gezien als de periode waarin de leerling even tot rust kon komen van het schooljaar anders zou deze, net als de bebouwde grond, uiteindelijk nog uitgeput kunnen raken. Het is dan ook vreemd dat gegeven de kennis die we hebben kunnen nemen over de achievement gap en nu slechts 3% van de Amerikanen nog in de landbouw werkt (Cooper et al., 1996), de schoolkalender nog steeds ongewijzigd is gebleven. Deze verklaring voor dit dramatisch effect is al langer bekend, maar heeft blijkbaar nog niet geleid tot een serieuze heroverweging van de lengte van de zomervakantie in Amerika. Alexander en collega's (2001) berekenden zelfs dat verschillen tussen groepen kinderen zouden wegvallen als ze het hele jaar door school zouden krijgen. Het is natuurlijk maar de vraag in hoeverre dit een wen-

selijke en praktisch haalbare situatie is, maar bovendien zullen sociale verschillen hierdoor niet worden verkleind (Borman & Dowling, 2010).

Een internationale vergelijkingsstudie die door Barrett (1990) wordt aangehaald zet de argumenten van Alexander en collega's kracht bij. In de jaren '80 nam de International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) een drietal reken- en wiskundetoetsen af bij de slimste leerlingen uit de laatste klassen van het voortgezet onderwijs in een twintigtal landen. Een vergelijking tussen Japanse en Amerikaanse leerlingen liet zien dat er een relatie kan worden gelegd tussen het aantal schooldagen dat een land gemiddeld genomen heeft en de rangorde van dat land gemeten aan de hand van de gemiddelde scores van leerlingen op de toetsen. Japanse leerlingen, die 243 dagen per jaar naar school gaan, scoren bijvoorbeeld consistent hoger dan Amerikaanse leerlingen. Een schooljaar in Amerika telt gemiddeld 180 dagen. Als leerlingen verder werd gevraagd in hoeverre ze de stof die in de toets tegenkwamen ook in de lessen aan bod was geweest, antwoordde 92% van de Japanse leerlingen positief. Voor Amerikaanse leerlingen was dit slechts 54% (zie ook Gladwell, 2008; en Purvis & Levine, 1975). Het is overigens lastig te bepalen op basis van dit type onderzoek precies na te gaan in hoeverre deze resultaten te verklaren zijn door louter verschillen in de beschikbare onderwijstijd. We kunnen op basis van dit soort studies bijvoorbeeld niet uitsluiten dat verschillen in didactische aanpak, scholing van docenten en/ of attitudes van leerlingen een rol hebben gespeeld.

Een ander argument dat meer beschikbare onderwijstijd rendabel is voor wat betreft leerprestatie laat het succes van de zogeheten "Knowledge is Power Program" (KIPP)-scholen zien (Tough, 2006). Deze scholen zijn in de vroege jaren negentig door Levin en Feinberg opgezet in steden als Houston en New York, met als doel om meetbare leeropbrengsten te realiseren bij kinderen uit hoofdzakelijk arme gezinnen. Het onderwijs binnen KIPP-scholen laat zich kenmerken door niet alleen een strikte discipline en opbrengstgerichtheid, maar vooral doordat kinderen 50 tot 60% meer onderwijstijd krijgen in vergelijking met andere openbare basisscholen in Amerika. Zo zijn kinderen van half acht tot en met vijf uur 's middags op weekdays op school en op zaterdag wordt er veelal ook lesgegeven. De zomervakanties zijn ook veel korter dan wat normaal het geval is op een Amerikaanse school. Het lijkt misschien een draconische maatregel om kinderen te belasten met zulk soort stringent onderwijs. Naast het gegeven, dat wat als draconisch wordt ervaren ons nog voor een groot deel ingegeven is door het nog alom vertegenwoordigd gedachtegoed van de hiervoor genoemde onderwijshervormers, moeten we niet vergeten dat het hier om kinderen uit arme gezinnen gaat en hiermee een kans krijgen om de achievement gap te overbruggen. Bewijs hiervoor blijkt dat kinderen op KIPP scholen in vergelijking met kinderen op andere basisscholen uit dezelfde regio

gelijk of zelfs beter scoren op gestandaardiseerde taal- en rekenoetsen. Als de scores van deze kinderen worden vergeleken met de prestaties van kinderen op scholen in vergelijkbare arme buurten, dan is het effect van extra tijd nog groter: zo scoort 86% van de leerlingen op een KIPP-school in New York boven of gelijk aan het landelijk gemiddelde rekenniveau, terwijl dit voor slechts 16% het geval is voor arme kinderen op scholen uit de buurt (Tough, 2003). Verder gaat 80% van de kinderen die van KIPP scholen verder studeren in het hoger onderwijs (Gladwell, 2008).

We kunnen nu de stelling dat een grotere hoeveelheid beschikbare onderwijstijd de kans op de tijd die is besteed aan effectief leren vergroot, onderbouwen met empirische bevindingen. We hebben gezien dat verschillen in de mogelijkheid om tijd te besteden aan leren bijdraagt aan het verklaren van de achievement gap. Verder zijn er aanwijzingen dat een toename in de tijd dat leerlingen op school zijn, bijdragen aan het overbruggen van de achievement gap op de korte en de lange termijn. De gevonden prestatieverschillen zijn aldus te wijten aan verschillen in de toegang tot de middelen en de stimulans om tijd te kunnen spenderen aan leren.

Helaas leidt het bieden van de mogelijkheid om tijd aan leren te besteden niet vanzelf tot hogere leerprestaties. leerlingen moeten niet alleen aan het werk zijn maar ze moeten die tijd ook nuttig en betekenisvol besteden. Om hier meer zicht op te krijgen, zullen we onze pijlen richten op het leren van experts. We zullen zien dat de wijze waarop experts hun tijd benutten en indelen kan bijdragen aan ons begrip van het vormgeven van tijd besteed aan effectief leren.

Het leren van experts

Een onderscheidend kenmerk van experts is dat ze in staat zijn om bijna intuïtief patronen te herkennen en te reproduceren in het domein waarin ze expert zijn en dat dit bijdraagt aan hun uitzonderlijke prestaties (Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Dreyfus & Dreyfus, 1986). Dit komt doordat experts de beschikking hebben over goed georganiseerde mentale schema's die zijn opgeslagen in hun langetermijngeheugen. Een schema is een hypothetische mentale structuur waarmee we concepten, die opgeslagen zijn in het geheugen, kunnen organiseren en representeren. Schema's stellen ons in staat om situaties te begrijpen en hier snel op te reageren (Stein & Trabasso, 1982). Het schema dat wij als volwassenen hebben van bijvoorbeeld zoogdieren maakt dat we dieren eenduidig kunnen classificeren en, zonder dat we een bepaald zoogdier hebben gezien, al bepaalde kenmerken als wijze van voortplanting, gewelddadigheid en interne regulatie van de lichaamstemperatuur kunnen toeschrijven aan dat dier. De uitgebreide en goed georganiseerde schema's van experts stellen hen in staat om snel patronen te herkennen en als gevolg daarvan te handelen. Veel van de huidige kennis rondom expertise kent zijn oorsprong in en is geïnspireerd door het klassieke onderzoek naar schaakexperts door onder meer De Groot (1978) en Chase en Simon (1973).

Zo lieten Chase en Simon al in 1973 zien dat schaakgrootmeesters in staat zijn om na slechts vijf seconden een bepaalde schaakopstelling te hebben gezien, deze de positie van alle twintig stukken exact kunnen reproduceren. Beginnende schakers weten dat voor niet meer dan vier stukken te doen. Op basis van hun omvangrijke geheugen voor schaakopstellingen, kunnen experts zeer snel een bepaalde stelling duiden en betekenisvolle patronen tussen schaakstukken herkennen. Hierdoor hebben grootmeesters meer geheugencapaciteit beschikbaar om de beste volgende zet te selecteren. Overigens hoeven deze experts de schaakstukken en hun posities niet te zien, omdat ze deze taak met behoud van prestatie ook geblinddoekt kunnen uitvoeren (Ericsson & Oliver, 1984). Deze superieure prestatie valt te verklaren doordat schaakgrootmeesters uitvoerige schema's bezitten die extreem goed zijn gestructureerd, wat hen niet alleen in staat stelt betekenisvolle schaakopstellingen snel op te slaan, maar deze ook zonder al teveel problemen te reproduceren. Deze vorm van patroonherkenning en de bijdrage daarvan voor de excellente prestaties van experts is ook gevonden in diverse andere domeinen als programmeren van software, bridge en geneeskunde (Ericsson, Patel, & Kintsch,

2000). Zo laten ervaren huisartsen zien dat ze in staat zijn om zeer kort na het lezen van enkele symptomen van een bepaalde patiënt, patronen kunnen herkennen in de vorm van een klinische diagnose (Rikers, Loyens, Te Winkel, Schmidt, & Sins, 2005). Maar ook leerlingen in het voorgezet onderwijs zijn in zekere zin experts te noemen en dan met betrekking tot het beoordelen van patronen in het gedrag van hun docent.

In een studie onder 489 eerste- en tweedejaarsleerlingen in het voorgezet onderwijs onderzochten Mainhard, Wubbels en Brekelmans (2009) in hoeverre de percepties met betrekking tot het interpersoonlijk leraarsgedrag overeenkomen tussen leerlingen die een docent voor het eerst zagen en leerlingen die al minstens een jaar vertrouwd waren met dezelfde docent. Beide groepen leerlingen keken naar een kort videofragment waarin de betreffende docent bezig was les te geven aan een klas. Al na 5 minuten werden de leerlingen gevraagd naar hun perceptie van het interpersoonlijk leraarsgedrag van de docent. Deze percepties werden gemeten aan de hand van 32 items uit de vragenlijst interpersoonlijk leraarsgedrag (Wubbels, Créton, & Hooymayers, 1985; Wubbels, Brekelmans, den Brok, & van Tartwijk, 2006). Deze vragenlijst richt zich op twee onderliggende dimensies van interpersoonlijk leraarsgedrag: invloed en nabijheid. Invloed wordt gezien als de mate waarin leerlingen de docent in staat achten om orde te houden ("deze docent is streng"). Nabijheid is de mate waarin leerlingen ervaren dat een docent gevoelig is voor de behoeften van zijn of haar leerlingen en of hij of zij anticipeert of problemen die leerlingen kunnen hebben ("deze docent is vriendelijk"). Leerlingen moeten op deze vragenlijst aangeven in hoeverre ze het eens zijn met elk van de 32 stellingen. Uit vorig onderzoek van Brekelmans (1989) en Wubbels en collega's (2006) kwam naar voren dat de perceptie van de interpersoonlijke relaties in de klas een belangrijke verklarende voorspeller is van de leeropbrengsten van leerlingen. Zo blijkt uit het onderzoek van Brekelmans (1989) en dat van Wubbels en collega's (2006) dat bij docenten die laag scoren op de invloedsdimensie, leerlingen minder tijd besteden aan leren en ze dus minder goed presteren.

Uit de vergelijking tussen de twee groepen uit het onderzoek van Mainhard en collega's (2006) bleek dat de scores van leerlingen, die de docent nog niet eerder hadden gezien en die van de leerlingen die vertrouwd waren met de docent, nagenoeg identiek waren. Leerlingen kunnen dus na 5 minuten al een oordeel vellen over het interpersoonlijk leraarsgedrag van een voor hen onbekende docent, die overeenkomt met die van leerlingen die al minstens een jaar bij deze docent in de klas zitten. Dat deze bevinding van Mainhard en collega's niet op zichzelf staat, bewijzen de studies van Ambady en Rosenthal (1993) en Babad, Avni-Babad en Rosenthal (2003). Deze onderzoeken laten zien dat de percepties van hogeschool studenten zelfs na enkele seconden van het zien van een video-opname van een les van een onbekende docent, de studentevaluaties aan het

einde van het semester kunnen voorspellen. Dit effect wordt *thin-slicing* genoemd (Ambady & Rosenthal, 1992), waarbij korte observaties leiden tot uitkomsten die groter zijn dan wat op basis van kans verwacht mag worden (zie ook Gladwell, 2005).

Hoe kan het dat leerlingen al na zeer korte tijd een patroon kunnen herkennen van een docent en een oordeel trekken over het interpersoonlijk gedrag, dat nauw overeenkomt met dat van leerlingen die een docent al langer kennen? Dit gedrag lijkt overeen te komen met dat van experts, maar wat is de gemene deler tussen leerlingen en experts? Het antwoord laat zich misschien al raden: tijd. Een rekensom leert ons dat leerlingen, voordat ze aan het voorgezet onderwijs beginnen, reeds minimaal 7520 uren onderwijstijd achter de kiezen hebben. In het voortgezet onderwijs komt daar per leerjaar gemiddeld genomen 1000 uur bij. Dat komt redelijk in de buurt van het aantal uren dat experts nodig hebben om hun hoogste prestatieniveau te bereiken. Volgens onderzoek van Ericsson, Krampe en Tesch-Römer (1993) komt dat neer op ongeveer 10.000 uur. Alhoewel het kunnen beoordelen van een onbekende docent niets zegt over de mate van leren van leerlingen, laat deze verhandeling zien dat het basale mechanisme voor het ontwikkelen van schema's dezelfde is, of het nu kennis van een vakdomein of de evaluatie van het interpersoonlijk gedrag betreft: Oefening baart kunst.

Ericsson en collega's (1993) gaan ervan uit dat er een monotoon stijgend verband is tussen de hoeveelheid tijd die een individu bezig is geweest met doelgerichte oefening (*deliberate practice*) en het uiteindelijke prestatieniveau van hem of haar. Hieruit volgt dat individuen de hoeveelheid tijd die ze aan doelgerichte oefening besteden moeten optimaliseren willen ze het niveau van expert bereiken. Ericsson en collega's omschrijven doelgerichte oefening als de trainingsactiviteiten die erop gericht zijn specifieke aspecten van de prestatie van het individu te verbeteren door herhaling en door aanhoudende bijstelling (Ericsson & Lehman, 1996). Volgens deze onderzoekers gaat het daarbij niet louter om het oefenen van wat je al kan, maar bovenal om tijd te besteden aan zaken die je nog niet zo goed kan. Doelgerichte oefening bestaat dus uit twee soorten leren: het verbeteren van de huidige kennis en vaardigheden en het uitbreiden daarvan. De enorme verwerkingscapaciteit die gepaard gaat met het kunnen ondernemen van beide taken, beperkt de hoeveelheid tijd die je eraan kan besteden. Om hier optimaal gebruik van te maken, is het volgens Ericsson en collega's niet alleen noodzakelijk om gemotiveerd met volle concentratie te blijven oefenen, maar ook om maximaal voordeel te behalen uit feedback en uit reflectie. Let wel, dat doelgerichte oefening een voortdurende confrontatie is met de eigen beperkingen en bestaat uit een doelbewuste zoektocht naar manieren om een taak anders en nog beter uit te voeren (Rikers, 2009).

De *monotonic benefits assumption* van Ericsson en collega's (1993) betekent dat indivi-

dule verschillen in expertise in een bepaald gebied niet zozeer het gevolg zijn van innerlijke talenten, maar een direct gevolg van verschillen in de tijd dat is besteed aan doelgerichte oefening. Deze aanname voorspelt dus dat het huidige prestatieniveau een functie is van de hoeveelheid tijd die iemand voordien heeft besteed aan doelgerichte oefening .

Om bovenstaande aanname empirisch te toetsen, verzamelden Ericsson en collega's (1993) in twee studies onder meer de biografische gegevens, dagboekrapportages en retrospectieve schattingen van violisten en pianisten van verschillende expertiseniveaus. Er werd een verschil gemaakt tussen musici die in internationaal befaamde symfonieorkesten speelden of die de potentie hadden om internationaal solist te worden en musici die muziekdocent zouden worden of gekenmerkt werden als goede amateurs. De doelgerichte oefening werd geoperationaliseerd als het gemiddeld aantal uren dat de onderzochte musici besteedden aan geconcentreerd individuele oefening. Uit analyses blijkt dat de expert musici tot drie keer meer tijd aan doelgerichte oefening spenderen in vergelijking met de muziekdocenten of amateurmusici. Experts besteden gemiddeld 60 tot 50 uur per week aan muziek gerelateerde activiteiten, de helft waarvan aan doelgerichte oefening. Opvallend is dat de experts niet aan één stuk door bezig zijn met doelgerichte oefening. Ze wisselen dit af met korte periodes van rust.'s Ochtends wordt meer intensief geoefend dan 's middags en tussen twee en drie uur in de middag doen de experts stelselmatig een hazenslaap van gemiddeld 25 minuten per dag. Verder organiseren de expertmusici hun tijd beter en dat met name voor wat betreft het plannen van hun vrije tijd.

Over een aantal expertgebieden, waaronder atleten, romanschrijvers en andere musici lijken slechts enkelen zich langer dan 4 tot 5 uur aaneengesloten bezig te houden met doelgerichte oefening. De meeste expertdocenten en -wetenschappers lijken ook slechts een aantal uren per dag, meestal in de ochtend, te besteden aan de meest veeleisende mentale activiteiten zoals het opschrijven van nieuwe ideeën. Dit mag misschien nog een kleine investering zijn, maar binnen een jaar telt dit op tot ongeveer 700 uur. Misschien hadden de eerder genoemde hervormers uit het begin van de negentiende eeuw het toch niet helemaal bij het verkeerde eind, als het gaat om het zoeken van de juiste balans tussen doelgerichte oefening en het nemen van rust.

Ericsson en collega's (1993) tonen op overtuigende wijze aan dat de hoeveelheid tijd die besteed is aan doelgerichte oefening, positief correleert met huidige en toekomstige prestatie. Zo hebben de beste violisten op hun achttiende gemiddeld genomen al meer dan 2000 uur meer aan doelgerichte oefening besteed dan goede violisten. Het verschil met muziekdocenten is dan al opgelopen tot bijna 4000 uur. Gemiddeld genomen duurt

het 10 jaar om het niveau van expert te bereiken. Dat geldt niet alleen voor het domein muziek, maar ook voor andere expertises als bijvoorbeeld wetenschapsbeoefening (Lehman, 1953), het stellen van medische diagnoses (Patel & Groen, 1991) en schaken (Charness, Krampe, & Mayr, 1995). Nu gaat het misschien wat ver om te zeggen dat de overeenkomstige leerlingperceptie van het interpersoonlijk gedrag van een onbekende docent het gevolg is van doelgerichte oefening zoals Ericsson en collega's dat omschrijven. Maar gezien de lange en intensieve tijd die leerlingen bij de start van het voortgezet onderwijs al reeds hebben mogen doorbrengen met verschillende leraren, lijkt de suggestie aanvaardbaar dat leerlingen uitgebreide en goed georganiseerde mentale schema's hebben ontwikkeld voor wat betreft het interpersoonlijk gedrag van een leraar.

Verder blijkt uit de studie van Ericsson en collega's (1993) dat individuen die eerder beginnen met doelgerichte oefening ook eerder een hogere prestatieniveau bereiken in vergelijking met leeftijdsgenoten. De leeftijden waarop experts voor het eerst in aanraking komen met het domein waarin ze zullen excelleren ligt tussen 3 en 8 jaar. Vanzelfsprekend zijn het hun ouders die verantwoordelijk zijn voor deze vroege kennismaking. Het is dus niet alleen voor het tegengaan van de achievement gap van belang dat ouders hun kinderen stimuleren om tijd te besteden aan activiteiten die bijdragen aan leren. Het lijkt er dus ook op dat ouders, maar uiteraard ook onderwijsverzorgers, de eerste stimulans(en) kunnen aanreiken die hun kind in staat stellen om kennis te nemen van verschillende activiteiten, waar hij of zij zich later in zou kunnen gaan ontplooiën.

Door twee fenomenen als de achievement gap en het leren van experts te beschrijven, hoop ik duidelijk te maken dat tijd besteed aan betekenisvolle activiteiten, die bijdragen aan leren, verschillen tussen individuen op uiteenlopende niveaus kan verklaren. In deze paragraaf hebben we gezien dat experts leren door tijd te besteden aan doelgerichte oefening. Verschillen in bekwaamheid vallen dus voor een groot deel te verklaren door inachtneming van het concept tijd en hoe deze wordt ingevuld en ingedeeld. Samengevat kunnen we nu dus aannemelijk maken dat het deel van de beschikbare onderwijstijd dat wordt besteed aan doelgerichte oefening mogelijk zelfs positief bijdraagt aan de mate van leren van leerlingen. Laten we kijken in hoeverre deze stelling wordt ondersteund door resultaten verkregen uit onderwijswetenschappelijke onderzoek.

Tijd en haar effecten op het leren van leerlingen

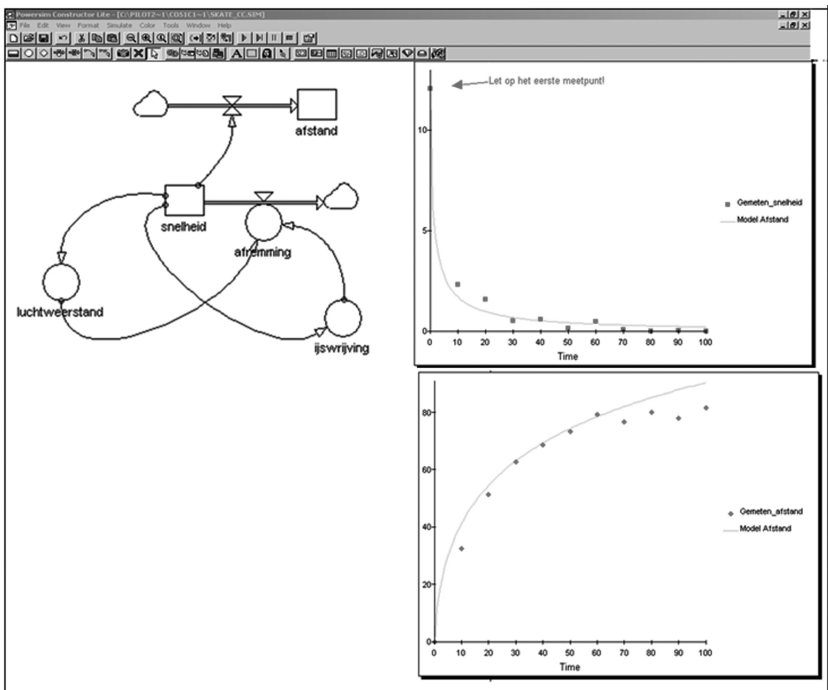
Om te onderzoeken wat de invloed van tijd op leerprestatie is, moet gedefinieerd worden wat tijd is. Tijd kan namelijk worden gezien als de onderwijstijd die beschikbaar wordt gesteld, de tijd die de docent gebruikt om instructie te geven of de tijd die leerlingen effectief benutten om te leren. Hier richten we ons op het laatste en dan specifiek op de tijd die de leerling bezig is met leerzame activiteiten. We zullen zien dat deze invulling van het concept tijd verschillen tussen leerlingen met betrekking tot hun leerprestaties verklaart.

Fisher en collega's (1980) laten zien dat een aanzienlijk deel van de prestatieverschillen tussen leerlingen op taal en rekenen verklaard wordt door de tijd die de leerlingen aan de vakken spenderen. De onderzoekers lieten leerlingen, die op een voortoets gemiddeld hadden gescoord op een leesvaardigheidstoets, gedurende 5 weken verschillende hoeveelheden tijd bezig houden met leestaken. Deze leerlingen werkten respectievelijk 20, 115 of 260 minuten per week aan leestaken. De resultaten lieten zien duidelijk zien dat de leerling die de meeste tijd besteedde ook de hoogste prestatie had op de natoets.

Een veel gehoorde aanname is dat de leeropbrengst afhankelijk is van hoe diep leerlingen bepaalde leerstof tot zich nemen (Craik & Lockhard, 1972; Entwistle, 1988). Om deze stelling te onderzoeken moeten we kijken naar de mate waarin leerlingen tijd besteden aan diepe of oppervlakkige processen en wat hiervan de bijdrage is aan de leerprestatie. Veel onderzoekers hebben zich echter beperkt tot het relateren van frequenties van bepaalde leerprocessen aan een bepaalde leeropbrengst, zonder daarbij rekening te houden met verschillen in de tijd die leerlingen spenderen aan bepaalde leerprocessen. De gangbare procedure in dit type onderzoek is dat de onderzoekers articulaties van leerlingen tijdens een taak, waarin ze bijvoorbeeld moeten samenwerken, scoren aan de hand van een codeboom. In die codeboom wordt bijvoorbeeld een onderscheid gemaakt tussen processen die diep of oppervlakkig zijn. Vervolgens worden het aantal toegekende codes opgeteld en worden frequenties gebruikt voor een vergelijking of statistische toetsing (Strijbos, Martens, Prins, & Jochems, 2006). Het gevolg van deze procedure is dat de tijd die leerlingen spenderen aan een bepaald leerproces onzichtbaar is. Het is mogelijk dat een proces vaker wordt gescoord door een onderzoeker, maar dat leerlingen hier relatief weinig tijd mee bezig zijn geweest (Kapur, 2011). Dit terwijl de tijd die leerlingen

aan de onderscheiden leerprocessen besteden een betere verklaring voor verschillen in prestaties biedt dan hoe vaak zo'n leerproces voorkomt.

In mijn promotieonderzoek aan de Universiteit van Amsterdam keken we onder meer naar de relatie tussen de mate waarin leerlingen tijd spendeerden aan diepe of oppervlakkige leerprocessen in relatie tot hun leerprestatie. Meer specifiek werden de leerprocessen van leerlingen 5-vwo met het profiel Natuur & Techniek onderzocht tijdens het werken aan een modelleertaak op de computer. Ze werkten in tweetallen aan een taak waarin ze bijvoorbeeld de door een schaatser afgelegde afstand moesten beschrijven met behulp van modellersoftware (zie figuur 1). De software stelde de leerlingen in staat om te experimenteren met een model, zonder dat ze zich zorgen hoefden te maken over al het complexe rekenwerk dat het beschrijven en voorspellen van het gedrag van deze verschijnselen vereist. De taak werd gepresenteerd in een verhaal waarin een fictieve wetenschapper een model probeerde te maken van dit verschijnsel. Leerlingen kregen enkele van de datapunten die de wetenschapper had verzameld. Aan de hand van deze



Figuur 1. Screenshot van de modellersoftware en een model van de afstand afgelegd door een schaatser

metingen konden ze hun model testen. De gegevens werden in twee grafieken gepresenteerd, een voor de snelheid van de schaatser (zie rechtsboven in figuur 1) en een grafiek voor de afstand van de schaatser (zie rechtsonder in figuur 1). De taak voor de tweetallen was om een natuurkundig correct model te maken, waarbij de output (de lijn in beide grafieken van figuur 1) de gegeven datapunten evenaarde. Leerlingen konden variabelen en relaties toevoegen en verwijderen en waarden van variabelen aanpassen.

In het onderzoek werden diepe leerprocessen gezien als periodes in de interactie waarin de leerlingen tijd besteden aan het elaboreren op de modelleertaak en hun eigen kennis daarbij inzetten. Een voorbeeld uit een episode waarin leerlingen bezig waren met een diep leerproces is: “luchtweerstand is afhankelijk van je snelheid, als je harder gaat dan ervaar je meer luchtweerstand [...] dus we moeten het nog combineren met snelheid”. Interactiemomenten waarin leerlingen niet op de materie elaboreren en geen eigen kennis gebruiken werden als oppervlakkige processen gelabeld. Een voorbeeld hiervan is: “zet de ijsweerstand op 8 [...] kijken wat het resultaat is”. Vervolgens berekenden we voor elk proces een proportie van de totale tijd voor elk tweetal. In twee studies vonden we een significant positief verband tussen die tijd die leerlingen besteden aan diepe leerprocessen tijdens de modelleertaak en de kwaliteit van het model die de leerlingen opleverden (Sins, Savelsbergh, & Van Joolingen, 2005; Sins, Van Joolingen, Savelsbergh, & Van Hout-Wolters, 2008). We vonden geen significante verbanden tussen de tijd die leerlingen spenderen aan oppervlakkige processen tijdens computermodellieren en presentatie. Op basis van deze resultaten en die uit het hiervoor genoemde expertisearchief kan verwacht worden dat de mate waarin leerlingen tijd besteden aan diepe leerprocessen, onderdeel is van doelgerichte oefening en kan bijdragen aan het ontwikkelen van de eigen ‘expertise’.

Deze bevindingen lijken afdoende bewijslast voor de stelling dat tijd die leerlingen nuttig besteden, gunstig is voor het bereiken van hogere leeropbrengsten. Alleen zijn de effecten van tijd op leerprestatie niet gelijk voor alle leerlingen. Zo laten bijvoorbeeld Fisher en collega's (1980) zien dat vooral zwakke leerlingen profiteren van de tijd dat ze aan het werk zijn. Bovendien moeten we rekening houden met verschillen tussen leerlingen in de mate waarin ze tijd *nodig* hebben om leerstof onder de knie te krijgen. Leerlingen verschillen nu eenmaal in de snelheid waarin ze leerstof aanleren. Volgens Gettinger en White (1979) zal de snelste basisschoolleerling de leerstof in maar liefst zes tot negen keer sneller leren dan de langzaamste leerling.

Gettinger (1985) laat verder zien dat als leerlingen minder tijd nemen of minder tijd tot hun beschikking krijgen dan ze nodig hebben om te leren, dit leidt tot een drastische verlaging van hun leerprestatie. Het meer recente onderzoek van Clark en Linn (2003)

onder 3000 eerstejaars middelbare scholieren sluit hierbij aan en laat zien dat ook het terugbrengen van beschikbare instructietijd schadelijke effecten heeft voor wat betreft het begrijpen en leren van complexe verschijnselen als thermodynamica. Deze bevindingen onderstrepen het belang om leerlingen genoeg tijd te gunnen die ze nodig hebben om hun prestatie te optimaliseren en hierop te differentiëren. Dit betekent dat op basis van de benodigde tijd bepaald kan worden hoeveel tijd minimaal beschikbaar moet worden gesteld om leren te bewerkstelligen. Niet alleen voor differentiatie tussen leerlingen is het bepalen van de benodigde tijd geschikt, maar het lijkt er zelfs op dat de benodigde tijd een betere maat is voor het voorspellen van de mate van leren dan een meer geaccepteerde maat als IQ.

Zo liet Gettinger (1979) zien dat de relatie tussen de tijd die leerlingen nodig hebben om bepaalde taken onder de knie te krijgen en hun leerprestatie (correlaties zijn consistent groter van .85), zelfs groter is dan de relatie tussen IQ en leerprestatie (correlaties tussen .59 en .73; Gettinger, 1979). Dit leidt volgens Gettinger tot een belangrijke overdenking, aangezien de tijd die leerlingen nodig hebben om te leren een betere voorspeller lijkt van leren dan een maat voor IQ. Een maat voor het bepalen hoe lang een leerling nodig heeft om zich een bepaalde leertaak eigen te maken, in vergelijking met de rest van de klas, verschaft een docent meer specifieke en waardevolle informatie dan het IQ van die leerling. Zo weet een docent bijvoorbeeld dat specifieke leerlingen misschien twee keer meer tijd nodig hebben om twaalf woorden te leren, wat meer informatief is in vergelijking met de melding dat die leerling een IQ heeft van 95. Tijd die een leerling nodig heeft laat op een eenduidige wijze zien hoe snel een leerling bepaalde leerstof onder de knie kan krijgen. Informatie over de benodigde tijd per leerling stelt de docent in staat om te differentiëren tussen leerlingen in zijn of haar instructie. Zo kan hij of zij bepalen welke leerlingen nog meer tijd moeten besteden aan doelgerichte oefening en waar versnelling mogelijk is (Gage & Berliner, 1988).

Tijd is dus een krachtige variabele waarmee we in onderwijsonderzoek en in de onderwijspraktijk uit de voeten kunnen. Op de keper beschouwd moeten we dus rekening houden met het vinden van een balans tussen de onderwijstijd die beschikbaar wordt gesteld, de tijd die door leerlingen wordt benut en de tijd die leerlingen nodig hebben om iets te leren. We zullen nu deze variabelen gebruiken om een model samen te stellen die ons in staat stelt om te bepalen in hoeverre er sprake is van effectief leren.

Een model van leren – deel I

In 1963 presenteerde John B. Carroll van de Universiteit van North Carolina in het tijdschrift *Teachers College Record* een “Model of School Learning”. Dit model viel op door zijn eenvoud, doordat het complexe concepten als bekwaamheid, mogelijkheid om te leren en leerling-motivatie vatte door het gebruik van een en dezelfde metriek: tijd (zie ook Berliner, 1990). Carroll (1963; 1989) stelde namelijk dat het ondoenlijk is om op een betekenisvolle wijze te meten wat er zich in het hoofd van leerlingen voltrekt gedurende de tijd dat ze ergens mee bezig zijn. Carroll beargumenteerde dat de mate van leren afhangt van de ratio tussen de tijd die besteed wordt aan leren en de tijd die nodig is om te leren, oftewel:

$$\text{mate van leren} = f \text{ tijd besteed aan leren} / \text{benodigde tijd}$$

Effectief leren is volgens dit model het directe gevolg van de mate waarin de benutte tijd relatief hoger is in vergelijking met de benodigde tijd. Laten we respectievelijk de teller en noemer van deze functie iets nader bekijken en specificeren.

De tijd die wordt besteed aan leren, valt volgens Carroll uiteen in enerzijds de onderwijstijd die door docenten wordt aangewend voor bepaalde leeractiviteiten en anderzijds de motivatie van leerlingen. Motivatie wordt gemeten in de tijd die leerlingen effectief besteden aan doelgerichte oefening. In het eerste geval gaat het om de mate waarin de school mogelijkheden creëert voor leerlingen om bezig te zijn met het leren van bepaalde leerstof. In het tweede geval gaat het om dat deel van de beschikbare tijd dat de leerling werkelijk bezig is met activiteiten die bijdragen aan leren. Het gaat hierbij dus niet louter om de tijd die een leerling met een bepaalde leertaak bezig is, omdat die tijd ook besteed zou kunnen worden aan onwenselijke processen die geen wezenlijke bijdrage leveren aan het bereiken van leeropbrengsten. Deze factor gaat dus over dat deel van de beschikbare tijd waarin leerlingen succesvol bezig zijn met die leeractiviteiten die in functie staan tot het bereiken van leeropbrengsten. Het model van Carroll maakt het mogelijk om zowel de mogelijkheid tot leren als de motivatie van leerlingen uit te drukken in tijd. Effectief leren is volgens dit model niet louter afhankelijk van de tijd die beschikbaar is om te leren, maar bovenal van de hoeveelheid tijd waarin leerlingen doelgericht oefenen.

De noemer van de functie voor effectief leren bestaat volgens het oorspronkelijk model van Carroll uit de tijd die leerlingen nodig hebben om te leren en twee factoren die de benodigde tijd beïnvloeden, zijnde de kwaliteit van de instructie en de mate waarin leerlingen de instructie begrijpen. Laten we nog even stilstaan bij de betekenis van het uitdrukken van de bekwaamheid of vaardigheid van leerlingen in termen van benodigde tijd. Naast dat er verschillen bestaan tussen leerlingen in de tijd die ze nodig hebben om de leerstof zich eigen te maken en dat het voor de leerprestatie en welbevinden van deze kinderen essentieel is, dat ze die tijd ook wordt gegund zoals aangetoond door Gettinger (1979) en Clark en Linn (2003), kan deze opvatting ook bijdragen aan het bijstellen van de classificatie van leerlingen. In plaats van te spreken over zwakke, minder intelligente of zelfs stompzinnige leerlingen, is het passender te spreken over leerlingen die meer tijd nodig hebben om iets onder de knie te krijgen. Bovendien is deze classificatie bruikbaar, omdat we het onderwijs hier direct op kunnen laten aansluiten door het verschaffen van meer onderwijstijd of door leerlingen meer tijd te geven om bezig te zijn met doelgerichte oefening (zie ook Berliner, 1990). Zo baseerde Bloom (1968) het concept van *mastery model of instruction* op dit idee, wat stelt dat effectief leren niet alleen bereikt kan worden door de benutte tijd te vergroten maar ook door de tijd die leerlingen nodig hebben om te leren te verlagen door gerichte instructie. Zoals we weten is het ook volgens Parkhurst (1922) van belang om verschillen in werktempo en -ritme tussen leerlingen in acht te nemen, door ze de tijd te geven om ongestoord aan het werk te kunnen.

Twee factoren in het model van Carroll zijn niet in tijd uitgedrukt. De kwaliteit van de instructie en de mate waarin leerlingen in staat zijn de instructie te begrijpen. Als de instructie van een hoge kwaliteit is, dan is de verwachting dat de benodigde tijd om te leren lager is om effectief te leren. Het leren van leerlingen van een bepaald niveau verloopt dan sneller dan wanneer de kwaliteit van de instructie laag is. Een andere factor die volgens Carroll invloed heeft op de bekwaamheid van een leerling is de mate waarin hij of zij de instructie begrijpt. Carroll probeerde hiermee te laten zien dat de snelheid waarmee leerlingen zich bepaalde stof eigen kunnen maken, afhankelijk is van onder meer de voorkennis die ze hebben maar ook van de mate van abstractie en complexiteit van de stof. De kwaliteit van de instructie kan dan wel hoog zijn, maar als de behandelde materie dermate abstract is of als een leerling er onbekend mee is, dan is meer tijd nodig om effectief te kunnen leren. Andersom kan natuurlijk ook. Als bijvoorbeeld de kwaliteit van de instructie laag is, maar de stof niet bijster moeilijk of als leerlingen al veel voorkennis in het desbetreffende leergebied hebben, dan is de tijd die nodig is om te leren ook minder (Berliner, 1990).

Waar moet instructie aan voldoen wil het van een hoge kwaliteit zijn? Hoe kunnen we

kwaliteit van instructie meten? Carroll (1989) geeft toe dat zijn model hier niet erg specifiek over is en volstaat met te zeggen dat leerlingen duidelijke uitleg moeten krijgen, dat ze op gepaste wijze in aanraking moeten komen met de leerstof en dat de stappen in het leerproces zorgvuldig gepland en georganiseerd moeten worden. Maar ook deze precisering is onvoldoende helder, zo weten we nog steeds niet wat Carroll bedoeld met de bijvoeglijke naamwoorden: *duidelijke, gepaste en zorgvuldig*. Dat laat onverlet dat het sowieso ontzettend lastig is te bepalen wanneer instructie van hoge kwaliteit is. Enerzijds omdat pas na afloop van de gegeven instructie duidelijk is of deze effectief is geweest en dus van een hoge kwaliteit blijkt te zijn. En anderzijds omdat kwaliteit van de instructie en de effecten daarvan afhankelijk zijn van de interactie tussen onder meer de kenmerken van de leerlingen, van de docent, van het curriculum, et cetera (Berliner, 2002). Je zou bijvoorbeeld verwachten dat instructie, waarin feedback en reflectie wordt gecombineerd van een hogere kwaliteit is, dan wanneer de instructie alleen uit feedback zou bestaan. Een recente studie van Duijnhouwer, Prins en Stokking (2012) laat het tegendeel zien. In deze studie kregen 82 studenten Onderwijskunde van de Universiteit Utrecht elk een schrijfpodracht, waarop feedback werd gegeven door een docent. Deze feedback bestond uit het geven van strategieën te verbetering van de tekst, als bijvoorbeeld: "Je zou deze alinea in een paar woorden kunnen samenvatten". Studenten werden gevraagd om de gegeven feedback te verwerken in een tweede versie van hun tekst. Wat bleek was dat als studenten ook moesten reflecteren op de gegeven feedback, de kwaliteit van hun schrijfsels slechter was dan wanneer ze alleen feedback kregen. De auteurs verklaren deze bevinding door te suggereren dat de combinatie van de gegeven feedback en de opdracht hierop te reflecteren, het zelfvertrouwen van studenten meer had ondermijnd, dan wanneer ze alleen feedback moesten verwerken. De kwaliteit van de instructie bleek in deze specifieke studie dus in hoge mate afhankelijk te zijn van de effecten op de motivatie van studenten. Het is dus erg lastig om kwaliteit van instructie op basis van inhoudscriteria te duiden en wat op voorhand effectief lijkt, kan ineffectief blijken na implementatie. Om deze problemen te omzeilen, zou kwaliteit van instructie op een meer basaal niveau gemeten moeten worden, door te kijken naar de mate waarin leerlingen aangezet worden tot efficiënt leren. Parkhurst had het al over "proportion of effort to attainment" (1922; 24). Hier komen we zo meteen op terug.

Verder is de mate waarin leerlingen in staat zijn om instructie te begrijpen lastig hoog te houden als aparte variabele, naast de tijd die leerlingen nodig hebben om leerstof zich eigen te maken. Zo lijken deze variabelen meer gelijksoortig te zijn dan dat ze verschillend zijn. Leerlingen die namelijk minder voorkennis hebben of die de stof als moeilijk ervaren, hebben namelijk meer tijd nodig om de stof te begrijpen. Anders gezegd, de mate waarin leerlingen instructie begrijpen is direct terug te zien in de tijd die ze nodig hebben om de stof te verwerken. Berliner (1990) stelde daarom voor om deze twee fac-

toren daarom te vervangen door de mate van succes. Mate van succes kan volgens Berliner worden gemeten door het percentage correcte antwoorden op een toets of het aantal afgeronde opgaven uit een werkboek. Zo stelt Berliner dat de mate van succes hoog is als de kwaliteit van de instructie hoog is en/ of als leerlingen de instructie goed hebben begrepen. Probleem echter met deze maat is dat het onduidelijk is of de mate van succes wordt verklaard door de kwaliteit van de instructie, door de voorkennis van leerlingen of door de abstractie of complexiteit van de leerstof.

Mijn voorstel is om het model van Carroll in de noemer aan te passen . Alleen moeten we dan construct vinden, dat ons in staat stelt om de kwaliteit van instructie en complexiteit van de leerstof op een ondubbelzinnige wijze te kunnen duiden en te meten. De cognitieve belastingtheorie van John Sweller (1988) en de daaruit voortvloeiende efficiëntiemaat van Paas en Van Merriënboer (1993) bieden hier uitkomst.

Cognitieve belastingtheorie

De cognitieve belastingtheorie houdt zich bezig met de vraag hoe instructie kan worden afgestemd op de beperkte cognitieve verwerkingscapaciteit van mensen. Om te leren is het volgens deze theorie noodzakelijk dat kennis, alvorens het kan worden opgeslagen in schema's in het langetermijngeheugen, eerst verwerkt moet worden in het werkgeheugen. Maar hier zit een knelpunt, aangezien de hoeveelheid kennis die tegelijkertijd in het werkgeheugen kan worden gehouden vrij gering is (Baddeley, 1986; Cowan, 2010). Zo kunnen mensen niet meer dan ongeveer zeven informatie-elementen in hun werkgeheugen verwerken. Daarom is het opslaan van een nieuwe telefoonnummer in ons langetermijngeheugen al een moeizame klus. Dit komt doordat we in de regel niet kunnen terugvallen op schema's die het opslaan van dit soort getallenreeksen vereenvoudigen. Sommige getallenreeksen worden namelijk niet als losse elementen verwerkt, omdat we hiervoor over passende schema's beschikken. Zo is het voor mijzelf enorm simpel om de getallenreeks 1701979 op te slaan, omdat dit overeenkomt met het schema betreffende mijn geboortedatum. Dit schema kan als één informatie-element in het werkgeheugen worden verwerkt en zorgt zodoende voor minder cognitieve belasting van in ieder geval mijn werkgeheugen.

Maar bij het verwerven van nieuwe informatie is het werkgeheugen een struikelblok (Paas, 2007). Daarom is een verstandig gebruik en inzet van de beschikbare cognitieve capaciteit essentieel voor het bereiken van leerrendement. Volgens de cognitieve belastingtheorie is het voor het ontwerpen van onderwijs noodzakelijk om rekening te houden met de beperkingen van het werkgeheugen van leerlingen. Als een leerling zijn of haar beperkte middelen moet inzetten voor activiteiten die niet direct gerelateerd zijn aan het opslaan van de kennis in het langetermijngeheugen doordat ze teveel worden belast, dan heeft dat volgens deze theorie negatieve gevolgen voor het leren. Cognitieve belasting verwijst naar de totale hoeveelheid mentale activiteit die wordt opgelegd aan het werkgeheugen als gevolg van instructie (Paas & Van Merriënboer, 1994). De basisgedachte van de cognitieve belastingtheorie is dat de kwaliteit van de instructie groter zal zijn als er meer rekening wordt gehouden met de mate waarin het werkgeheugen wordt belast. Als instructie teveel vraagt van de beperkte verwerkingscapaciteit van een leerling zal kennis niet worden opgeslagen en zal er dus niet worden geleerd. Volgens deze theorie is belasting van het werkgeheugen niet louter een bijproduct van het leerproces, maar

een cruciale factor in het bepalen of en in hoeverre instructie succesvol is (Paas, Renkl, & Sweller, 2003). Kwaliteit van de instructie kunnen we volgens deze opvatting afleiden uit de mate waarin de beperkingen van het werkgeheugen worden afgestemd op de aard van de cognitieve belasting die de instructie met zich meebrengt. Laten we een voorbeeld bekijken, zodat we dit nieuwe begrip beter in de vingers krijgen.

Een gangbare instructiemethode in vooral de exacte vakken is leerlingen te laten oefenen door ze zelf problemen te laten oplossen. Een voorbeeld hiervan is leerlingen zelf de waarde van de weerstand in een bepaalde elektrische schakeling te laten berekenen op basis van een gegeven stroomsterkte en een gegeven stroomspanning. Dit probleem behoeft toepassing van de wet van Ohm waarbij de waarde van de weerstand gelijk is aan de ratio tussen de spanning en de stroomsterkte. Onderzoek in de cognitieve belastingstraditie laat zien dat beginnende leerlingen nauwelijks wijzer worden van het oplossen van dit soort problemen, maar dat ze meer baat hebben bij het leren van uitgewerkte voorbeelden waarbij de ideale oplossing wordt gepresenteerd. De reden hiervoor is dat deze leerlingen nog geen schema's bezitten, om dit probleem het hoofd te kunnen bieden. Het gevolg hiervan is dat er nauwelijks wordt geleerd omdat de cognitieve capaciteit zodanig wordt belast dat er weinig overblijft om te besteden aan het begrijpen en het leren van het aangeboden materiaal. Het is volgens Paas (2007) belangrijk vast te stellen dat het leren van een uitgewerkte voorbeeld vooral effectief is, wanneer leerlingen nog geen voorkennis hebben. Wanneer leerlingen over enige voorkennis beschikken dan zorgen de beschikbare schema's ervoor dat de cognitieve belasting beperkt blijft in het geval ze zelf problemen moeten oplossen. Hierdoor hebben deze leerlingen meer werkgeheugencapaciteit beschikbaar om te besteden aan leren, met als gevolg dat ze meer leren van het zelf oplossen van problemen dan van het bestuderen van voorbeelden (Kalyuga, Ayres, Chandler, & Sweller, 2003). Het is zelfs zo dat deze leerlingen slechter leren van uitgewerkte voorbeelden. Dit effect wordt het *expertise reversal effect* genoemd, we komen hier later op terug.

Een ander effect dat kan verklaard worden met behulp van de cognitieve belastingtheorie is het *split attention effect* (Sweller, Chandler, Tierney, & Cooper, 1990). In veel lesboeken is het gebruikelijk dat de informatie, die er over een bepaald verschijnsel als bijvoorbeeld de theorie van platentektoniek of de bloedsomloop in het menselijk lichaam wordt gegeven, bestaat uit een illustratie met aanvullende tekst. Meestal wordt die tekst boven of onder de afbeelding geplaatst. Zulke presentaties van leerstof introduceren een zogeheten split attention effect. Dit houdt in dat leerlingen aandacht moeten besteden aan zowel de tekstuele als de visuele informatiebron omdat beide nodig zijn om het verschijnsel te begrijpen. Dit betekent dat de leerling beide bronnen mentaal moet integreren wil hij of zij kunnen leren. Het gevolg hiervan is dat het deel van het werkgeheugen

dat voor dit proces moet worden ingezet, niet meer beschikbaar is voor het leerproces wat evident nadelig blijkt te zijn voor de leerprestatie (Kalyuga, Chandler, & Sweller, 1999). Dit verschijnsel treedt ook op als informatie in de tijd is opgesplitst, door bijvoorbeeld een onverwachte interruptie in de klassikale instructie (Ayres & Sweller, 2005; Lowe, 1999).

De verklaring die de cognitieve belastingtheorie voor het split attention effect aandraagt is, dat in het geval informatie wordt opgesplitst, leerlingen kostbare verwerkingscapaciteit moeten besteden aan een activiteit die niet bijdraagt aan leren. Deze onnodige verhoging van de cognitieve belasting is een gevolg van de wijze waarop de instructie is vormgegeven. Zo wordt het split attention effect en het nadelige effect op leren opgeheven, als de aanvullende tekstuele informatie fysiek worden geïntegreerd in de afbeelding waardoor er maar één informatiebron ontstaat. Nu hoeft de leerling de informatie niet meer mentaal te integreren en kan er meer capaciteit besteed worden aan leren. Het split attention effect wordt ook gevonden bij het lezen van onderzoeksartikels, omdat de resultaten en de discussie doorgaans apart worden gepresenteerd. Dit terwijl ze allebei belangrijke informatie bevatten voor het begrijpen van de resultaten en hun implicaties. Chandler en Sweller (1992) lieten zien dat als dit soort artikels op een andere wijze worden gestructureerd en resultaten en discussie worden geïntegreerd, de cognitieve belasting minder wordt en dit ten goede komt aan de leerprestatie.

Wel moet in ogeschouw worden genomen dat het integreren van twee informatiebronnen alleen leidt tot een vermindering van de cognitieve belasting als ze complementair zijn en beide noodzakelijk zijn voor het begrijpen van de leerstof. Indien bijvoorbeeld een illustratie alleen voldoende is voor het begrip, dan leidt het toevoegen van tekst met overeenkomstige informatie tot een verhoging van de cognitieve belasting. Dit komt omdat de leerling beide bronnen in zijn of haar werkgeheugen moet verwerken terwijl het verwerken van een bron al voldoende was geweest. Dit effect wordt het *redundancy effect* genoemd en heeft negatieve gevolgen voor de leerprestatie (Chandler & Sweller, 1991). Dit effect kan weggenomen worden door leerlingen slechts één van deze bronnen te laten verwerken. Zo vonden Chandler en Sweller dat leerlingen die alleen een illustratie van de werking van het hart moesten verwerken beter presteerden op een natoets dan leerlingen die deze informatie geïntegreerd kregen aangeboden. Less is more dus in dit geval.

Volgens de cognitieve belastingtheorie hoeft een verhoging van de cognitieve belasting door instructie niet alleen negatieve effecten te hebben. We hebben het hier dan over de belasting waarbij leerlingen worden geprikkeld of gestimuleerd om bezig te zijn met activiteiten die bijdragen aan leren. Randvoorwaarde echter is dat de verwerkingscapa-

citeit van het werkgeheugen van de leerling niet wordt overbelast. Een goed voorbeeld hiervan wordt gegeven door de veel geciteerde studie van Chi, De Leeuw, Chiu en La-Vanger (1994) waarin onderzocht werd wat de leeropbrengst is van het geven van uitleg van leerlingen aan zichzelf (zie ook Rey & Buchwald, 2011). In dit onderzoek werden twee groepen van 24 tweedejaarsleerlingen in het voorgezet onderwijs gevraagd om een verklarende tekst over de bloedsomloop bestaande uit 101 zinnen te lezen. De experimentele groep werd gevraagd om elke zin hardop voor te lezen en vervolgens aan zichzelf uit te leggen wat die zin betekende. Zo werd elke leerling in deze groep verzocht om na te gaan in hoeverre er nieuwe informatie werd gegeven, wat de relatie was met hetgeen hij of zij daarvoor had gelezen, of het vragen opriep of juist bijdroeg aan het begrip. Leerlingen in de controlegroep werden gevraagd om dezelfde tekst twee keer te lezen zonder verdere instructie. Het verschil tussen deze condities is dat de leerlingen in de experimentele conditie een hogere cognitieve belasting kregen opgelegd, doordat ze uitleg aan zichzelf moesten geven. Volgens de cognitieve belastingtheorie zou dit positief moeten bijdragen aan de leerprestatie van de leerlingen in deze groep. Dit is precies wat Chi en collega's vonden: leerlingen in de experimentele conditie lieten een significante grotere toename in hun leerprestatie zien (23%) in vergelijking met de leerlingen in de controle conditie (13%).

Om het verschil tussen goede en slechte cognitieve belasting in betere termen te vatten, spreken Sweller, Van Merriënboer en Paas (1998) van respectievelijk effectieve en ineffectieve belasting. Ineffectieve cognitieve belasting ontstaat wanneer instructie leidt tot activiteiten die niet bijdragen aan leren. Effectieve cognitieve belasting komt voort uit instructie en activiteiten die wel bijdragen tot leren, zoals doelgerichte oefening. Een probleem met dit onderscheid echter is het tautologisch karakter ervan: als de belasting bijdraagt aan leren dan is het effectief, doet het dat niet dan is het ineffectief (zie De Jong, 2010). Het lijkt er dus op dat het niet gaat om verschillen in de aard van de processen die gepaard gaan met cognitieve belasting, maar veeleer om verschillen in de effecten daarvan. Zo kunnen dezelfde processen zowel bijdragen aan de ineffectieve belasting of de effectieve belasting. Bovendien wordt in het onderwijswetenschappelijk onderzoek amper een poging gedaan om deze typen belasting apart van elkaar te meten, in plaats daarvan wordt cognitieve belasting veelal gemeten als één concept. Verschillen in prestatie worden, nadat het onderzoek is uitgevoerd, verklaard door aannamen met betrekking tot de verhouding tussen gevonden prestatieverschillen en effectieve of ineffectieve belasting. Als leerlingen bijvoorbeeld beter presteren dan moet de cognitieve belasting effectief zijn geweest, terwijl een lagere prestatie hoogstwaarschijnlijk te wijten valt aan een hogere ineffectieve belasting (De Jong, 2010). Zulk soort assumpties kunnen niet hard gemaakt worden, als er ook geen directe meting van de ineffectieve en effectieve belasting heeft plaatsgevonden. De vraag is dus in hoeverre het onderscheid

tussen de twee typen cognitieve belasting houdbaar is. Ik kom hier zo meteen op terug.

Om het even nog wat complexer te maken, onderscheiden Sweller en collega's (1998) nog een derde type cognitieve belasting, namelijk intrinsieke belasting. Intrinsieke cognitieve belasting heeft betrekking op de complexiteit van de leerstof zelf en is afhankelijk van het aantal informatie-elementen die tegelijkertijd in het werkgeheugen moeten worden verwerkt. Het aanleren van woorden in een vreemde taal kent een lage intrinsieke belasting, omdat de woorden onafhankelijk van elkaar geleerd en begrepen kunnen worden. Om zinnen in die taal te maken die grammaticaal correct zijn, moet er aandacht worden besteed aan alle woorden in die zin en tegelijkertijd moet er ook nagedacht worden over de zinsbouw, de tijd, vervoegingen, etc. Grammatica kent een hoge intrinsieke cognitieve belasting of complexiteit, omdat het aanleren ervan vereist dat meerdere informatie-elementen in het werkgeheugen moeten worden gehouden en verwerkt. Dit type cognitieve belasting staat volgens Sweller en collega's vast en is inherent aan de leerstof, wat betekent dat instructie intrinsieke belasting niet kan verlagen. Wel is het zo dat enige mate van voorkennis of vaardigheid kan zorgen voor het verlagen van de intrinsieke cognitieve belasting, omdat al veel informatie-elementen in schema's in het langetermijngeheugen zijn opgeslagen (Cooper & Sweller, 1987). Hierdoor is er meer ruimte in het werkgeheugen beschikbaar voor leeractiviteiten. Zo kunnen leerlingen die zich een vreemde taal deels eigen hebben gemaakt, relatief snel de grammatica van een gerelateerde taal onder de knie krijgen.

Probleem met dit concept is dat cognitieve belasting alleen zichtbaar wordt wanneer een leerling met de leerstof bezig is. Zo beargumenteert De Jong (2010) dat zolang de leerling niet handelt, er ook geen sprake kan zijn van enige vorm van cognitieve belasting. Met als gevolg dat intrinsieke belasting ook nauwelijks te meten is. Het gaat dus om wat de leerling doet dat de grootte van de cognitieve belasting bepaalt (Kalyuga, 2011). Als een leerling mentaal verbindingen maakt tussen informatie-elementen en deze relateert aan schema's in het langetermijngeheugen door de leerstof diep te verwerken dan bepaalt dit wanneer en hoe leerlingen leren. Als de stof relatief complex is en een hoge intrinsieke belasting kent, dan betekent dit dat leerlingen in de regel meer tijd moeten besteden aan het interpreteren, relateren, classificeren, differentiëren en organiseren van het materiaal. Dit wil zeggen dat er in dat geval meer sprake is van belasting die effectief bijdraagt aan leren. Dit betekent dat de mate van intrinsieke belasting gedefinieerd kan worden in termen van processen die duiden op effectieve cognitieve belasting. De Jong en Kalyuga stellen dan ook voor om louter te focussen op belasting die effectief bijdraagt aan leren en ineffectieve belasting. Maar zoals ik hierboven al heb beargumenteerd is ook dit onderscheid lastig te maken en te meten. Het argument voor het gebruik van één maat voor cognitieve belasting is hiermee gemaakt.

Een maat die volgens Paas en Van Merriënboer (1993) de essentie vormt voor het meten van de cognitieve belasting is de mentale inspanning die leerlingen leveren. Volgens deze auteurs weerspiegelt de mentale inspanning het deel van de verwerkingscapaciteit dat daadwerkelijk wordt ingezet om de leerstof te begrijpen en te leren; het kan dus gezien worden als de werkelijk geleverde cognitieve belasting. Mentale inspanning kan eenduidig worden gemeten door leerlingen te vragen in hoeverre het oplossen of bestuderen van de leerstof moeite heeft gekost (zie Paas, 1992). Een andere valide, betrouwbare en bruikbare maat zijn de zeven items van de NASA Task Load Index (TLX) van Hart en Staveland (1988) waarbij leerlingen moeten aangeven in hoeverre ze mentale inspanning hebben moeten leveren tijdens een bepaalde leertaak (zie <http://human-systems.arc.nasa.gov/groups/TLX/>).

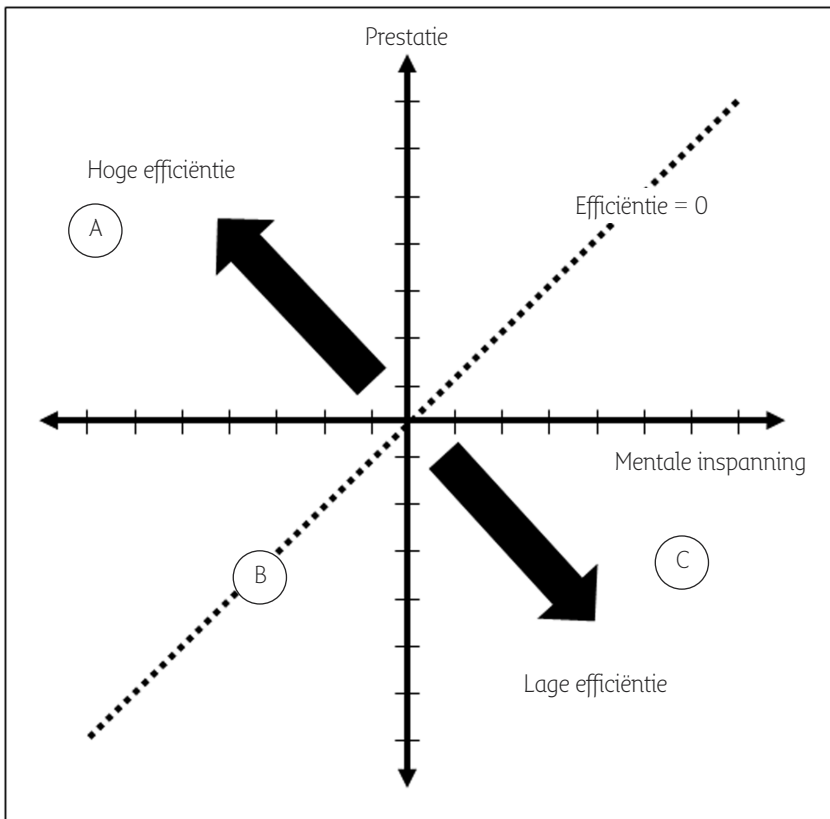
Ondanks dat deze maat voor mentale inspanning belangrijk is om inzicht te krijgen in de kwaliteit van een bepaalde instructie, kan een betekenisvolle interpretatie van een bepaalde mate van inspanning alleen gegeven worden als deze wordt gerelateerd met de geleverde prestatie. Voorbeelden van prestatiematen zijn bijvoorbeeld het aantal correcte items op een toets of het aantal taken die correct zijn afgerond. Dit werd door Paas en Van Merriënboer (1993) erkend en ze ontwikkelden een rekenkundige methode waarbij mentale inspanningsscores met prestatiematen werden gecombineerd. De methode is gebaseerd op de aanname dat er sprake is van efficiënte instructie als er een hoge prestatie wordt geleverd terwijl een leerling weinig mentale inspanning hoeft te leveren. Een niet efficiënte instructie is het gevolg van een lage prestatie met veel benodigde mentale inspanning (Paas, 2007). Zoals ik al eerder aangaf, had Parkhurst het al in 1922 over een vrijwel identieke maat voor efficiënte instructie, als ze het heeft over: “the proportion of effort to attainment” (Parkhurst, 1922; 24).

Ik zal de rekenkundige methode van Paas en Van Merriënboer (1993) toelichten. De methode van Paas en Van Merriënboer houdt in dat de scores van leerlingen op mentale inspanning en prestatie gestandaardiseerd worden in respectievelijk een z score voor mentale inspanning en een z score voor prestatie. Deze standaardisatie maakt het mogelijk om beide maten overeenkomstig en vergelijkbaar te maken, waarbij het gemiddelde 0 is en de standaarddeviatie gelijk aan 1. Een z score wordt verkregen door elke individuele score af te trekken van het groepsgemiddelde voor de desbetreffende maat en het resultaat daarvan te delen door de standaarddeviatie. De efficiëntie score wordt vervolgens voor elke leerling bepaald door het verschil tussen de z score voor prestatie en de z score voor mentale inspanning te delen door de wortel van twee, de formule wordt dan:

$$\text{Efficiëntie score} = \frac{\text{Prestatie} - \text{Mentale inspanning}}{\sqrt{2}}$$

Vervolgens kunnen verschillende efficiëntie scores grafisch worden weergegeven, waarbij z scores voor prestatie op de verticale as worden weergegeven en z scores voor mentale inspanning op de horizontale as. Zie figuur 2 hieronder voor een voorbeeld. Voor de diagonaal geldt dat mentale inspanning en prestatie in balans zijn, de efficiëntie score is hier gelijk aan nul. De afstand van elke punt tot deze lijn geeft een maat en richting weer van de efficiëntie van de instructie.

Als we de efficiëntie scores voor drie groepen hypothetische leerlingen (A, B en C) vergelijken dan zien we dat groep A de hoogste prestatie heeft bereikt met relatief minder mentale inspanning. De laagste efficiëntie doet zich voor in groep C waarin een lage prestatie gepaard gaat met een hoge mentale inspanning. Groep B kent een neutrale efficiëntie (uit Paas, Tuovinen, Tabbers, & Van Gerven, 2003).



Figuur 2. Grafische weergave van efficiëntie scores (Paas & Van Merriënboer, 1993)

Voordat we teruggaan naar ons model, wil ik de verklaringskracht van de efficiëntiemaat ietwat nader bekijken door het hiervoor genoemde expertise reversal effect er weer bij te pakken. Dit is het effect waarbij gegeven instructie verschillende effecten sorteert op de prestatie van leerlingen die verschillen in voorkennis. Het meest opvallende aan dit effect is dat leerlingen die over enige voorkennis beschikken, minder blijken te leren van betrekkelijk eenvoudige taken waarin ondersteuning wordt geboden. We zullen zien dat een verklaring voor dit effect ligt in de relatief hogere mentale inspanning die ze moeten leveren als gevolg van het verwerken van informatie dat voor hen overmatig is. Een lagere prestatie en hogere mentale inspanning levert dan een lage en zelfs negatieve efficiëntie op. Deze leerlingen zijn meer gebaat bij instructie waarin juist minder ondersteuning wordt gegeven, omdat ze hiervoor minder onnodig veel mentale inspanning moeten leveren voor het behalen van een goede prestatie. Leerlingen die nog geen voorkennis hebben zijn daarentegen juist wel gebaat bij veel ondersteuning en zullen dan ook een relatief hogere efficiëntie score hebben. We zullen zien dat de efficiëntie score in staat is om eenduidig weer te geven wat de kwaliteit van de instructie is voor verschillende groepen leerlingen.

Een van de weinige studies naar het expertise reversal effect bij schoolgaande kinderen is ook meteen een van de eerste. Yeung, Jin en Sweller (1997) lieten in een tweetal experimenten 113 tweedejaarsleerlingen van een middelbare school in Hongkong een Engelse tekst lezen van ongeveer een halve A4. Voor dit onderzoek selecteerden Yeung en collega's 56 leerlingen die het laagst scoorden op een gestandaardiseerde taaltoets en 57 leerlingen die het hoogst scoorden op deze toets. Dit waren dus leerlingen die respectievelijk minder goed of erg goed Engels konden lezen. Beide groepen werden opgesplitst in twee condities. De ene conditie moest een tekst lezen waarbij de betekenis van enkele weinig voorkomende woorden direct boven het woord werd geplaatst. Zo werd bijvoorbeeld direct boven het woord "roaming" de betekenis geprint: "travelling without an aim". In de andere conditie kregen leerlingen dezelfde tekst, maar werden deze woorden met hun betekenis onder de tekst geplaatst. Vervolgens kregen de leerlingen in beide condities een toets waarin werd nagegaan wat ze hebben begrepen van de gelezen tekst. Na deze toets werden de leerlingen gevraagd om een inschatting te geven van de mentale inspanning die ze hebben moeten leveren. Dit werd gedaan om de efficiëntie score te kunnen bepalen.

Je zou op basis van het split attention effect verwachten dat de leerlingen in de conditie waarin informatie werd opgesplitst, minder goed scoren dan leerlingen waarbij informatie geïntegreerd wordt aangeboden. Niets is minder waar, omdat de vaardigheid van de leerlingen een rol bleek te spelen bij het bepalen of het instructiemateriaal bijdroeg aan het bereiken van leeropbrengsten. Leerlingen die op voorhand minder goed bleken te

zijn in het lezen van Engelse teksten, hadden het meest profijt van het verwerken van de tekst waarin de woorden en hun uitleg geïntegreerd werden aangeboden. Voor de conditie waarin deze informatiebronnen gescheiden werden aangeboden trad het split attention effect op. Bij de leerlingen die vaardiger waren werd een omgekeerd effect waargenomen.

Als deze leerlingen woorden en hun uitleg geïntegreerd gepresenteerd kregen scoorden ze slechter op de begripstoets in vergelijking met de leerlingen die de uitleg apart kregen aangeboden. De gemiddelde efficiëntie score van deze leerlingen was zelfs negatief, omdat ze meer mentale inspanning hadden moeten leveren met een lagere prestatie. De verklaring die voor dit effect wordt gegeven, is dat deze leerlingen relatief meer mentale inspanning moeten leveren wanneer er meer materiaal dan nodig is om te leren wordt aangeboden. Deze additionele instructie is overbodig voor deze leerlingen, omdat ze al over schema's in het langetermijngeheugen beschikken die het mogelijk maken om zonder deze hulp uit de voeten te kunnen. Deze overbodige instructie is erg moeilijk om te negeren (Kalyuga et al., 2003). Dit maakt dat deze leerlingen lager presteren als gevolg van de grotere inspanning die ze moeten leveren, die met het verwerken van overbodige informatie gepaard gaat. De combinatie van een lage prestatie en een relatief grote mentale inspanning leidt tot de conclusie dat leerlingen met enige voorkennis of vaardigheid minder ondersteuning behoeven voor dit type taken. Of beter gezegd kan ondersteuning voor deze leerlingen het leren zelfs hinderen.

De resultaten uit een eerdere vooraanstaande studie met de veelzeggende titel "Are good texts always better?" van McNamara, Kintsch, Songer en Kintsch (1996) komen overeen met die van Yeung en collega's (1997). In deze studie moesten 46 middelbare scholieren een artikel uit een encyclopedie lezen dat ging over hartziekten. Leerlingen kregen een samenhangende tekst of een onsamenhangende tekst te verwerken. In het eerste geval waren verbindingswoorden aan de tekst toegevoegd (bijvoorbeeld "omdat", "echter" en "zodat"), dubbelzinnige voornaamwoorden vervangen door de desbetreffende zelfstandige naamwoorden (bijvoorbeeld "het" werd vervangen door "het hart") en werd uitleg gegeven bij minder bekende concepten (bijvoorbeeld "Deze ziekte komt meestal voor na een zere keel wat wordt veroorzaakt door een bacterie wat bekend staat als streptokokken. *Dit wordt meestal een keelontsteking genoemd.*"). Leerlingen die nog geen voorkennis hadden omtrent de werking van het menselijk hart, bleken meer te leren van de samenhangende tekst. Leerlingen die al redelijk wat voorkennis hadden, scoorden daarentegen beter op een natoets na het lezen van een onsamenhangende tekst. Vanuit de cognitieve belastingtheorie kunnen we beargumenteren dat deze leerlingen meer leren van dit soort teksten, omdat ze een relatief lagere mentale inspanning hoeven te leveren met een hogere prestatie als resultaat. Het lezen van een samenhan-

gende tekst zou een lagere efficiëntie betekenen. Dit komt doordat deze leerlingen informatie moeten verwerken die, gezien hun aanwezige voorkennis, overbodig is. Als gevolg hiervan zullen deze leerlingen relatief meer inspanning moeten leveren met een lage prestatie als resultaat. Hoewel McNamara en collega's deze assumptie niet expliciet hebben getoetst, zijn er indicaties dat dit wel aan de hand is (Rey & Buchwald, 2011). Een recente studie uitgevoerd door Spanjer, Wouters, Van Gog en Van Merriënboer (2011) biedt hier uitkomst.

Spanjer en collega's (2011) lieten 76 middelbare scholieren uit 4-havo of 5-vwo een achttal computeranimaties bekijken, waarin aan de hand van een uitgewerkt voorbeeld de procedure voor kansberekening werd uitgelegd. Zoals in elk experimenteel onderzoek, werden ook deze leerlingen in twee condities opgedeeld. De ene conditie kreeg steeds een twee minuten durende animatie te zien, in de andere conditie werd de animatie opgesplitst in vijf à zeven betekenisvolle segmenten waartussen een korte pauze van twee seconden zat. De bedoeling van de segmenten was tweeledig. Ten eerste worden leerlingen door het aanbieden van een korte pauze tijd gegund om de informatie, die zojuist werd gepresenteerd, te verwerken. Ten tweede zorgt de segmentatie ervoor dat leerlingen meer bewust worden van de stappen die belangrijk zijn bij kansberekening. Na het bekijken van de animaties moesten de leerlingen een toets maken, waarin ze aan de slag moesten met kansberekeningen. Het expertise reversal effect laat zich misschien al raden. Spanjer en collega's vonden aanwijzingen voor de stelling, dat naarmate deze scholieren meer voorkennis hadden over kansberekening, ze relatief minder efficiënt leerden van animaties waarin de procedure was opgedeeld in betekenisvolle segmenten. De verklaring hiervoor ligt voor een groot deel in een toename van de mentale inspanning die deze groep moest leveren. Spanjer en collega's vonden namelijk een trend in de data. Deze wees erop dat hoe meer leerlingen voorkennis hadden van de procedure voor kansberekening, hoe meer mentale inspanning ze moeten leveren voor het verwerken van de meer eenduidige (gesegmenteerde) instructie. De mentale inspanning die leerlingen moesten leveren voor het leren van de niet-gesegmenteerde animatie nam af bij hogere voorkennisniveaus. Deze leerlingen bleken dus hinder te ondervinden van de ingebouwde ondersteuning. Wat verder van belang is te melden, is dat leerlingen die weinig af wisten van kansberekening juist veel minder efficiënt leerden van de onafgebroken animaties. Hoe minder voorkennis leerlingen hadden, hoe meer mentale inspanning ze moesten leveren voor het verwerken van deze animaties. Voor deze leerlingen is het opdelen van instructie dus een beter idee.

Samengevat kunnen we stellen, dat naarmate voorkennis van leerlingen toeneemt, het verstandig is de ondersteuning voor het uitvoeren van een taak af te laten nemen, anders heeft dit negatieve gevolgen voor de mate waarin er wordt geleerd. Andersom geldt dat

leerlingen die niet zoveel van een vakdomein weten, beter meer ondersteuning geboden moeten krijgen. Differentiëren in instructie waarbij rekening gehouden wordt met de voorkennis die leerlingen hebben, is dus de boodschap. We hebben gezien dat zowel een eenduidige instructie als een meer complexere instructie leidt tot een verhoging van de mentale inspanning bij respectievelijk goede en minder goede leerlingen. In beide gevallen wordt er een lagere efficiëntie score gemeten bij een lagere of gelijkblijvende prestatie. Er zou dus gesteld kunnen worden dat de verhoging in mentale belasting in beide gevallen ineffektieve cognitieve belasting inhoudt. Maar zoals we hebben gezien is het lastig een conceptueel onderscheid te maken tussen wanneer er sprake is van effectieve of van ineffektieve cognitieve belasting. Verder zijn er nauwelijks betrouwbare maten beschikbaar die een onderscheid kunnen maken tussen de typen cognitieve belasting. Daarom volstaan we met het vaststellen van de mentale inspanning die wordt gevraagd van leerlingen. Verder is het vanzelfsprekend dat een bepaalde optimale mate van mentale inspanning geleverd moet worden, wil instructie leiden tot leren. Helaas is het met de huidige meetinstrumenten vooralsnog niet mogelijk om precies na te gaan wanneer er sprake is van een over- of onderbelasting van de verwerkingscapaciteit van een leerling. Om meer inzicht te krijgen in het effect van verschillen van de mentale inspanning die leerlingen moeten leveren om de instructie te verwerken op het leren van leerlingen, biedt de efficiëntie maat van Paas en Van Merriënboer (1993) uitkomst. Efficiënte instructie betekent dan een gunstige verhouding tussen de prestatie en de geleverde mentale inspanning, waarbij de efficiëntie hoger is bij een betere prestatie die met minder moeite is bereikt (Paas, 2007).

We hebben nu dus een ondubbelzinnige en bruikbare maat om op een basaal niveau de kwaliteit van de instructie en de mate waarin leerlingen deze begrijpen, te bepalen. Een aanpassing aan het model van Carroll (1963) zal bestaan uit het toevoegen van de efficiëntie maat van Paas en Van Merriënboer (1993).

Een model van leren – deel II

Laten we het model van Carroll (1963) er weer bijpakken en kijken wat de cognitieve belastingtheorie van Sweller (1988) en meer specifiek de maat voor efficiënte instructie van Paas en Van Merriënboer (1993) voor ons kan betekenen. We hebben tot nu toe gezien dat de tijd die wordt besteed aan leren groter of gelijk moet zijn dan de tijd die leerlingen nodig hebben wil er sprake zijn van effectief leren. De benodigde tijd maken we nu afhankelijk van de mate waarin de instructie efficiënt is. Hoe efficiënter de instructie, des te minder tijd er nodig is om te leren. Dit leidt tot het model dat in figuur 3 wordt geïllustreerd.

$$\text{Mate van leren} = f \left[\frac{\left(\text{Beschikbare tijd} \right) \times \left(\text{Tijd besteed aan doelgerichte oefening} \right)}{\left(\text{Tijd die nodig is om te leren} \right) \times \left(\text{Efficiëntie van de instructie} \right)} \right]$$

Figuur 3. Model van leren gebaseerd op Carroll (1963) en Berliner (1990)

Dit model stelt dat elk voorstel tot onderwijsvernieuwing pas effecten sorteert op het leren van leerlingen, als er rekening wordt gehouden met tijd die besteed wordt aan leren, tijd die leerlingen nodig hebben om te leren en de mate waarin er sprake is van efficiënte instructie. Het model doet overigens bewust geen expliciete uitspraken over welk type instructie efficiënt is of tot welke activiteiten leerlingen worden uitgedaagd, omdat dezelfde instructie in de ene onderwijsleercontext een heel ander effect kan hebben op het leren van leerlingen in een andere context (zie bijvoorbeeld Duijnhouwer et al., 2012). Dit is het gevolg van het gegeven dat de effecten van instructie afhankelijk zijn van interacties tussen kenmerken van de school, de docent en de leerlingen (Berliner,

2002). Op het basale niveau kunnen we wel kijken naar de leeropbrengsten die worden bereikt en de hoeveelheid mentale inspanning die het leerlingen heeft gekost, om te bepalen in hoeverre een bepaalde instructie efficiënt is gebleken. Dit stelt ons bijvoorbeeld in staat om in elk geval de effecten van verschillende implementaties van eenzelfde instructie met elkaar te vergelijken.

Laten we nagaan wat we kunnen verwachten met betrekking tot de mate van leren als we het model eens nalopen. We hebben al afdoende gezien dat meer tijd besteed aan doelgerichte oefening bijdraagt aan leren en dat deze tijd minimaal even groot moet zijn als de tijd die nodig is om te leren. Het is belangrijk dat leerlingen die meer tijd nodig hebben om te leren, die tijd ook beschikbaar krijgen anders zal dat negatieve gevolgen hebben voor de mate waarin er geleerd wordt. Voor leerlingen die minder tijd nodig hebben om instructie te verwerken hoeft in de regel minder instructietijd uitgetrokken te worden. Wel moet er hierbij rekening worden gehouden met de mate waarin de instructie efficiënt is. Wanneer instructie efficiënt blijkt te zijn, omdat een hoge prestatie gepaard gaat met relatief minder geleverde mentale inspanning, dan hoeft het leren van een leerling minder tijd in beslag te nemen om effectief te zijn. Wanneer de efficiëntie laag is, dan is het leren langzamer en neemt meer tijd in beslag. Leerlingen die dus lager presteren maar die tegelijkertijd veel mentale inspanning hebben moeten leveren, hebben meer tijd nodig om een hogere mate van leren te bereiken.

Een andere optie is om de instructie te herzien, zodat de efficiëntie daarvan omhoog gaat. Stel dat leerlingen enige vorm van voorkennis hebben in een bepaald vakdomein. Dit kunnen we meten door te kijken hoeveel tijd deze leerling gemiddeld genomen nodig heeft om taken in dat vakdomein te volbrengen. Als deze leerling na een bepaalde instructie in dit domein een lage efficiëntiescore heeft behaald, dan kunnen we op basis van de bevindingen van de studies naar het expertise reversal effect concluderen, dat de instructie teveel overbodige ondersteuning bevat die het leren minder efficiënt maakt. Van een leerling die normaliter meer tijd nodig hebben om een leertaak binnen een bepaald vakdomein te voltooien, valt te verwachten dat de efficiëntiescore hoger is naarmate de taak eenduidiger is. Leidt de instructie tot een lagere efficiëntie voor deze leerling, dan heeft hij of zij of meer tijd nodig om een hogere prestatie te leveren of moet de instructie meer ondersteuning bieden. Verder onderzoek naar en uitwerking van deze aannames is nodig. Ik zal in de conclusie nog beknopt terugkomen op de vraag welk verder onderzoek nog gedaan zou kunnen worden, geïnspireerd op bovenstaand model. Maar hoe zit het met de relevantie van het model voor de onderwijspraktijk?

Hoe is het model voor het bepalen van de mate van leren te gebruiken als didactisch hulpmiddel in de klas? Ik eindig mijn verhaal met misschien wel de meest relevante

vraag en poog deze hier te beantwoorden. Ondanks dat het model uit direct observeerbare variabelen bestaat als tijd, prestatie en geleverde mentale inspanning is het voor een docent ondoenlijk om precies alle variabelen in het model exact vast te stellen. De beschikbare onderwijstijd is misschien wel de makkelijkste variabele om te meten, maar de tijd die een leerling besteedt aan doelgericht oefenen en/ of de tijd die hij of zij in gemiddeld genomen nodig heeft om een taak binnen een bepaald vakdomein te volbrengen behoeft al wat meer werk. Het bepalen van de efficiëntie van de instructie lijkt een onuitvoerbare exercitie, ook al kan dit erg interessante gegevens opleveren die een docent kan gebruiken om zijn of haar instructie op een systematische wijze aan te passen. Hoe kunnen we dan op een doelmatige en praktijkrelevante wijze gebruik maken van de inzichten uit bovengenoemd onderzoek en het gepresenteerde model? Ik denk dat het model de praktijk op twee manieren kan dienen, enerzijds ter inspiratie voor het kritisch reflecteren op de eigen lespraktijk en anderzijds als denkkader voor kleinschalig praktijkonderzoek in de eigen klas. In beide gevallen wordt er een beroep gedaan op een professionele en doelgerichte inzet van de praktijkkennis van de docent.

Ten eerste kan het bovenstaande model een docent bijvoorbeeld aanmoedigen tot het optimaliseren van het eigen klassenmanagement. Zo kan bijvoorbeeld worden verwacht dat effectief leren wordt bereikt als een docent onder meer erop toeziet dat leerlingen gericht en geconcentreerd tijd besteden aan het verwerken van de leerstof en differentieert in de tijd die beschikbaar wordt gesteld aan leerlingen die meer of minder tijd nodig hebben. Als verder blijkt dat prestaties tegenvallen en/ of leerlingen relatief veel moeite hebben moeten doen om de les(sen) te begrijpen (efficiëntie van de instructie is laag), dan kan er gekeken worden naar manieren om de tijd die is besteed aan doelgerichte oefening te verhogen. Een tweede optie in het geval van een lage efficiëntie van de instructie, is om de eigen instructie kritisch onder de loep te nemen en beducht te zijn op enerzijds een expertise reversal effect of anderzijds een overbelasting van de leerlingen in de klas. In het eerste geval kan een docent overwegen om juist minder ondersteuning te geven in zijn of haar instructie, omdat leerlingen die enige voorkennis hebben over de behandelde stof hier onnodig meer mentale inspanning voor moeten leveren. In het tweede geval zou de instructie meer eenduidig en samenhangend gemaakt moeten worden en/ of zou er meer hulp en uitleg gegeven moeten worden aan leerlingen. Tenslotte kan een docent de mate van leren proberen te vergroten, door de benodigde tijd proberen te versnellen. Dit kan onder meer door tijd beschikbaar te maken voor het aanleren van strategieën voor bijvoorbeeld zelfregulerend leren of plannen. Deze strategieën maken het op termijn mogelijk om de leerstof beter en uiteindelijk sneller in schema's in het langetermijngeheugen op te slaan.

Ten tweede biedt het model een raamwerk voor experimenten in de eigen lespraktijk.

Daarbij hoeft er slechts rekening gehouden te worden met de vier factoren uit het model, zijnde: de beschikbare tijd, de benutte tijd, de benodigde tijd en de balans tussen prestatie van (groepen) leerlingen in de klas en de geleverde mentale inspanning (de efficiëntie van de instructie). Om het effect van een van deze factoren op het leren van leerlingen te beoordelen, moeten de overige drie factoren zoveel mogelijk constant gehouden worden. Het is niet nodig om elke variabele exact te meten, maar er kan volstaan worden met een degelijke argumentatie van bijvoorbeeld de tijd die leerlingen gemiddeld genomen besteden aan doelgerichte oefening. Deze argumentatie kan bijvoorbeeld zijn gebaseerd op de observaties van of ervaringen met enkele representatieve leerlingen uit de eigen klas. Een drietal praktijkonderzoeken die logischerwijs uit het model zouden voortvloeien zijn bijvoorbeeld studies naar: (a) effecten van een verandering in tijd besteed aan doelgerichte oefening, (b) effecten van differentiatie in de tijd die leerlingen nodig hebben om te leren en (c) effecten van aanpassingen in de eigen instructie op de efficiëntie ervan. In het eerste geval moet precies worden beschreven wat er verstaan wordt onder doelgerichte oefening en hoe dit geobserveerd kan worden bij leerlingen. Nadat verschillende condities leerlingen verschillende tijdsperiodes hebben geoefend met de leerstof kunnen ze bevraagd worden naar de mate waarin ze geleerd hebben. In het tweede experiment kan er gekeken worden wat de effecten zijn van het vergroten van de beschikbare onderwijstijd aan leerlingen die dat nodig hebben. Bovendien kan er worden onderzocht wat de effecten zijn van het verminderen van de beschikbare tijd voor leerlingen die in de regel in kortere tijd klaar zijn met een taak. Tenslotte kan er inzicht worden verkregen in de efficiëntie van aanpassingen in de eigen instructie, door te onderzoeken wat de effecten daarvan zijn op de balans tussen prestatie en geleverde inspanning. De resultaten van dit soort experimenten zullen bijdragen aan de eigen professionalisering als docent (Bakkenes, Vermunt, & Wubbels, 2010). Uiteraard kan het lectoraat van dienst zijn in het uitvoeren van dit soort praktijkonderzoek.

Tot slot

Laten we het aangepaste Carroll model even kort samenvatten. Volgens het model is effectief leren afhankelijk van de ratio tussen tijd die wordt besteed en de tijd die nodig is om te leren. De tijd die wordt besteed vormt dat deel van de totale beschikbare onderwijstijd dat gespenseerd wordt aan doelgerichte oefening. De tijd die leerlingen nodig hebben om te leren is afhankelijk van de mate waarin de instructie efficiënt is. Efficiëntie is een functie van de relatie tussen prestatie en geleverde mentale inspanning (Paas & Van Merriënboer, 1993). Elk van deze factoren en de relaties daartussen hebben effect op de mate van leren van leerlingen, wat blijkt uit onderwijswetenschappelijk onderzoek. Het model verstrekt een basale wetmatigheid voor de mate van leren door zich te beroepen op meetbare constructen.

Een aantal assumpties van het model zijn de revue gepasseerd. Ten eerste blijkt dat meer tijd besteed aan doelgericht leren positief bijdraagt aan leren bij gelijkblijvende of afnemende benodigde tijd. Ten tweede is het raadzaam te differentiëren tussen leerlingen, door te kijken naar de tijd die ze in de regel nodig hebben om een bepaald vakdomein te leren. Dit stelt ons in staat om onderwijstijd beschikbaar te stellen, die minimaal gelijk is aan de benodigde tijd, wil leren effectief zijn. Ten derde als instructie efficiënt blijkt dan hebben leerlingen in de regel minder tijd nodig om te leren. Als de instructie daarentegen niet efficiënt blijkt kan de instructie worden aangepast op basis van het geschatte voorkennisniveau van de leerlingen (zie het expertise reversal effect), meer tijd beschikbaar worden gesteld voor doelgericht oefenen of kan geprobeerd worden om de benodigde tijd te versnellen. Het model biedt dus een bruikbaar hulpmiddel en denkkader voor docenten om de factoren, die invloed hebben op de mate van leren van leerlingen te begrijpen en te beïnvloeden.

Twee aspecten komen buitengewoon overeen met het gedachtegoed van Parkhurst (1922). Ten eerste, de nadruk op differentiatie in benodigde tijd en het belang leerlingen in hun eigen tempo, in hun eigen tijd ongehinderd aan het werk te laten. Ten tweede heeft Parkhurst het ook over het maximaliseren van de verhouding tussen opbrengst en geleverde inspanning. De wijze waarop hieraan in de daltonpraktijk vorm wordt gegeven is door onder meer het werken met taak- en/ of planborden. Deze hulpmiddelen bieden zowel leerling als docent inzicht in de tijd die leerlingen nodig hebben om een bepaald

vakgebied te leren. Als blijkt dat een leerling in een bepaald gebied achterligt, bijvoorbeeld, dan kan een docent beslissen om meer tijd te besteden aan doelgerichte oefening of hij of zij kan zoeken naar manieren om de benodigde tijd te versnellen. Dit kan bijvoorbeeld door het aanbieden van een studievaardigheidstraining.

Waar het model echter bewust geen expliciete uitspraken over doet is de mate waarin leerlingen zelf hun tijd moeten indelen. Volgens Parkhurst (1922) is het juist aan de leerling zelf om op eigen initiatief het werk en de te besteden tijd te organiseren en in te plannen. Het model zou de beslissing of het verstandig is dit aan leerlingen over te laten, laten afhangen van de mate waarin deze vorm van instructie efficiënt blijkt. Op basis van onderzoek is bekend dat het zelf indelen en plannen van tijd niet voor alle leerlingen en leertaken even efficiënt is (Flowerday & Schraw, 2003; Tullis & Benjamin, 2011). Zo kan verwacht worden dat leerlingen die al redelijk goed kunnen plannen en zicht hebben op hoe ze leren, effectiever zullen leren omdat ze relatief minder moeite hoeven te doen met een gelijkblijvende of hogere leeropbrengst. Leerlingen die in de regel meer tijd nodig hebben om hun werk te plannen, zullen waarschijnlijk een lage prestatie leveren met een veel hogere mentale inspanning. Om precies de effecten van het zelf indelen en plannen van de te besteden tijd na te gaan, is het dus nodig om de efficiëntie van deze instructie, die onderscheidend is aan de daltondidactiek, te onderzoeken.

Ik eindig met enkele vragen voor vervolgonderzoek die voortvloeien uit het gepresenteerde model voor de mate van leren. Er zijn namelijk nog een aantal aspecten aan het model die nog verder onder de empirische loep genomen moeten worden. Naast de praktijkonderzoeken die ik in het vorige hoofdstuk en in de vorige alinea aanstipte, noem ik nog een zestal topics waar ik me de komende tijd meer in wil gaan verdiepen. Ten eerste dient er onderzoek gedaan worden naar manieren om de tijd die leerlingen nodig hebben om een bepaald vakgebied te leren te versnellen. Zo kunnen er diverse methodes voor het trainen van studievaardigheden met elkaar worden vergeleken en er onderzocht worden welke het meest effectief blijkt, met betrekking tot het versnellen van de benodigde tijd. Ten tweede moet de relatie tussen de benodigde tijd en de efficiëntie van de gegeven instructie nader worden onderzocht. De aanname, dat als instructie efficiënt is, het leren van een leerling minder tijd in beslag hoeft te nemen om effectief te zijn, moet empirisch worden onderzocht. Ten derde moet er gekeken worden wat de relatie is tussen voorkennis van een leerling en de tijd die hij of zij in de regel nodig heeft om te leren in het desbetreffende vakgebied. Het model veronderstelt dat er een hoge mate van associatie tussen beide variabelen bestaat. Zo zou de benodigde tijd een basale manifestatie zijn voor de voorkennis die een leerling heeft. Verder zou er in deze studie gekeken kunnen worden naar de mate waarin het expertise reversal effect gerepliceerd kan worden, in het geval er sprake is van een lage efficiëntie bij leerlingen die in de regel

weinig tijd nodig hebben om te leren. Ten vierde is het belangrijk te kijken naar andere, meer objectieve metingen van mentale inspanning. Zo wordt er op het moment gebruik gemaakt van onder meer fysiologische maten als oogbewegingen of neuroimaging technieken, al zijn deze vrij ingrijpend (De Jong, 2010). Meer nut valt te verwachten van methoden waarbij data wordt verzameld met behulp van mobiele telefoons, zodat data verzameld kan worden tijdens studie of huiswerk. Ten vijfde valt meer te zeggen over wat kenmerken zijn van tijd besteed aan doelgerichte oefening bij leerlingen. We weten al redelijk wat van het leren van experts, maar we moeten meer kennis verschaffen om een concreet en samenhangend beeld te krijgen van welke typen oefening voor welk vakgebied de essentie vormt van effectief leren. Ten slotte is het voor de daltononderwijspraktijk relevant te onderzoeken om na te gaan in hoeverre motivatie werkelijk in tijd kan worden gevat, door enkele maten voor motivatie te relateren met de mate waarin leerlingen tijd besteden aan doelgerichte oefening. Zo kunnen we dus een definitief antwoord proberen te geven op de vraag waarmee ik deze exercitie ben aangegaan.

Dankwoord

De belangrijkste personen die ik wil bedanken zijn Klarianne, Bo en Gijs. Wat een rijkdom. Jullie ben ik ontzettend dankbaar voor de tijd die jullie me hebben gegund om aan mijn rede te schrijven. Ik ga de komende tijd weer heel veel meer tijd aan jullie besteden. Ik ben gelukkig met jullie!

Mijn ouders, mijn broer, mijn schoonouders, schoonbroers, schoonzussen en neefjes en nichtjes bedankt voor de mogelijkheden die jullie me boden om even niet en soms even wel over mijn rede te praten. En omdat het zo mooi staat, noem ik jullie bij naam. Hugo, Harma, Mark, Gerrit, Joke, Gertjan, Hans, Marian, Kim, Yannick, Quinten, Xillian, Anna en Merel. In het bijzonder wil ik bovendien de Eekhoorn te Lochem bedanken, je was er voor me in de tijd dat ik je nodig had. Bedankt.

Mijn beschikbare tijd was dan misschien gering, de medewerkers van de pabo hebben altijd tijd voor me. Iedereen is aanspreekbaar. Het is ontzettend plezierig om met jullie te mogen werken en te sparren over het onderwijs en praktijkonderzoek. Maar goed, jullie kunnen over werkelijk alles meepraten en dat is erg prettig.

De tijd die ik mag doorbrengen met de lectoren en kenniskringleden van het kenniscentrum Onderwijsinnovatie ervaar ik altijd als enorm inspirerend. Ik mag me verheugen op een deskundige, professionele en brede kennisbasis die buitengewoon toegankelijk is. Verder is de secretariële ondersteuning onmisbaar gebleken bij de planning van het gebeuren rondom de lectorale rede. Bedankt Yvonne dat je in de korte tijd die ik mezelf had gegund, toch zo immens veel voor elkaar hebt weten te krijgen.

Het is een hele grote eer om lector te zijn van een zeer heterogene doch ontzaglijk wel-belezen en deskundige kenniskring. Laurence, Symen en René bedankt voor de tijd die we hebben mogen besteden aan de diepgaande en kostelijk kritische discussies. Ik vind het heel leerzaam om met zulke talenten te mogen werken. René en Symen, ik ben jullie ontzettend dankbaar dat jullie tijd hebben willen steken in het geven van inhoudelijke en zeer grondige feedback op vorige versies van mijn verhaal.

De leden van het College van Bestuur van Saxion en het bestuur en leden van de Ne-

derlandse Daltonvereniging ben ik zeer erkentelijk voor het gestelde vertrouwen in de aanstelling en benoeming van een nog relatief jeugdige lector.

Ten slotte wil ik de daltonscholen, visiteurs en de dalton regiobesturen in het land bedanken voor de tijd die jullie beschikbaar hebben gesteld voor het onderzoek dat we binnen het lectoraat uitvoeren en voor de gelegenheid om met jullie hierover van gedachten te wisselen.

Iedereen bedankt!!!

Geraadpleegde literatuur

Ambady, N., & Rosenthal, R. (1992). Thin slices of expressive behaviour as predictor of interpersonal consequences: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 111(2), 256-274.

Ambady, N., & Rosenthal, R. (1993). Half a minute: Predicting teacher evaluations from thin slices of nonverbal behaviour and physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(3), 431-441.

Alexander, K.L., Entwisle, D.R., and Olson, L.S. (2001). Schools, Achievement, and Inequality: A Seasonal Perspective. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 23(2), 171-191.

Ayres, P. & Sweller, J. (2005). The split-attention principle in multimedia learning. In Mayer, R. E. (Ed). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 135-146). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Babad, E., Avni-Babad, D., & Rosenthal, R. (2003). Teacher's brief nonverbal behaviours in defined instructional situations can predict students evaluations. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 553-562.

Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.

Bakkenes, I., Vermunt, J.D., & Wubbels, T. (2010). Teacher learning in the context of educational innovation: Learning activities and learning outcomes of experienced teachers. *Learning and Instruction*, 20, 533-548.

Barrett, M.J. (1990). The case for more school days. *Atlantic Monthly*, Nov., 78.

Berliner, D.C. (1990). What's all the fuss about instructional time? In > Ben-Peretz & R. Bromme (Eds.), *The Nature of Time in Schools: Theoretical Concepts, Practitioner Perception* (pp. 3-35).

Berliner, D.C. (2002). Educational research: The hardest science of all. *Educational Psychologist*, 27(2), 143-161.

Bloom, B. S. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, 1(2), University of California at Los Angeles, Center for the Study of Evaluation. Reprinted in C. W. Fisher & D. C. Berliner (Eds.). (1985). *Perspectives on Instructional Time* (pp. 73-93). New York and London: Longman.

Borman, G.D., & Dowling, N.M. (2010). Schools and inequality: A multilevel analysis of Coleman's Equality of Educational Opportunity data. *Teachers College Record*, 112, 1201-1246.

Breklemans, M. (1989). *Interpersonal Teacher Behaviour in the Classroom*. [In Dutch: Interpersoonlijk gedrag van docenten in de klas] Utrecht: W.C.C.

Britto, P.R., & Brooks-Gunn, J. (2001). Beyond shared book reading: Dimensions of home literacy and low-income African-American preschoolers' skills. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 92, 73-90.

Bryson, B. (2010). *At home: A short history of private life*. New York, NY: Random House.

Carroll, J. B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64(8), 723-33.

Carroll, J. B. (1989). The Carroll model: A 25-year retrospective and prospective view. *Educational Researcher*, 18, 26-31.

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). *Cognitive load theory and the format of instruction*. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.

Chandler, P., & Sweller, J. (1992). The split attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62, 233-246.

Charness, N., Krampe, R.Th., & Mayr, U. (1996). The role of practice and coaching in entrepreneurial skill domains: An international comparison of life-span chess skill acquisition. In K. A. Ericsson (Ed.), *The road to excellence: The Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sports, and Games* (pp. 51-80). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Chase, W.G., & Simon, H.A. (1973). The mind's eye in chess. In W.G. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Chi, M.T.H., de Leeuw, N., Chiu, M., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439-477.
- Clark, D. & Linn, M.C. (2003). Designing for knowledge integration: The impact of instructional time. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 451-492.
- Cooper, H., Nye, B., Charlton, K., Lindsay, J., & Greathouse, S. (1996). The effects of summer vacation on achievement test scores: A narrative and meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 66, 227-268.
- Cooper, G., & Sweller, J. (1987). Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 347-362.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51-57.
- Craik, F.I., & Lockhart, R.S. (1972). Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6), 684-971.
- De Groot, A.D. (1978). *Thought and choice in chess* (2nd ed.). The Hague: Mouton Publishers.
- de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design; some food for thought. *Instructional Science*, 38, 105-134.
- Dreyfus, H.L. & Dreyfus, S.E. (1986). *Mind over Machine: the Power of Human Intuition and Expertise in the Age of the Computer*. Oxford: Basil Blackwell.
- Driessen, G., Mulder, L., Ledoux, G., Roeleveld, J., & Veen, I. van der (2009). *Cohortonderzoek COOL5-18. Technisch rapport basisonderwijs, eerste meting 2007/08*. Nijmegen/Amsterdam: ITS/SCO.

Duijnhouwer H., Prins F.J., Stokking K.M. (2012). Feedback providing improvement strategies and reflection on feedback use: Effects on students' writing motivation, process, and performance. *Learning and Instruction*, 22(1), 171-184.

Entwistle, N. (1988). *Styles of Learning and Teaching*. London: David Fulton.

Entwistle, D. & Alexander, K. (1994). Winter setback: school racial composition and learning to read. *American Sociological Review*, 59, 446-60.

Entwistle, D.R., Alexander, K.L., & Olson, L.S. (1994). The gender gap in math: Its possible origins in neighborhood effects. *American Sociological Review*, 59(6), 822-838.

Ericsson, K. A., Krampe, R. Th., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.

Ericsson, K. A. & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence on maximal adaptations on task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273-305.

Ericsson, K. A., & Oliver, W. (1984). *Skilled memory in blindfold chess*. Paper presented at the Annual Psychonomic Society Meeting, San Antonio, TX.

Ericsson, K. A., Patel, V. L., & Kintsch, W. (2000). How experts' adaptations to representative task demands account for the expertise effect in memory recall: Comment on Vicente and Wang (1998). *Psychological Review*, 107, 578-592.

Farah, M.J. (2010). Mind, brain and education in socioeconomic context. In M. Ferrari and L. Vuletic (Eds.), *The Developmental Interplay of Mind, Brain, and Education*. New York: Springer.

Fisher, C. W., Berliner, D. C., Fully, N. N., Marliave, R. S., Cahen, L. S., & Dishaw, M. M. (1980). Teaching behaviors, academic learning time and student achievement: An overview. In C. Denham & A. Lieberman (Eds.), *Time to Learn* (pp. 7-32). Washington, DC: National Institute of Education.

Flowerday, T., & Schraw, G. (2003). Effect of choice on cognitive and affective engagement. *The Journal of Educational Research*, 96, 207-215.

Gage, N.L. & Berliner, D.C. (1988). *Educational Psychology* (4th ed.). Boston: Houghton Mifflin.

Gettinger, M. (1989). Effects of maximizing time spent and minimizing time needed for learning on pupil achievement. *American Educational Research Journal*, 26, 73-91.

Gettinger, M. (1985). Time allocated and time spent relative to time needed for learning as determinants of achievement. *Journal of Educational Psychology*, 77, 3-11.

Gettinger, M. & White, M. A. (1979). Which is the stronger correlate of school learning? Time to learn or measured intelligence. *Journal of Educational Psychology*, 71(4), 405-412.

Gladwell, M. (2005). *Blink: The Power of Thinking Without Thinking*. Little, Brown & Company.

Gladwell, M. (2008). *Outliers: The Story of Success*. Little, Brown & Company.

Gold, K. (2002). *The History of Summer Education in American Public Schools*. New York, NY: Peter Lang.

Hart, S.G., & Staveland, L.E. (1988). Development of a multi-dimensional workload rating scale: Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp. 139-183). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

Heyns, B. (1978). *Summer Learning and the Effects of Schooling*. New York: Academic Press.

Heyns, B. (1987). Schooling and cognitive development: Is there a season for learning? *Child Development*, 58, 1151-60.

Hox, J.J. (2010). *Multilevel analysis. Techniques and applications* (2nd Edition). New York: Routledge.

Israel, P.B. (1998). *Edison: A life of invention*. New York: John Wiley.

Jencks, C. & Phillips, M. (1998). The black-white test score gap: An introduction. In C. Jencks and M. Phillips (Eds.). *The Black-White Test Score Gap*. Washington, DC: Brookings Institution Press.

Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory : How many types of load does It really need? *Educational psychology review*, 23(1), 1-20.

Kalyuga, S. Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1) 23-31.

Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 351-371.

Kapur, M. (2011). Temporality matters: Advancing a method for analyzing problem-solving processes in a computer-supported collaborative environment. *Computer-Supported Collaborative Learning*, 6, 39-56.

Lareau, A. (2003). *Unequal Childhoods: Class, race, and Family Life*. Berkeley and Los Angeles, CA: University of California Press.

Lehman, H. C. (1953). *Age and achievement*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Lowe, R. K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 225-244.

Mainhard, M.T., Brekelmans, M. & Wubbels, Th. (2010). *Students' interpersonal perceptions of teachers at different stages of acquaintance*. Annual meeting of the American Educational Research Association: Denver.

McNamara, D.S., Kintsch, E., Butler-Songer, N., and Kintsch, W. (1996). Are good texts always better? Interactions of text coherence, background knowledge, and levels of understanding in learning from text. *Cognition and Instruction*, 14(1), 1-43.

Newton, J.D. (1987). *Uncommon Friends: Life with Thomas Edison, Henry Ford, Harvey Firestone, Alexis Carrel & Charles Lindbergh*. San Diego, CA: Harcourt Brace Jovanovich.

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.G.W.C. (2007). *Neem eens een voorbeeld aan anderen: nieuwe impulsen voor onderzoek naar leren en instructie*. Oratie uitsproken op 2 november 2007. Open Universiteit Heerlen, Onderwijstechnologisch expertisecentrum (OTEC).
- Paas, T. & Mulder, L. (2010). Dalton doet het beter dan doorsnee school. *Didaktief*, 6, 2-4.
- Paas, F.G.W.C., Renkl, A. & Sweller, J. (2003) Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1-4.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38, 63-72.
- Paas, F.G.W.C. & Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental-effort and performance measures. *Human Factors*, 35, 737-743.
- Paas, F.G.W.C., & van Merriënboer, J.J.G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem solving skills: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122-133.
- Parkhurst, H. (1922). *Education on the Daltonplan*. New York, NY: E. P. Dutton and Company.
- Patel, V.L. & Groen, G.J. (1991). The general and specific nature of medical expertise: A critical look. In K.A. Ericsson & J. Smith (Eds.). *Toward a General Theory of Expertise: Prospects and Limits* (pp. 93-125). New York: Cambridge University Press.
- Purvis, A. & Levine, D. (1975). *Educational policy and international assessment: Implications of the IEA survey of achievement*. Berkeley, CA: McCutchan.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked-out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 21, 1-29.
- Rey, G.D., & Buchwald, F. (2011). The expertise reversal effect: Cognitive load and motivational explanations. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17, 33-48.

Rikers, R. M. J. P. (2009). *Van Dubbeltje tot Kwartje*. Oratie uitgesproken op 27 februari 2009. Erasmus Universiteit Rotterdam.

Rikers, R. M. J. P., Loyens, S.M.M., TeWinkel, W. W. R., Schmidt, H. G., & Sins, P. H. M. (2005). The role of biomedical knowledge in clinical reasoning: A lexical decision study. *Academic Medicine*, 80(10), 945-949.

Sins, P.H.M. & Goldsteen-Wolters, J. (2012). *De relatie tussen daltononderwijs en zelfregulatie op de langere termijn*. Paper gepresenteerd op de Onderwijs Research Dagen, Wageningen.

Sins, P.H.M., Savelsbergh, E.R., & van Joolingen, W.R. (2005). The difficult process of scientific modeling: an analysis of novices' reasoning during computer-based modeling. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695-1721.

Sins, P.H.M., van Joolingen, W.R., Savelsbergh, E.R., & Van Hout-Wolters, B.H.A.M. (2008). Motivation and performance within a collaborative computer-based modeling task: relations between students' achievement goal orientation, self-efficacy, cognitive processing, and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 33(1), 58-77.

Sins, P.H.M. & Zee, S. van der (in voorbereiding). *Evidence-based daltononderwijs?*

Snow, R.E., Corno, L., & Jackson, D. (1996). Individual differences in affective and conative functions. In D.C. Berliner & R.C. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 243-310). New York: Macmillan.

Spanjers, I.A.E., Wouters, P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J.G. (2011). An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. *Computers in Human Behavior*, 27, 46-52.

Stein, N. L., & Trabasso, T. (1982). What's in a story: An approach to comprehension and instruction. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (Vol.2, pp. 213 - 267). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Strijbos, J.W., Martens, R.L., Prins, F.J., & Jochems, W.M.G. (2006). Content analysis: What are they talking about? *Computers & Education*, 46, 29-48.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.

Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P. & Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structure of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 176-192.

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.

Tough, P. (2006). What it takes to make a student. *New York Times Magazine*, Nov., 44-77.

Tullis, J.G., Benjamin, A.S. (2011). On the effectiveness of self-paced learning. *Journal of Memory and Language*, 64(2), 109-118.

Van der Ploeg, P.A. (2010). *Dalton Plan: Oorsprong en theorie van het daltononderwijs*. Deventer: Saxion Dalton University Press.

Wubbels, T., Brekelmans, M., den Brok, P., & van Tartwijk, J. (2006). An interpersonal perspective on classroom management in secondary classrooms in the Netherlands. In C. Evertson & C. Weinstein (Eds.), *Handbook of Classroom Management: Research, Practice and Contemporary Issues* (pp. 1161-1191). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Wubbels, T., Creton, H.A., & Hooymayers, H.P. (1985) *Discipline problems of beginning teachers, interactional behaviour mapped out*. paper presented at the American Educational Research Association annual meeting, Chicago.

Yeung, A. S., Jin, P., & Sweller, J. (1997). Cognitive load and learner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading with explanatory notes. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 1-21.

Bestel verder uit de serie van Saxion Dalton University Press

Dalton plan: Oorsprong en theorie van het daltononderwijs

Piet van der Ploeg

isbnnr: 9789490239022

€ 19,95

Helen Parkhurst

Grondlegster van het daltononderwijs

René Berends

isbnnr: 9789490239008

€ 19,95

Verkrijgbaar via de boekhandel, bol.com

www.saxiondalton.com