

# **VAN DUBBELTJE TOT KWARTJE**

Rede

Uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar Onderwijspsychologie,  
in het bijzonder de psychologie van het leren,  
aan de Erasmus Universiteit Rotterdam  
op vrijdag 27 februari 2009

door

Remy Rikers

**ISBN:** 978-90-8559-514-4



**Meneer de Rector Magnificus,  
Beste familie en vrienden, waarde collega's en overige toehoorders,**

Als je voor een dubbeltje geboren bent, bereik je nooit een kwartje, zong Louis Davids in de film "Op Stap" uit 1935. Louis Davids speelde een armlastige pianostemmer en componist genaamd Janus Fortuin, die niet de erkenning kreeg die hij verdiende. Erger nog, hij moest toezien hoe een van zijn liedjes succesvol werd, maar iemand anders met de eer ging strijken. Berustend onderging hij zijn lot. Immers, wie voor een dubbeltje geboren is....

Er lijkt weinig veranderd als we een artikel in het Algemeen Dagblad van 26 september 2007 moeten geloven en onderzoek door het CBS (Jol, 2001, 2004). Hoewel de situatie ontegenzeggelijk de afgelopen decennia verbeterd is, moeten we toch nog steeds constateren dat de sociaal-economische status van de ouders belangrijk is voor de voorspoed en car-

rière mogelijkheden van een kind. Het ideaal van een meritocratie, waar mensen worden beoordeeld op hun kwaliteiten en hun kwaliteiten alleen, lijkt nog ver verwijderd.

Van de andere kant, lijkt het echter dat onze samenleving op zoek is naar onze al dan niet verborgen kwaliteiten of talenten. Kijkt u maar eens in het banket van uw krant en u zult moeten constateren dat we massaal op talentenjacht zijn. Of kijkt u maar eens naar de sportpagina's of naar Studio Sport op zondagavond, ook daar worden voor u de talentvollen van de talentlozen gescheiden.

Maar waar zijn we eigenlijk naar op zoek? Of beter gezegd, weten we wel waar we naar op zoek zijn? Natuurlijk, als iemand een schitterend doelpunt maakt in 1988 tijdens een Europees kampioenschap voetbal of eerste violist is bij de "Wiener Philharmoniker", of een effectieve therapie ontwikkelt tegen een levensbedreigende ziekte, dan is het relatief gemakkelijk om van talent te spreken. Of neem nou de Japanse

pianiste Aimi Kobayashi die reeds op vierjarige leeftijd ontzettend goed piano speelde. Ook bij haar lijkt er weinig ruimte voor twijfel te bestaan, of misschien toch? In het kader van "De Grote Psychologie van de Koude Grond Quiz", georganiseerd door de Volkskrant, bekeken mensen een filmpje van haar op internet. Vervolgens kregen ze drie opties voorgelegd waarvan ze er eentje moesten kiezen:

1. *Dit filmpje is nep. Een kind van 4 kan niet zo spelen, dat is fysiek onmogelijk.*
2. *Aimi Kobayashi is een zogenoemd wonderkind: een kind met een ongeëvenaard talent voor bijvoorbeeld kunst, muziek of sport.*
3. *Aimi is zo goed geworden omdat ze veel heeft geoefend. Een ander kind zou dit ook kunnen leren.*

De meesten onder u zullen *niet* kiezen voor de derde optie. Ik weet dit omdat deze vraag op dit moment is beantwoord door zo'n 25.000 mensen en maar 25%

gelooft in deze (oefen)verklaring. Ik hoop echter dat aan het einde van mijn verhaal dit percentage iets hoger is geworden, want er zijn genoeg redenen om vraagtekens te plaatsen bij het talentdenken in onze samenleving. Met name daar waar het gaat om het vroegtijdig signaleren van talent. In het geval van Aimi Kobayashi hoeven we ons misschien niet zo veel zorgen te maken, want zij zal ongetwijfeld goed begeleid worden en maakt zeker een goede kans op een internationale carrière. Zij laat immers nu reeds zien, en met name horen, dat ze goed kan spelen. Maar hoe zit het met al die kinderen die dat nog niet doen? Is het mogelijk, en met name zinvol, om hen vroegtijdig te identificeren? Men zou immers kunnen beweren dat het voor een samenleving belangrijk is talent in een vroeg stadium te ontdekken, voordat de uitzonderlijke prestaties er zijn. Alleen dan kun je mensen op tijd ondersteunen en helpen bij het bereiken van de top, zonder het gevaar dat ze – net als Janus For-

tuin – onopgemerkt blijven. Maar kunnen we dat wel? Weten we überhaupt waar we dan op moeten letten?

Een aardig voorbeeld in dit verband is de carrière van de Zweedse hoogspringer Stefan Holm. Hij was van jongs af aan gefascineerd door het hoogspringen en oefende met veel plezier onder het toezicht van zijn vader. Stefan Holm had echter een probleem; een probleem waar je als hoogspringer niks aan kunt doen. Hij was namelijk te klein om een succesvol hoogspringer te worden. Hoogspringers zijn namelijk, zoals u weet, reuzen van zo'n 2 meter en daar heeft een hoogspringer als Holm met een lengte van 1.81 niks tussen te zoeken. Zijn grote idool toen hij kind was, de zeer succesvolle Zweedse hoogspringer Patrik Sjöberg, gaf hem ook te kennen dat hij beter iets anders kon gaan doen. Eerlijk gezegd, zijn critici hadden gelijk, want op basis van de biomechanica is het duidelijk aan te tonen waarom lengte een voordeel is bij sporten zoals hoogspringen, basketbal of volleybal. Dit heeft onder andere te maken met het

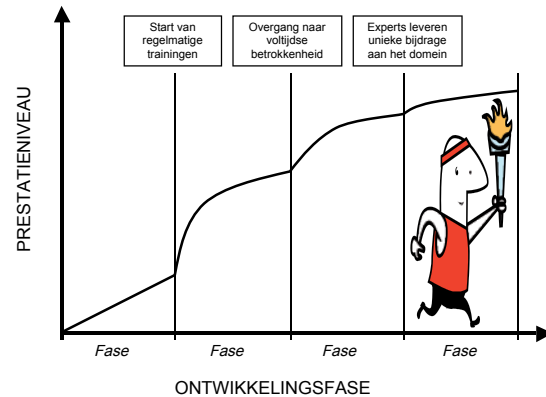
lichaamszwaartepunt (McGinnis, 2005). Als u thuis in uw schuurtje nog een plank heeft liggen en een boomstronk, kunt u gemakkelijk uw eigen lichaamszwaartepunt bepalen. U dient dan de plank op de boomstronk te leggen en er vervolgens op te gaan liggen. U zoekt dan het punt op waarbij het geheel in evenwicht is. Precies in het midden van de boomstronk is dan uw lichaamszwaartepunt. Ik zal u niet verder vermoeien met een biomechanische analyse, maar u moet me geloven dat hoe hoger het zwaartepunt ligt, hoe gemakkelijker je over de lat komt bij hoogspringen. Het is namelijk het zwaartepunt dat je naar de lat moet brengen en als dat van nature al hoger ligt, hoeft je dus simpelweg minder afstand te overbruggen om over de lat te springen. Ik denk dat u het al voelt aankomen, want Stefan Holm heeft zich niet door mijn biomechanische verhaal laten ontmoedigen, maar keihard getraind om tot de beste hoogspringers te behoren. En dat is hem ook gelukt, want tijdens de Olympische spelen van Athene in

2004 won hij een gouden medaille. Maar niet alleen dat, want hij is ook viervoudig wereldkampioen en een aantal keer Europees kampioen hoogspringen geworden. De moraal van dit verhaal is dus, dat ondanks dat er soms goede criteria bestaan voor het identificeren van aanleg, dit niet betekent dat er geen andere wegen zijn om tekortkomingen op te vangen. In het geval van Holm was dit een betere afzettechniek en een snellere aanloop of "approach" dan die van andere springers. Er leiden dus meerdere wegen naar Rome. Niettemin, zou je mogen stellen dat er bij het hoogspringen sprake is van enige concurrentievervalsing, want links- of rechtsom grotere springers hebben nu eenmaal een natuurlijk voordeel. In tegenstelling tot vele andere sporten, is dat probleem bij hoogspringen relatief gemakkelijk op te lossen door de lichaamslengte mee te nemen in de beoordeling van de prestatie. Dit betekent dat in plaats van de hoogte van de lat, het verschil tussen de lichaamslengte en de hoogte van de lat bepalend wordt voor

wie goud, zilver of brons wint. Als we dit criterium gebruiken, dan is Stefan Holm de beste springer ooit. Hij behoort tot het illustere gezelschap van de club van 50, die bestaat uit hoogspringers die meer dan 50 cm boven hun eigen lichaamslengte hebben gesprongen. Stefan Holm is wereldrecordhouder met 59 cm. Hij deelt overigens dit record met de Amerikaanse hoogspringer Franklin Jacobs die maar 1.73m groot was en in de jaren zeventig over een hoogte van 2.32m wist te springen. Geen slechte prestatie en al zeker niet als men bedenkt dat dit een vierde plaats zou hebben betekend als hij had meegedaan met de laatste Olympische spelen in Peking.

Dat er meerdere wegen naar Rome leiden, wordt ook geïllustreerd door de Amerikaanse hoogspringer Dick Fosbury. Hij was weliswaar een kop groter dan Stefan Holm, maar ook hij demonstreerde dat het gebruik van een andere aanpak in een sport, in zijn geval een nieuwe springtechniek, tot grootse prestaties kan leiden. Sedert de Olympische Spelen in Mexico City in

1968 is de “Fosbury flop” niet meer weg te denken uit het hedendaagse hoogspringen en heeft deze innovatie tot een gouden medaille geleid voor Dick Fosbury. Wat deze innovaties vooral onderstrepen, is het belang van goede training, want met name tijdens de training heeft de sporter kans te experimenteren en tot nieuwe inzichten en oplossingen te komen. Niet



iedere vorm van training is echter productief en sommige vormen kunnen zelfs contraproductief zijn.

De man die er zijn levenswerk van heeft gemaakt het belang van de kwaliteit van oefening te onderzoeken, is de Zweeds-Amerikaanse onderzoeker Anders Ericsson.

In de discussie over het belang van oefening bij het leveren van topprestaties neemt hij een zeer interessant, maar ook een zeer extreem standpunt in. In zijn visie kunnen topprestaties, in welk domein dan ook, verklaard worden door de hoeveelheid én met name de kwaliteit van de oefening. Talent of aanleg, waar in onze samenleving zoals gezegd erg veel waarde aan wordt gehecht, wordt door hem als irrelevant beschouwd (Ericsson, 1996). Dat betekent echter niet dat ieder gezond mens zondermeer de top kan bereiken in een domein, want er zit nadrukkelijk een erg hoog prijskaartje aan vast. Niet alleen moet een individu bereid zijn tien jaar lang zijn of haar sociale leven in de ijskast te stoppen, ook moet een individu

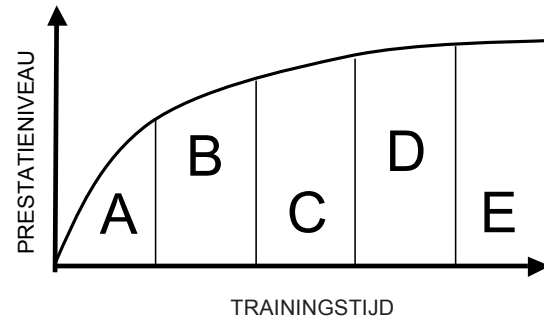
zichzelf pijnigen door die elementen te trainen waar hij of zij nog niet goed in is. Hij noemt deze vorm van zelfkastijding “deliberate practice” (vrij vertaald een doelbewuste vorm van oefening). Alvorens ik zal uitleggen wat deliberate practice precies inhoudt, moeten we even teruggaan naar het prille begin. Ik zal toelichten welke fasen iemand moet doorlopen voordat er sprake is van topprestaties.

In de figuur ziet u vier fasen weergegeven die volgens de onderzoeker Bloom (1985b) belangrijk zijn. De eerste fase zou je exploratiefase kunnen noemen. Hier maakt een kind kennis met verschillende activiteiten zoals voetballen, schaken, computerspelletjes etc. De kans is groot dat het kind een van deze activiteiten leuker vindt of beter kan dan de andere en zich bijvoorbeeld aansluit bij een voetbalclub – al is het maar omdat de meeste vriendjes dit ook doen. Dit is de tweede fase. Het kind krijgt nu regelmatig training en speelt ook in het weekend een wedstrijd. Stel verder dat het kind erg goed is in voetbal en wel zo goed



dat een scout van een topclub het kind in de gaten krijgt en uitnodigt om bij deze topclub te komen spelen. Dit is de derde fase. Deze fase is natuurlijk maar voor zeer weinigen weggelegd en heeft veel implicaties. Het betekent bijvoorbeeld dat de familie van het kind moet verhuizen als deze niet in de buurt van de club woont, omdat de trainingsintensiteit het op en neer reizen niet meer toelaat. Of het betekent dat het kind in een speciaal sportinternaat terecht komt. Als het kind, dat aan het einde van deze fase eigenlijk al geen kind meer is, deze fase succesvol weet te doorlopen, is het klaar voor een professionele carrière. Dit betekent voor een voetballer dat hij klaar is voor het leveren van een unieke bijdrage aan de sport en dat hij hopelijk vele prijzen in de wacht weet te slepen. Zoals u zult begrijpen en misschien zelfs uit eigen ervaring weet, zullen de meeste mensen deze fasen niet allemaal succesvol doorlopen. Hoe vaak bent u niet met een hobby gestart om er vervolgens het bijltje bij neer te gooien? Een belangrijke verklaring

waarom het zo moeilijk is al deze fasen succesvol te doorlopen zit in de "power law of practice/learning" (Newell & Rosenbloom, 1981).



Stel dat u gitaar gaat leren spelen. Aanvankelijk gaat u met grote stappen vooruit en zijn uw familieleden onder de indruk van uw muzikale prestaties (dit wordt in het A-gedeelte van de figuur weergegeven). Maar naarmate de tijd vordert, merkt u dat uw stappen voorwaarts steeds kleiner en kleiner worden en dat terwijl u minstens zo veel oefent als tevoren. Dit

wordt geïllustreerd door bijvoorbeeld het B- en C-gedeelte van de figuur. Het is met name in deze fasen dat de meesten van ons de gitaar in de hoek zullen gooien en denken dat we toch niet het talent hebben om ooit een Paco Peña of een Jimmy Hendrix te worden. Of dat we, zonder namen te noemen, misschien onze toevlucht zoeken in de wetenschap om een verklaring te vinden voor ons eigen falen. Maar misschien hebben we de hoop toch iets te snel laten varen en hadden we toch een muzikale carrière kunnen hebben – tenminste dat is de hoop die de deliberate practice theorie ons geeft. Zoals gezegd richt deze theorie zich met name op de kwaliteit van de oefening. Wanneer deze namelijk niet goed is, kun je letterlijk oefenen tot je een ons weegt zonder dat je ooit wezenlijk vooruitgang boekt.

Ik zal een aantal belangrijke elementen van de deliberate practice (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993) opnoemen, die misschien vrij triviaal overkomen, maar dat zeker niet zijn:

- *Er moet duidelijk omschreven zijn wat er geleerd moet worden.*
- *De trainings- of oefentaken moeten aansluiten op het niveau van de lerende.* Dat wil zeggen, de taak moet niet te gemakkelijk zijn, want anders valt er niet meer veel te leren. En ook niet te moeilijk zijn, want dan raakt de lerende gefrustreerd.
- *Er moeten mogelijkheden zijn voor herhaling.* Dit lijkt vanzelfsprekend, maar vaak wordt de lerende geen tweede of derde kans geboden iets te leren. Ik herinner me nog mijn autorijlessen en dat inparkeren niet mijn sterkste punt was. Als de instructeur mij vroeg de auto in te parkeren en ik vervolgens de auto in een voortuintje van een huis parkeerde, was er daarna geen gelegenheid meer deze truc over te doen, maar dan meer succesvol.
- *Fouten moeten gemaakt en gecorrigeerd kunnen worden.* In het verlengde van het vorige punt, is het belangrijk dat er fouten gemaakt mogen worden zonder dat dit vervelende consequenties heeft.

- *Er moet sprake zijn van goede feedback.* Misschien het belangrijkste element is dat er feedback gegeven wordt, zodat de lerende zich bewust is van alle fouten die gemaakt zijn en hoe deze aangepakt kunnen worden. In het ideale geval wordt deze feedback door een ervaren coach gegeven.

Samengevat is deliberate practice een vorm van oefening waarbij de lerende gedwongen wordt telkens de lat iets hoger te leggen en waarbij zeer reflectief wordt omgegaan met de taak die dient te worden uitgevoerd. Het is een voortdurende confrontatie met de eigen beperkingen. Er wordt telkens gezocht hoe een taak anders en beter kan worden uitgevoerd – men is in feite nooit tevreden over het behaalde resultaat.

Centraal in de deliberate practice opvatting staat de “monotonic benefits assumption”, die zegt dat het niveau dat iemand bereikt heeft, verklaard kan worden door de hoeveelheid deliberate practice (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993). Maar let wel, om de top in een bepaald domein te bereiken moet

men wel bereid zijn iedere dag urenlang op deze wijze te oefenen voor een periode van tenminste tien jaar. Deze tien-jaar regel van Simon en Chase (1973) is in zeer uiteenlopende domeinen aangetoond (van schakers tot artsen; zie Bloom, 1985a). Er zijn vrijwel geen voorbeelden bekend van mensen die de top bereikt hebben in een domein, zonder tien jaar lang met iets geoefend te hebben. Dat zal ook gelden voor Aimi Kobyashi die weliswaar voor haar leeftijd ontzettend goed piano speelt, maar lang niet het niveau heeft bereikt van een toppianist. Deze tien-jaar regel gold ook voor een overbekend wonderkind als Wolfgang Amadeus Mozart, waarvan ook werd beweerd dat hij op zeer jonge leeftijd uitstekend kon spelen en componeren. We weten echter ook dat als Mozart bijvoorbeeld op vijftienjarige leeftijd was gestopt met componeren, dat tegenwoordig niemand zou weten wie hij was. De composities die de tand des tijds hebben doorstaan, heeft hij pas op latere leeftijd geschreven. Dat brengt me meteen op een ander punt dat het

onderzoek naar de ontwikkeling van expertise bemoeilijkt. Er zijn namelijk ontzettend veel anekdotes in omloop over met name de jeugdijaren van mensen die uitzonderlijk presteren. Het probleem is dat die anekdotes vaak niet belangeloos door familieleden worden verteld en in de meeste gevallen niet meer verifieerbaar zijn (Howe, 1999). Ik zal u aan het eind van mijn oratie nog een voorbeeldje geven dat dit punt hopelijk op overtuigende wijze illustreert.

12

De vraag dringt zich nu op welke bewijzen we hebben voor het belang van deliberate practice bij het leveren van topprestaties. Een belangrijke bron van informatie zijn natuurlijk die mensen die topprestaties leveren. Een van die toppers is Garry Kasparov die nog niet zo lang geleden gestopt is met schaken, nadat hij deze sport voor een periode van meer dan twintig jaar gedomineerd heeft. Ik geef u een Engelse transcriptie van een interview met Kasparov door het Amerikaanse radiostation WNYC, waarin u de elementen van deliberate practice ziet terugkomen:

**Kasparov:** *I was on top of the world for twenty years because I was very good, even relentless in challenging my own success.*

**Interviewer:** *Did you go over all your games? The one you succeeded and the ones you failed?*

**Kasparov:** *Absolutely! Because even the games I won always contained mistakes, inaccuracies. It is inevitable. I can hardly imagine one brilliant game with no mistakes.*

**Interviewer:** *But the trick is noticing when the other guy makes a mistake.*

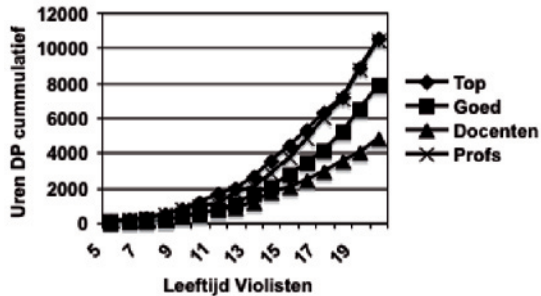
**Kasparov:** *Absolutely. If I won, most likely because the opponent made the last mistake. But, he made the last mistake, and he is definitely analyzing the game, and he will find what I did wrong in the previous stage of the game. So, what is important is to find it first, and to make sure that next time when he is trying to surprise me with something, I will be one step ahead.*

Een belangrijk aspect in zijn verhaal is dat hij al zijn partijen analyseert, omdat er altijd foutjes in zitten, die hij er moet uithalen, want anders doen zijn tegenstanders dat wel, met alle gevolgen van dien. Dit voorbeeld geeft ook aan waar een belangrijk verschil zit met mindere goden in het schaakspel. De meeste spelers zullen hun partij niet nog eens naspelen en zeker niet als ze een partij gewonnen hebben. In plaats daarvan spelen ze de ene partij na de andere en maken ze waarschijnlijk regelmatig dezelfde fouten. Kijkt u maar eens op schaaksites op internet waar vele schakers tientallen snelschaakpartijen op een avond spelen, zonder dat er ook maar enig moment wordt teruggekeken op de gespeelde partij. Wat echter een speler die wel zijn spel wil verbeteren moet doen, is inderdaad de partij naspelen – eventueel met hulp van een schaakprogramma – en bij iedere zet zich afvragen wat had ik en wat had mijn tegenstander anders moeten doen. Maar ook het naspelen van partijen van schaakgrootmeesters en proberen te begrijpen wat

de afwegingen zijn geweest bij iedere gespeelde zet, is erg belangrijk. Alleen zo breng je je schaakniveau op een hoger plan, maar dat is natuurlijk iets waar de meesten onder ons voor terugschrikken, of misschien gewoon geen zin in hebben. En dat is ook vaak geen probleem, want per slot van rekening schaken veel mensen voor hun plezier en hebben geen ambitie een tweede Kasparov te worden. Dit geldt natuurlijk niet alleen voor het schaken maar voor vrijwel alle activiteiten die we in onze vrije tijd doen.

Een klassiek voorbeeld, zowel letterlijk als figuurlijk, dat het belang van deliberate practice ondersteunt, is een studie die Ericsson heeft uitgevoerd op een conservatorium in Berlijn in de jaren negentig (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993). Hij vroeg hij de professoren op deze school hun vioolstudenten op basis van hun talent onder te verdelen in drie categorieën:

- De topviolisten van de opleiding. Dit waren de musici die grote kans hadden op een internationale carrière als solist.
- Goede violisten die een carrière konden maken in een orkest, maar niet als solist.
- Violisten die studeerden om muziekdocent te worden en het minst hoge niveau hadden.



Aan deze studenten werden vragenlijsten voorgelegd, met hen werden interviews gehouden en ze moesten een dagboek bijhouden waarin ze verslag deden van

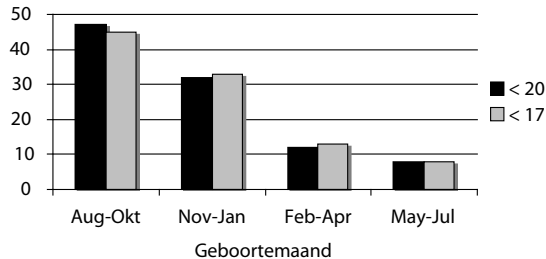
hun oefenactiviteiten. De meest interessante uitkomst van zijn onderzoek wordt in de figuur weergegeven en heeft betrekking op het aantal uur dat studenten over de jaren heen aan deliberate practice besteed hebben. Uit deze figuur blijkt dat de beste violisten ook de violisten zijn die het meest geoefend hebben. Bijna 6000 uur langer dan de studenten die een loopbaan als docent ambiëren. Verder blijkt dat wanneer je de prestaties van de beste studenten vergelijkt met die van professionele musici (van musici die dus reeds de top bereikt hebben) dat deze twee lijnen vrijwel samenvallen. Ericsson laat met deze studie zien dat de mensen die als meest talentvol worden gezien, ook de mensen zijn die de meeste tijd in hun instrument hebben gestoken. Deze bevinding is moeilijk te rijmen met de talentopvatting, omdat je dan eerder zou verwachten dat er weinig tijdsverschillen zouden bestaan tussen musici op een conservatorium terwijl er toch duidelijke verschillen zijn in prestaties. Dit onderzoek van Ericsson, wijst ook nog op een ander probleem bij

het identificeren van talent, hetgeen ik *de optische illusie van talent* noem. De professoren van deze opleiding zullen zich waarschijnlijk niet bewust zijn geweest van deze grote verschillen in tijdsinvestering tussen hun studenten toen ze een onderscheid moesten maken tussen talentvolle en talentloze musici. Hetzelfde probleem hebt u gehad toen ik u vroeg de vraag te beantwoorden over de jonge Aimi Kobyashi. U heeft deze vraag moeten beantwoorden zonder dat u precies wist hoeveel tijd dit meisje onder begeleiding van

ervaren muziekpedagogen heeft doorgebracht. Als u dat zou weten, zoals u dat nu van de Berlijnse violisten weet, zou u misschien de vraag al iets anders beoordelen. We hebben dus vaak niet alleen een gebrek aan goede criteria maar ook onvoldoende informatie om prestaties op hun waarde te schatten.

Dit punt wordt ook geïllustreerd door een fenomeen dat het "Relative Age Effect" of "Birth date" effect is gaan heten in de literatuur. Hier zit een aardige anekdote aan vast (Gladwell, 2008). Het Canadese onderzoekspaar Roger en Paula Barnsley zaten met hun zonen naar een ijshockeywedstrijd te kijken, toen Paula Barnsley in het programmaboekje iets vreemds opviel. De meeste spelers waren geboren in het eerste kwartaal van het jaar. Zoals het goede onderzoekers betaamt, gingen zij dit fenomeen verder onderzoeken en wat bleek: 40% van de elitespelers in Canada was geboren in de periode tussen januari en maart en maar 10% in de periode oktober-december (Barnsley, Thompson, & Barnsley, 1985). Nu zullen de Steenbok-

WK 1989 voor Junioren



ken, de Watermannen en Vissen waarschijnlijk altijd al geweten hebben dat ze iets bijzonders zijn, maar toch schiet een astrologische verklaring hier te kort.

Bij het voetbal zie je namelijk precies hetzelfde, maar dan niet in het eerste kwartaal van het jaar maar in de periode augustus tot oktober (Barnsley, Thompson, & Legault, 1992). Bijna de helft van de spelers van het junioren wereldkampioenschap (tot 17 en tot 20 jaar) is geboren in dit kwartaal en minder dan 10% in de periode mei tot en met juli (zie figuur). Hoe kan dit merkwaardige fenomeen worden verklaard? De verklaring dient gezocht te worden in de wijze waarop we in het verleden onze teams samenstelden. Bij ijs-hockey worden kinderen die geboren zijn in de maand januari in hetzelfde team gezet als kinderen die geboren zijn in de maand december. Dat betekent dat kinderen die in december jarig zijn, bijna een jaar jonger zijn dan kinderen die in januari jarig zijn. Nu zou dat weinig verschil uitmaken op volwassen leeftijd, maar als men uitgaat van een kind dat in januari al zes jaar

oud is geworden ten opzichte van een vijfjarig kind dat pas aan het einde van het jaar zes wordt, dan zijn de fysieke verschillen duidelijk zichtbaar. Dat wil zeggen, als gevolg van natuurlijke ontwikkeling is het kind dat aan het begin van het jaar jarig is, is over het algemeen sterker, sneller en behendiger dan het kind dat aan het eind van het jaar zijn verjaardag viert. Voor voetbal geldt precies hetzelfde, maar daar vond de indeling plaats vanaf augustus. Dus de kinderen die in augustus jarig zijn, zijn in het voordeel ten opzichte van teamgenoten die pas een jaar later in juli hun verjaardag vieren. Coaches die zich hiervan niet bewust zijn, zullen dus die kinderen als talentvol aanwijzen die feitelijk alleen maar ouder en dus meer ontwikkeld zijn dan de andere kinderen. Het opmerkelijke van dit fenomeen is dat het blijkbaar zo lang doorwerkt – tot op professioneel niveau. In feite hebben we hier dus te maken met een self-fulfilling prophecy. Dat wil zeggen, omdat kinderen als talentvol worden geïdentificeerd, worden ze in hogere teams geplaatst, krijgen ze meer



en betere trainingsmogelijkheden onder leiding van betere coaches. Hierdoor gaan ze dus nog beter voetballen of ijshockeyen en lijkt dus hun talent te worden bevestigd. De invloed van “self-fulfilling prophecies” blijft overigens niet beperkt tot de sport, maar is ook in het onderwijs merkbaar. De Harvard-professor Robert Rosenthal en schooldirecteur Lenore Jacobson hebben al eind jaren zestig laten zien dat de opvattingen die een docent heeft over een leerling mede bepalend zijn voor hoe succesvol een leerling is op school (Rosenthal & Jacobson, 1968, 1992).

Misschien wel het meest overtuigende bewijs voor de invloed van oefening, of beter gezegd, deliberate practice, op het leveren van topprestaties, is de ontwikkeling van records over de jaren heen. Je kunt echter niet zondermeer de prestaties die nu geleverd worden met die van tien jaar of langer geleden vergelijken. We kunnen dus niet de prestaties van Ard Schenk, op een buitenbaan met wollen schaatsmuts en noren, vergelijken met die van Sven Kramer op een

binnenbaan met klapschaats en een aërodynamisch pak. Niettemin zijn er vele sporten waar dat iets gemakkelijker kan. Denk bijvoorbeeld aan de verschillende disciplines binnen de atletiek (zoals de 100 meter sprint of de marathon) waar vergeleken met vroeger relatief weinig veranderingen hebben plaatsgevonden. Of aan de zwemsport waar weliswaar de laatste jaren de speciale zwempakken in opkomst zijn, maar waar de impact van deze veranderingen niet alleen recent maar ook relatief gering is.

Als we een blik werpen op de zwemrecords van de afgelopen honderd jaar dan zien we dat er een enorme vooruitgang is geboekt. In de tabel ziet u de ontwikkeling van de tijden gezwommen op de 100 meter vrije slag tijdens de Olympische Spelen. Om de invloed van speciale zwempakken te beperken en om chauvinistische redenen, ben ik bij de Spelen van 2000 gestopt met het overzicht. Ik laat bovendien het record uit 1896 van de Hongaar Afréd Hajós even buiten beschouwing, want de tijd die hij heeft gezwommen was in open wa-

<b>Tijd</b>	<b>Naam</b>	<b>Land</b>	<b>Datum</b>	<b>Plaats</b>
47.84	Pieter VAN DEN HOOGENBAND	NED	19-09-2000	Sydney, AUS
48.18	Michael KLIM	AUS	16-09-2000	Sydney, AUS
48.63	Matt BIONDI	USA	22-09-1988	Seoul, KOR
49.04	Matt BIONDI	USA	22-09-1988	Seoul, KOR
49.80	Rowdy GAINES	USA	31-07-1984	Los Angeles, CA, USA
49.99	Jim MONTGOMERY	USA	25-07-1976	Montreal, CAN
50.39	Jim MONTGOMERY	USA	24-07-1976	Montreal, CAN
51.22	Mark SPITZ	USA	03-09-1972	Munich, FRG
52.26	Vladimir BURE	URS	28-08-1972	Munich, FRG
52.2	Mike WENDEN	AUS	19-10-1968	Mexico City, MEX
52.9	Steve CLARK	USA	14-10-1964	Tokyo, JPN
53.4	Don SCHOLLANDER	USA	12-10-1964	Tokyo, JPN
53.9	Gary ILMAN	USA	11-10-1964	Tokyo, JPN
54.0	Gary ILMAN	USA	11-10-1964	Tokyo, JPN
55.2	Lance LARSON	USA	26-08-1960	Rome, ITA
55.2	John DEVITT	AUS	26-08-1960	Rome, ITA
55.4	Jon HENRICKS	AUS	30-11-1956	Melbourne, AUS
55.7	Jon HENRICKS	AUS	29-11-1956	Melbourne, AUS
56.8	L. REID PATTERSON	USA	29-11-1956	Melbourne, AUS
57.1	Clarke SCHOLES	USA	26-07-1952	Helsinki, FIN
57.3	Walter RIS	USA	31-07-1948	London, ENG
57.5	Masaharu TAGUCHI	JPN	08-08-1936	Berlin, GER
58.0	Yasuji MIYAZAKI	JPN	06-08-1932	Los Angeles, CA, USA
58.6	Johnny WEISSMULLER	USA	10-08-1928	Amsterdam, NED
59.0	Johnny WEISSMULLER	USA	20-07-1924	Paris, FRA
1:00.8	Johnny WEISSMULLER	USA	19-07-1924	Paris, FRA
1:01.4	Duke Paoa KAHANAMOKU	USA	23-08-1920	Antwerp, BEL
1:01.8	Duke Paoa KAHANAMOKU	USA	22-08-1920	Antwerp, BEL
1:02.4	Duke Paoa KAHANAMOKU	USA	09-07-1912	Stockholm, SWE
1:02.6	Duke Paoa KAHANAMOKU	USA	06-07-1912	Stockholm, SWE
1:05.6	Charles DANIELS	USA	20-07-1908	London, ENG
1:05.8	Charles DANIELS	USA	17-07-1908	London, ENG
1:22.2	Alfréd HAJÓS	HUN	11-04-1896	Athens, GRE

ter en niet in een zwembad. Dit betekent dat er in een periode van ongeveer 100 jaar bijna 20 seconden van dit record is afgegaan, zonder dat er sprake is van wezenlijke veranderingen in de zwemsport.

Als dus de legendarische zwemmer Johnny Weissmüller, die de ouderen onder u nog kennen als Tarzan uit de films van de jaren dertig en veertig, het moest opnemen tegen Pieter van den Hoogenband dan tikte Tarzan tien seconden later aan dan Pieter. Het imago van Tarzan loopt nog een deuk op als we hem vergelijken met de prestaties van Inge de Bruin in 2000. Ook zij zou met haar tijd van 53.77 seconden de “Lord of the jungle” ruim achter zich laten. Het wordt echter nog erger, als u zich realiseert dat vele serieuze amateurs van vandaag net zo snel of zelfs sneller zijn dan vele gouden medaillewinnaars uit het verleden. Met andere woorden, de talenten van gisteren zijn de amateurs van vandaag. De verklaring van deze grote verschillen in prestaties moet worden gezocht in de kwaliteit en de kwantiteit van de trainingen. Het

moge duidelijk zijn dat ook een genetische verklaring hier minder waarschijnlijk is, aangezien een mens die minder dan honderd jaar geleden geleefd heeft genetisch niet anders is dan een mens van tegenwoordig. En al zeker niet als u zich realiseert dat een reus van een man als Johnny Weissmüller qua bouw niet onder doet voor Pieter van den Hoogenband. Je ziet dit fenomeen overigens niet alleen in de sport, maar ook in de muziek. Muziekstukken voor viool die in het verleden als onspeelbaar werden beschouwd, of waren voorbehouden aan een uitzonderlijk genie als Paganini, behoren tegenwoordig tot het standaardrepertoire van studenten op een conservatorium (Lehmann & Gruber, 2006).

Een laatste voorbeeld dat ik u wil laten zien over de grote invloed die training heeft op ons prestatieniveau, heeft betrekking op rekenwonders. U kent ze wel, mensen die in staat zijn zonder rekenmachine de meest complexe berekeningen kunnen uitvoeren. Een van deze rekenwonders is Rüdiger Gamm

uit Duitsland. In de jaren negentig brak hij door met een optreden bij het populaire Duitse televisieprogramma "Wetten, Dass..?", waar hij uit het hoofd de meest complexe berekeningen wist uit te voeren en natuurlijk ook de weddenschap wist te winnen. Rüdiger Gamm was overigens een slechte leerling op zijn "Realschule" (zeg maar een soort VMBO-opleiding) en zijn prestaties voor de vakken wiskunde en natuurkunde waren zeer belabberd. Een paar weken nadat hij zijn opleiding met horten en stoten had afgerond, las hij vreemd genoeg een wiskundeboekje waarin de kwadraten van 1 tot en met 99 stonden vermeld. Hij had blijkbaar iets te veel vrije tijd na zijn schoolloopbaan, want hij besloot deze kwadraten uit het hoofd te leren. Hij vond dit blijkbaar zo leuk, dat hij onder andere ook priemgetallen en de wortel van tweecijferige getallen uit zijn hoofd ging leren. In het begin besteedde hij een uurtje per dag hieraan, maar nadat mensen onder de indruk waren van zijn rekenkunsten is dit opgelopen tot vier uur per dag. Ogenscheinlijk

zonder veel moeite berekent hij de honderdste macht van een tweecijferig getal en heeft hij bij benadering nu zo'n 250000 getallen uit zijn hoofd geleerd (Butterworth, 2001; Gamm & Ehlert, 2008).

Laten we even kijken of er ook in u een Rüdiger Gamm schuilt. Probeert u maar eens de volgende vermenigvuldigingen op te lossen. Hoeveel is  $638 \times 823$  en hoeveel is  $7286 \times 5397$ ? Als u een rekenwonder bent, dan kunt u de eerste opgave binnen tien seconden oplossen. Ik zal u echter niet onnodig kwellen en u meteen de uitkomst geven: 525.074 en 39.322.542. U zult begrijpen dat de tweede opgave aanzienlijk moeilijker is op te lossen dan de eerste en dat de meeste mensen deze opgaven niet zonder pen en papier kunnen oplossen. En dan bestaat er nog steeds het gevaar dat ze een fout maken in hun berekening. Deze opgaven zijn overigens meer dan 100 jaar geleden door de bekende psycholoog en grondlegger van de intelligentietest Alfred Binet (1894) voorgelegd aan studenten en aan een aantal rekengenieurs met de illustere namen

Inaudi en Diamandi. Het zal u weinig verbazen als ik u vertel dat deze rekenmeesters het aanzienlijk beter en sneller deden dan de studenten. Maar ook tussen de rekenmeesters waren er duidelijke verschillen, want Inaudi (met 6,4 seconden voor de eerste opgave en 21 seconden voor de tweede) was aanzienlijk sneller dan Diamandi (met respectievelijk 56 en 127 seconden). Het verschil komt met name naar voren bij de tweede opgave. Ik zou u dit voorbeeld niet gegeven hebben als het verhaal hier zou eindigen, want er deed nog een derde groep mee aan het onderzoek van Binet: de caissières van het beroemde Parijse warenhuis "Le Bon Marché". Tot ieders verbazing en misschien wel ontzetting, moest geconstateerd worden dat de titel rekenwonder moest worden toegekend aan een caissière want zij loste de opgaven sneller op dan de mannen die hun brood verdienden met hun rekenkunsten. Voor de eerste opgave had zij maar 4 seconden nodig en voor de tweede maar 13 seconden! Het is misschien een vreemd gegeven dat een caissière zonder

veel opleiding genoten te hebben het beter doet dan iemand die wel goed geschoold is. Toch is de uitkomst van dit onderzoek gemakkelijk te interpreteren als u bedenkt dat de caissières uit de 19<sup>de</sup> eeuw vrijwel alle berekeningen uit hun hoofd moesten doen. Er was immers nog geen sprake van kassa's of rekenmachines. De hele dag door waren deze dames uit hun hoofd berekeningen aan het doen met als gevolg dat ze hierin uiterst getraind waren – beter getraind dan de vooraanstaande rekenwonders uit die tijd. De moraal van dit verhaal is dus, als u de volgende keer bij Albert Heijn wederom van mening bent dat de caissière u te veel heeft aangerekend, denkt u dan nog maar eens terug aan de rekengenieën van "Le Bon Marché"!

## TOT SLOT

22

De opvatting dat een individu talent moet hebben om in een bepaald domein te excelleren, is in onze samenleving diep geworteld en ik heb niet de illusie dat ik met mijn oratie van vandaag de meeste aanwezigen op andere gedachten heb kunnen brengen. Niettemin moeten we ons realiseren dat er bepaalde risico's zijn verbonden aan dit talentdenken. Op dit moment weten we immers nog te weinig over wat talent precies inhoudt en als het dan al bestaat, hoe het op een betrouwbare wijze kan worden vastgesteld. Voor het identificeren van talent hebben we duidelijke criteria nodig en tot op de dag van vandaag hebben we deze niet en is het vaak de willekeur van een individu die bepaalt wie talent heeft en wie niet. Dat dit vaak niet goed gaat, hebben we gezien bij het "relative age effect" en de te kleine hoogspringer Stefan Holm. De laatstgenoemde heeft zich gelukkig hierover heen weten te zetten en zich niet laten ontmoedigen, maar

dat geldt misschien niet voor die vele leerlingen op basis- en middelbare scholen die van hun docenten te horen krijgen dat ze voor bepaalde vakken geen aanleg hebben. De invloed hiervan heeft onder andere het onderzoek van Rosenthal en Jacobson (1968, 1992) ons al duidelijk gemaakt.

De hardnekkigheid van het talentdenken in onze maatschappij heeft te maken met het gegeven dat het ook vele aantrekkelijke kanten heeft. Het hebben van een talent betekent immers dat je over iets beschikt waar anderen niet over beschikken, waardoor je een uniek mens bent. Zoiets wil je niet reduceren tot iets banaals als hard werken. Van de andere kant is het talentdenken ook erg handig, omdat het de trainer of leraar in een bepaald opzicht vrijwaart van slechte prestaties van een pupil. Dit kind heeft immers geen talent – kan ik niks aan doen. Maar ook voor het individu is

het vaak gemakkelijk, omdat je dan zelf niet kunt worden aangesproken op je slechte prestaties.

Hoewel men kan argumenteren dat er ruimte is voor talent bij het leveren van topprestaties, ben ik ervan overtuigd dat talent geen rol speelt bij de meeste activiteiten in onze maatschappij. Met andere woorden u had misschien geen Nobelprijs in de geneeskunde kunnen winnen, maar u had misschien wel die arts kunnen worden waarvan u van droomde toen u kind was. Maar zoals wel duidelijk is geworden, de weg naar dit succes zal niet gemakkelijk zijn geweest. U had bereid moeten zijn om vele jaren lang intensief te trainen en uw sociale leven op een lager pitje te zetten. U had dan net als Holm de vele critici links moeten laten liggen en u volledig moeten storten op die ene droom. Maar wie weet, misschien is het nog niet te laat...

Voordat ik mijn dankwoord ga uitspreken, wil ik u nog even iets meegeven, een zogenaamde *take home message*. Dit is een gewoonte die ik in de Verenigde Staten heb overgenomen tijdens mijn sabbatical. Mijn take home message luidt:

*De overtuigingskracht van een anekdote staat in geen enkele verhouding tot haar waarheidsgehalte.*

Met andere woorden, als u zodadelijk tijdens de receptie in contact komt met mijn familieleden en u komt geheel toevallig te spreken over mijn rijke verleden, gelooft u hen a.u.b. niet en al zeker niet als het om mijn heldenverhalen gaat, want anders heb ik hier mijn hele oratie voor niks gehouden! Om mijn waarschuwing kracht bij te zetten, wil ik u een deel van een emailbericht voorlezen van een familielid die vandaag helaas niet aanwezig kan zijn – anders zou ik het natuurlijk niet durven voor te lezen. Voordat ik het bericht voorlees, moet ik u eerst nog vertellen dat

ik in een grijs verleden schaak heb gespeeld en niet geheel onverdienstelijk als ik dat zo mag zeggen. Ambities om erg goed in het spelletje te worden, heb ik echter nooit gehad, want als kind was me al duidelijk dat er geen droog brood mee te verdienen was. Om kort te gaan, ik was een aardige speler, maar niet meer dan dat. Nu naar het emailbericht van mijn familielid die zich dus voor vandaag heeft afgemeld (en hopelijk niet van gedachten is veranderd). Het bericht is in het dialect geschreven, maar aangezien de Limburgers hier in de zaal in de meerderheid zijn, durf ik het onvertaald voor te lezen. Als u het niet kunt volgen, gelieve een van de Limburgers tijdens de receptie te vragen voor een vertaling, zolang deze, zoals gezegd, geen familieleden zijn. Deze anekdote betreft een voorval van zo'n 25 jaar geleden en ligt dus nog vers in het collectieve familiegeheugen:

*“Remy, lech kin miech nog goot herinnere dat veer uns un pötsje geschaak höbbe bij diech toes en dat ste halverweege ut speul messchien wel 10 of miejer zette terruk gings um miech te loate zien wat iech eigenlijk had motte doen. Toen dag iech, dee Remy weurt nog uns professor, en zuuch!!!”*



## DANKWOORD

*Meneer de rector, geachte toehoorders, graag wil ik afsluiten met een verkort dankwoord.*

Ik heb een lange weg moeten afleggen om hier te mogen staan. En was het niet vanwege die paar mensen die op een cruciaal moment mijn levenspad hebben gekruist, dan weet ik zeker dat u vanmiddag iets anders had gedaan. Mijn verhaal over talent ging over de onbegrensde toewijding van een individu om succesvol te worden in een bepaald domein. Mijn verhaal ging ook over de belangrijke rol die familie, vrienden en collega's daarbij spelen. Zonder hen en natuurlijk een dosis geluk had ook ik hier niet gestaan.

Ik had hier met name niet gestaan, wanneer ik op de lagere school niet mijn schaacleraar Nico Hougardy had ontmoet. Hoewel hij het zich nooit heeft gerealiseerd en ik het hem nooit heb verteld, heeft hij een

doorslaggevende rol gespeeld in mijn leven. Als hij de dromerige leerling die ik was niet had wakker geschud, stond ik hier niet.

Ik stond hier zeker niet als ik Henk Schmidt niet had ontmoet. Zijn onbegrensd vertrouwen in mij, zijn onuitputtelijk enthousiasme, zijn optimisme en met name zijn vriendschap hebben mij gevormd. Ik hoop dat we nog vele jaren kunnen samenwerken en mooie studies kunnen opzetten.

Een andere belangrijke leermeester in mijn leven, én die het zich waarschijnlijk niet realiseert, is Fred Paas. Zonder zijn vlijmscherpe analyses van mijn gedachte-spinsels, en met name zijn "waarom?", "hoezo?" had ik me aanzienlijk minder snel kunnen ontwikkelen.

Ik ben ook veel dank verschuldigd aan Henk van der Molen, die onder andere een belangrijke rol heeft gespeeld bij het realiseren van deze leerstoel.

En ook de collega's van het eerste uur, Wilco, Anique, Gino, Peter, en Marja die allen door onze Maastrichtse collega's officieel voor gek zijn verklaard toen we vanuit het Bourgondische zuiden, naar de "Hollanders" gingen. Maar we hebben gelijk gekregen en kunnen terugkijken op een geslaagd experiment waar we ongelofelijk trots op mogen zijn.

Els Boshuizen dank dat je me tijdens de eerste jaren van mijn loopbaan de juiste weg hebt gewezen.

Mijn promovendi, zowel binnen als buiten de EUR, dank voor jullie creativiteit en gedrevenheid. Er zijn mooie dingen uit voortgevloeid.

Mijn collega's van O&O met wie ik de afgelopen jaren plezierig heb mogen samenwerken ben ik dankbaar voor hun inzet en vertrouwen en ik verheug me reeds op nog meer productieve jaren.

Mijn ouders en Jolanda en René, het is moeilijk onder woorden te brengen hoeveel dank ik jullie verschuldigd ben. Ik weet dat de afstand tussen ons wat groter is geworden sedert mijn vertrek naar Rotterdam, maar jullie zijn in mijn gedachten iedere dag bij me.

Ook de ouders van Sofie en haar broer Guy ben ik veel dank verschuldigd. Het warme nest waar ik in terecht ben gekomen, geaccepteerd vanaf het eerste moment, maken me een zeer fortuinlijk mens.

Sofie, jij hebt het verschil gemaakt in mijn leven. De afgelopen jaren die ik met je heb mogen delen zijn de

gelukkigste uit mijn leven en ik ben met name blij dat ik je vanaf augustus mijn vrouw mag noemen. Ik kijk erg vooruit naar onze gezamenlijke toekomst.

And last but certainly not least, dear Patricia, the fact that you came all the way from the States to be present at this ceremony, touches me deeply. Sofie and I had a great time during our stay in College Park and in this pleasant memory you play a very important role. Thank you so much!

*Familie, vrienden en collega's, hartelijk dank voor uw komst!*

**Ik heb gezegd.**

## REFERENTIELIJST

28

Barnsley, R.H., Thompson, A.H., Barnsley, P.E. (1985). Hockey success and birth-date: The relative age effect. *Journal of the Canadian Association for Health, Physical Education, and Recreation*, 51, 23-28.

Barnsley, R.H., Thompson, A.H., Legault, P. (1992). Family planning: Football style, the relative age effect in football. *International Review for the Sociology of Sport*, 27(1), 77-88.

Binet, A. (1894). *Psychologie des grands calculateurs et joueurs d' échecs*. Paris: Hachette.

Bloom, B.S. (Ed.). (1985a). *Developing Talent in Young People*. New York: Ballantine Books.

Bloom, B.S. (1985b). Generalisations about talent development. In *Developing Talent in Young People* (edited by B.S. Bloom), pp. 507-549. New York: Ballantine Books.

Butterworth, B. (2001) What makes a prodigy? *Nature Neuroscience*, 4(1), 11-12 .

Ericsson, K. A. (Ed.) (1996). The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games. Mahweh, NJ: Erlbaum.

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

Gamm, R., & Ehlert, A. (2008). Train your brain: Die Erfolgsgeheimnisse eines Gedächtniskünstlers. München: Wilhelm Heyne Verlag.

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

Howe, J.A. (1999). *Genius Explained*. Cambridge: Cambridge University Press.

Howe, M. J. A., Davidson, J. W., & Sloboda, J. A. (1998). Innate talents: Reality or myth? *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 399-442.

Jol, C. (2001). Ongelijke schoolsuccessen. *Index*, 10, 5.

Jol, C. (2004). Nog steeds sterke invloed opleiding ouders op schoolkeuze kinderen, *Jaarboek Onderwijs in cijfers 2005*, 209-214.

Lehmann, A. C., Gruber, H. (2006). Music. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich & R. R. Hoffman (Eds.). *Handbook on expertise and expert performance* (pp. 457-470). Cambridge: Cambridge University Press.

McGinnis, P.M. (2005). *Biomechanics of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics Publisher.

Newell, A., & Rosenbloom, P.S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition*, pp. 1-51. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Rosenthal, R. & Jacobson, L. (1968). *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupils' intellectual development*. New York: Rinehart and Winston.

Rosenthal, R. & Jacobson, L. (1992). *Pygmalion in the classroom*. Expanded edition. New York: Irvington.

Simon, H.A., & Chase, W.G. (1973). Skill in chess. *American Scientist*, 61, 394-403.