



Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC (www.nioc.nl) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website www.nioc.nl ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op www.nioc2025.nl voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden_nieuwsbrief

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga kennisbank@nioc.nl.

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

De invloed van instructiestrategieën en persoonlijkheidskenmerken op het leren probleemoplossen met SQL

E.M.A.G. van Dijk
Universiteit Twente
Postbus 217
7500 AE Enschede

Samenvatting

Vergeleken worden de effecten van twee probleemoplossingmethoden (top-down en bottom-up) op de resultaten van leerlingen bij het bevragen van databases met SQL. Gerapporteerd wordt ook over de interactie tussen deze probleemoplossingmethoden en een aantal persoonlijkheidskenmerken.

1 Inleiding

In het programmeeronderwijs wordt er in toenemende mate vanuit gegaan dat bij het leren programmeren het systematisch probleemoplossen een meer centrale plaats dient in te nemen dan het aanleren van taalelementen van een specifieke programmeertaal. Daartoe krijgen op steeds meer scholen leerlingen les in gestructureerd programmeren. Heel in het algemeen wordt onder gestructureerd programmeren verstaan: het systematisch ontwerpen van een oplossing voor problemen volgens een vooraf omschreven methode. In dit artikel zal onder gestructureerd programmeren worden verstaan: het ontwerpen van een oplossing voor problemen volgens een methode die ook wel top-down, breadth-first ontwerp van een oplossing wordt genoemd (zie Jeffries e.a. 1981). Uitgangspunt bij deze methode is, dat een probleem wordt opgedeeld in deelproblemen. In iedere volgende stap in dit iteratieve probleemoplossingsproces worden de deelproblemen die het resultaat zijn van de vorige iteratiestap verder opgedeeld, waardoor de oplossing geleidelijk aan steeds gedetailleerder wordt omschreven (stapsgewijs verfijnen van de oplossing), terwijl toch steeds de oplossing van het totale probleem in het oog wordt gehouden. Verondersteld wordt dat het gebruik van deze methode het ontwerpen van een oplossing vereenvoudigt, omdat het werken met details uit de uiteindelijke oplossing zo lang mogelijk wordt uitgesteld. Bovendien zouden programma's die ontworpen zijn volgens deze methode goed leesbaar zijn en, indien

nodig, gemakkelijk te verbeteren en veranderen (zie Dahl e.a. 1972; Sime e.a. 1977). Hoewel deze veronderstellingen in het verleden nauwelijks berustten op empirisch onderzoek (zie Sheil 1981; Vessey e.a. 1984), wordt veelal aangenomen dat top-down programmaontwerp de veronderstelde voordelen heeft voor professionele programmeurs, die inmiddels dan ook op grote schaal werken volgens deze methode.

Genoemde voordelen zijn ongetwijfeld ook relevant voor beginnende programmeurs, aangezien onderzoek heeft uitgewezen dat veel fouten het gevolg zijn van overbelasting van het werkgeheugen tijdens het oplossingsproces (zie Anderson e.a. 1985). Ook produceren beginnende programmeurs vaak slecht gestructureerde en dus slecht leesbare programma's (zie Joni e.a. 1986), waarna ze door middel van trial and error foute programma's proberen te verbeteren (zie Pintrich e.a. 1987).

Toch is het niet vanzelfsprekend dat de invoering van de top-down methode in het programmeeronderwijs zal leiden tot verbetering van de resultaten van de leerlingen. Leerlingen hebben weliswaar de neiging om onmiddellijk één aspect van de probleemspecificatie te coderen, zonder eerst een idee te hebben hoe de ontwikkelde code past in de uiteindelijk oplossing (zie Dalbey e.a. 1986), maar het is de vraag of dergelijk gedrag binnen de kontekst van het programmeeronderwijs in het voortgezet onderwijs omgebogen kan worden. Het aanleren van de top-down methode voor het oplossen van problemen vereist veel oefening (zie Jeffries e.a. 1981). Het gebruik van de top-down methode zal dan ook niet vanaf het begin helpen bij het oplossen van problemen (zie Hoc 1983). Bovendien is het een open vraag of de voordelen van gestructureerd programmeren, zoals die verondersteld worden voor het programmeren in een imperatieve taal, op dezelfde manier en even sterk zullen gelden voor probleemoplossen in andere toepassingsgebieden.

Gestructureerd programmeren is in eerste instantie ontwikkeld als methode voor het programmeren in imperatieve talen. De hiervoor aangehaalde studies hebben dan ook grotendeels betrekking op imperatieve talen. In onderhavig onderzoek is echter gebruik gemaakt van de relationele databasevraagtaal SQL (Structured Query Language). Zie voor een uitgebreide toelichting van deze keuze Van Dijk e.a. (1989). We noemen hier kort de belangrijkste argumenten: het aantal syntactische elementen van SQL is zeer gering, terwijl bij het werken met SQL de manier waarop de computer gegevens opslaat en manipuleert volledig verborgen blijft, zodat het vereiste mentale model van de werking van de computer relatief eenvoudig is. Verder zullen in de toekomst naar verwachting alleen beroepsprogrammeurs nog programmeren in imperatieve

talen, terwijl SQL op steeds meer plaatsen gebruikt wordt. Ondanks de eenvoud van de syntax van de vraagtaal SQL, is voor het oplossen van realistische problemen met behulp van SQL een planmatige aanpak vereist (zie Remmen 1985; Reitsma 1985). Doordat weinig tijd nodig is voor het leren van de syntax van de taal, kan veel aandacht besteed worden aan het aanleren van methoden voor het systematisch oplossen van problemen.

In het onderhavige onderzoek worden de leeruitkomsten van leerlingen die les kregen volgens de top-down methode vergeleken met de leeruitkomsten van leerlingen die les kregen volgens een methode waarin delen van de oplossing steeds meteen tot op codeniveau worden uitgewerkt, voordat de oplossing van het gehele probleem wordt beschouwd. In het vervolg zullen we deze methode de bottom-up methode noemen.

Aangenomen mag worden dat leerlingen aan wie de top-down methode is aangeboden, problemen op een andere manier zullen benaderen dan leerlingen die volgens de bottom-up methode hebben leren werken. Uit ander onderzoek (zie o.a. De Leeuw 1979) blijkt echter dat het globale effect van aangeboden probleemoplosmethoden sterk beïnvloed kan worden door persoonlijkheidskenmerken van leerlingen. In dit artikel zal gerapporteerd worden over de interactie-effecten tussen leerlingkenmerken en gebruikte probleemoplosmethode. De volgende leerlingkenmerken worden besproken: impulsiviteit/reflectiviteit, veldafhankelijkheid/veldonafhankelijkheid en verbale intelligentie.

2 Persoonlijkheidskenmerken en verwachte interactie-effecten

De cognitieve stijl veldafhankelijkheid/veldonafhankelijkheid wordt vaak in verband gebracht met het vermogen zelf structuur aan te brengen in materiaal (zie Witkin e.a. 1971). Veldonafhankelijke personen zijn in staat zelfstandig hoofd- en bijzaken te onderscheiden, problemen te herstructureren en elementen uit probleemoplostaken te isoleren en op een andere manier te gebruiken. Veldafhankelijke personen zijn daarentegen sterk afhankelijk van de structuur die wordt aangeboden en hebben meer expliciete instructie in probleemoplosstrategieën nodig, waarin de door hen uit te voeren denkstappen bij voorkeur klein zijn (zie De Leeuw 1979).

Hoewel zowel in de top-down conditie als in de bottom-up conditie de probleemoplosstrategie expliciet werd onderwezen, zijn bij de bottom-up methode de denkstappen groter. In deze methode moeten eerst de verschillende delen van de oplossing worden geïsoleerd en later, nu volledig uitgewerkt, weer worden

gecombineerd tot één oplossing voor het probleem. Bij het vinden van de verschillende delen van de oplossing en bij het combineren van deze delen wordt geen hulp geboden in de vorm van tussenstappen. In de top-down methode daarentegen wordt het probleem stapsgewijs opgesplitst in deelproblemen, waarbij de samenhang tussen de deelproblemen steeds behouden blijft. Veldafhankelijke leerlingen zullen de grotere denkstappen uit de bottom-up methode minder goed kunnen uitvoeren dan veldonafhankelijke leerlingen. Op grond hiervan wordt verwacht dat

- (1a) veldafhankelijke leerlingen uit de top-down conditie beter zullen presteren dan veldafhankelijke leerlingen uit de bottom-up conditie
- (1b) tussen veldonafhankelijke leerlingen uit de top-down conditie en veldonafhankelijke leerlingen uit de bottom-up conditie wordt weinig of geen verschil in prestatie verwacht
- (1c) binnen de top-down conditie wordt weinig of geen verschil verwacht tussen veldafhankelijke en veldonafhankelijke leerlingen
- (1d) binnen de bottom-up conditie zullen veldonafhankelijke leerlingen beter presteren dan veldafhankelijke leerlingen.

De cognitieve stijl impulsiviteit/reflectiviteit wordt vaak in verband gebracht met de prestaties bij het oplossen van problemen waarvan de correcte oplossing niet onmiddellijk duidelijk is (zie Kagan 1965). Reflectieve personen vergaren bij het oplossen van problemen meer informatie op een meer systematische manier dan impulsieve personen en gebruiken meer tijd voor het tegen elkaar afwegen van mogelijke oplossingen (zie Messer 1976). Reflectieven presteren daardoor beter dan impulsieven bij taken waar probleemoplosvaardigheden een rol spelen, maar hebben meer tijd nodig.

Wat de interactie van reflectiviteit/impulsiviteit met top-down/bottom-up betreft, wordt verwacht dat voor impulsieve leerlingen de top-down methode beter zal zijn, doordat ze daar gedwongen worden op een meer systematische manier informatie te verzamelen. Voor reflectieve leerlingen wordt weinig verschil verwacht tussen top-down en bottom-up aangezien deze leerlingen ook in de bottom-up conditie veel tijd zullen besteden aan het systematisch verzamelen van informatie. De hypothesen luiden dus:

- (2a) impulsieve leerlingen uit de top-down conditie zullen beter presteren dan impulsieve leerlingen uit de bottom-up conditie
- (2b) tussen reflectieve leerlingen uit de top-down conditie en reflectieve leerlingen uit de bottom-up conditie wordt weinig of geen verschil in prestatie verwacht

- (2c) binnen de top-down conditie wordt weinig of geen verschil verwacht tussen reflectieve en impulsieve leerlingen
- (2d) binnen de bottom-up conditie zullen reflectieve leerlingen beter presteren dan impulsieve leerlingen.

Verbale intelligentie geeft een indicatie van het vermogen op een abstracte en generaliserende wijze te redeneren met begrippen en relaties, weergegeven in woorden. Personen die hoog scoren op een verbale intelligentie test presteren in het algemeen ook goed op het gebied van tekstverklaring. Het valt dan ook te verwachten dat verbaal intelligente leerlingen de probleemformuleringen beter zullen begrijpen en daardoor in het algemeen betere oplossingen zullen geven.

Ook hier wordt interactie met top-down/bottom-up verwacht: abstract redeneren, gebruikmakend van taal, is voortdurend nodig bij het werken volgens de top-down methode: bij elke opsplitsing van een (deel)probleem in deelproblemen worden de nieuwe deelproblemen opnieuw geformuleerd (in gewoon Nederlands). Leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test zullen daarom naar verwachting minder goed kunnen werken met de top-down methode. De hypothesen luiden:

- (3a) leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test zullen in de bottom-up conditie beter presteren dan in de top-down conditie
- (3b) leerlingen die hoog scoren op de verbale intelligentie test zullen in de top-down conditie beter presteren dan in de bottom-up conditie
- (3c) binnen de top-down conditie zullen leerlingen die hoog scoren op de verbale intelligentie test beter presteren dan leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test.
- (3d) binnen de bottom-up conditie zullen leerlingen die hoog scoren op de verbale intelligentie test beter presteren dan leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test.

3 Het experiment

3.1 Proefpersonen en opzet

Alle leerlingen uit 4VWO van de Gemeentelijke Scholengemeenschap Zuid te Enschede (52 leerlingen verdeeld over twee klassen) kregen in de eerste helft van het schooljaar 1988/1989 verplicht les in het bevragen van een database met SQL, waarvoor ook een cijfer op het rapport vermeld werd. De leerlingen werden random toegewezen aan ofwel de top-down conditie ofwel de bottom-up conditie. Daarbij werd geen rekening gehouden met de klas waarin de leerlingen zaten. Elke

klas bestond dus uit een top-down groep en een bottom-up groep, die ongeveer even groot bleken te zijn (klas 1: top-down 10 leerlingen, bottom-up 12 leerlingen; klas 2: top-down 16 leerlingen, bottom-up 14 leerlingen). Elke klas werd begeleid door twee leraren: één leraar begeleidde de top-down groep, de ander begeleidde de bottom-up groep. De leerlingen kregen in totaal 14 lessen van 50 minuten; één les per week. Ze bestudeerden zelfstandig de theorie in het lesmateriaal. De opdrachten werden vervolgens opgelost in groepjes van twee. Ter controle werden de oplossingen daarna ingevoerd in de computer. De leraren was gevraagd zo weinig mogelijk in te grijpen en indien leerlingen om hulp vroegen minimale hulp te bieden. Er werd nooit klassikaal les gegeven.

3.2 Instructiemateriaal

Ten behoeve van het onderzoek is lesmateriaal ontwikkeld, bestaande uit een theoriediktaat en werkbladen (Van Dijk 1988). Behandeld worden ingewikkelde samengestelde voorwaarden (gebruik van AND, OR, NOT, haken), ingebouwde functies, groeperen, subqueries, join en toevoegen, verwijderen en wijzigen van rijen uit een tabel. In het theoriediktaat wordt elk nieuw onderwerp uitgelegd aan de hand van een voorbeeld, gevolgd door een aantal opdrachten. In de werkbladen kunnen de uitwerkingen van de opdrachten en de uitkomsten worden genoteerd. (Zie Van Dijk 1989 voor een meer uitgebreide beschrijving van het lesmateriaal.)

Er zijn twee verschillende versies van het lesmateriaal ontworpen. Deze versies verschillen alleen in de manier waarop de problemen worden opgelost: top-down of niet top-down (bottom-up).

3.3 Testen

In het begin van de lessenserie werd de cognitieve stijl reflectiviteit/impulsiviteit gemeten door middel van de Matching Familiar Figures Test (MFFT; zie Kagan e.a. 1964). Voor klassikale afname van deze test is een versie gebruikt waarbij tijd- en foutscoring door de computer gebeurt (zie Van Merriënboer e.a. 1986). Met behulp van de totale tijdscore en de totale foutscore is een continue reflectiviteitsindex berekend (zie Messer 1976).

Na vijf lessen werd veldafhankelijkheid/veldonafhankelijkheid gemeten door middel van de Group Embedded Figures Test (GEFT; zie Witkin e.a. 1971) en na acht lessen werd de test Analogieën van de Differentiële Aanleg Testserie DAT'83 (Evers e.a. 1984) afgenomen om de verbale intelligentie te meten.

Na acht lessen en na veertien lessen werden SQL-toetsen afgenomen, waarmee getoetst werd of leerlingen bij

gegeven informatievragen SQL-commando's konden schrijven.

3.4 Beoordelingsprocedure

Op basis van een vooraf gemaakt codeerschema zijn de diverse oplossingen van leerlingen op de opgaven uit de beide SQL-toetsen gescoord. Met SPSS zijn deze deelscores, gewogen, omgerekend tot cijfers per opgave, waarna het gemiddelde over alle opgaven uit de SQL-toetsen het uiteindelijke SQL-cijfer opleverde (op een schaal van 0 t/m 10). De aldus berekende eindcijfers blijken sterk overeen te komen met de cijfers die door de leraren van de school werden gegeven, op grond van een normering die grotendeels overeenkwam met de SPSS-weging, maar die minder gedetailleerd was. De correlatie tussen de eindcijfers van de leraren en de door de computer berekende eindcijfers is 0.99. Naast deze wederzijdse controle van de cijfers is de interbeoordelaar betrouwbaarheid van het codeerschema nagegaan. De toetsuitwerkingen van tien random gekozen leerlingen werden door een tweede beoordelaar gescoord. De correlatie tussen de SQL-cijfers berekend op basis van de twee beoordelingen is 0.997.

4 Resultaten

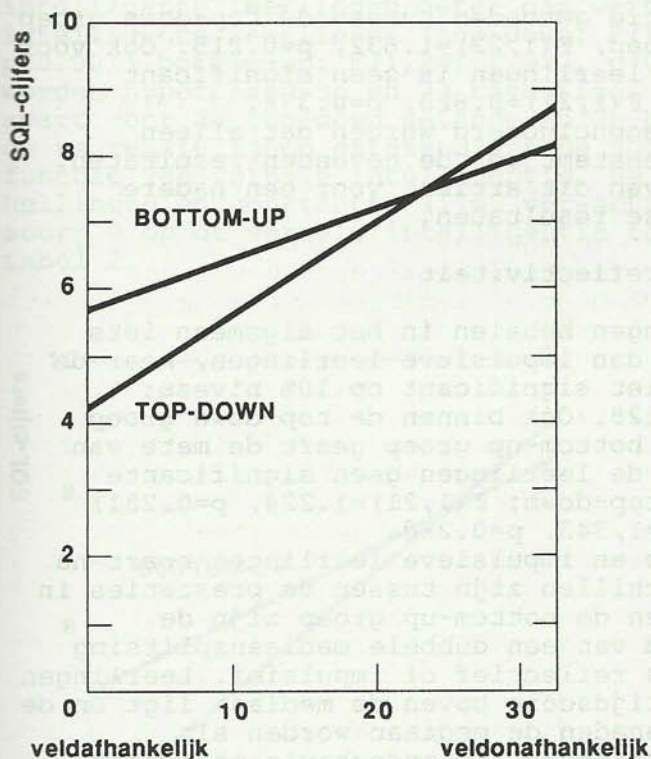
De analyses zijn alleen uitgevoerd voor leerlingen die aan beide SQL-toetsen deelnamen (47 van de 52 leerlingen).

Met variantieanalyse (ANOVA) is geen significant hoofdeffect gevonden van de instructiemethode (top-down vs bottom-up) op de SQL-cijfers, $F(1,45)=0.255$, $p=0.616$. Met multipele regressie-analyse, waarbij de instructiemethode werd meegenomen als dummy variabele, zijn de effecten van leerlingkenmerken en de interactie-effecten van instructiemethode en leerlingkenmerken onderzocht.

4.1 Veldafhankelijkheid/veldonafhankelijkheid

De analyses betreffende de effecten van de cognitieve stijl veldafhankelijkheid/veldonafhankelijkheid geven een significant effect te zien van deze cognitieve stijl op de SQL-cijfers; veldonafhankelijke leerlingen presteren beter dan veldafhankelijke leerlingen, $F(1,45)=12.696$, $p<0.001$. Ook is een significant interactie-effect gevonden tussen instructiemethode en veld(on)afhankelijkheid. In de top-down groep presteren de veldonafhankelijke leerlingen significant beter op de SQL-toetsen dan de veldafhankelijke leerlingen ($F(1,23)=9.956$, $p<0.005$); in de bottom-up groep is het verschil in prestatie tussen veldafhankelijke en veldonafhankelijke leerlingen niet significant

($F(1,20)=2.621$, $p=0.121$). In figuur 1 zijn, apart voor de top-down methode en de bottom-up methode, de regressielijnen getekend van de SQL-cijfers als functie van veldafhankelijkheid/veldonafhankelijkheid. De bijbehorende hellingen en constanten (i.e. verwachte SQL-scores bij score 0 op de GEFT-test) staan in tabel 1.



Figuur 1

De invloed van veld(on)afhankelijkheid op de SQL-cijfers in de top-down conditie en in de bottom-up conditie

Methode	Helling	Constante
bottom-up (n=22)	0.078	5.581
top-down (n=25)	0.132	4.360

Tabel 1

Hellingen en constanten van de regressielijnen voor de invloed van veld(on)afhankelijkheid op de SQL-cijfers

Uit figuur 1 blijkt dat veldafhankelijke leerlingen beter presteren in de bottom-up conditie dan in de top-down conditie. Om te controleren of dit verschil significant is, is een mediaansplitsing uitgevoerd: leerlingen die op de GEFT-test onder de mediaan scoorden worden geclassificeerd als veldafhankelijk, leerlingen die boven de mediaan scoorden als veldonafhankelijk. Met behulp van variantieanalyse is voor veldafhankelijke leerlingen geen significant verschil in prestatie gevonden tussen de top-down groep en de bottom-up groep, $F(1,22)=1.632$, $p=0.215$. Ook voor veldonafhankelijke leerlingen is geen significant verschil gevonden, $F(1,21)=0.825$, $p=0.374$. Samenvattend kan geconcludeerd worden dat alleen hypothese 1b overeenstemt met de gevonden resultaten. Zie de afsluiting van dit artikel voor een nadere beschouwing van deze resultaten.

4.2 Impulsiviteit/reflectiviteit

Reflectieve leerlingen behalen in het algemeen iets hogere SQL-cijfers dan impulsieve leerlingen, maar de verschillen zijn niet significant op 10% niveau:

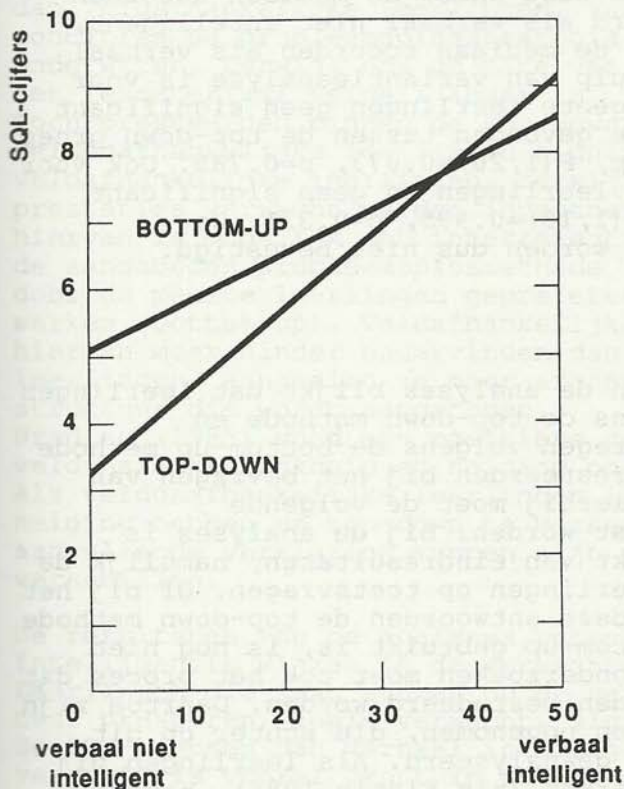
$F(1,43)=2.41$, $p=0.128$. Ook binnen de top-down groep respectievelijk de bottom-up groep geeft de mate van reflectiviteit van de leerlingen geen significante effecten te zien; top-down: $F(1,21)=1.224$, $p=0.281$; bottom-up: $F(1,20)=1.343$, $p=0.260$.

Om voor reflectieve en impulsieve leerlingen apart na te gaan of er verschillen zijn tussen de prestaties in de top-down groep en de bottom-up groep zijn de leerlingen op grond van een dubbele mediaansplitsing geclassificeerd als reflectief of impulsief. Leerlingen waarvan de totale tijdscore boven de mediaan ligt en de totale foutscore beneden de mediaan worden als reflectief geclassificeerd (in onderhavig onderzoek 16 leerlingen, 35%). Leerlingen met totale tijdscore beneden de mediaan en totale foutscore boven de mediaan worden geclassificeerd als impulsief (17 leerlingen, 37%). Deze mediaansplitsing levert ook nog snel-accurate en langzaam-inaccurate leerlingen op (13 leerlingen, 28%). Een variantieanalyse voor alleen reflectieve leerlingen levert geen significant verschil in prestatie op de SQL-toetsen op tussen de top-down conditie en de bottom-up conditie, $F(1,14)=0.046$, $p=0.833$. Ook voor impulsieve leerlingen is geen significant verschil tussen deze condities gevonden, $F(1,15)=0.741$, $p=0.403$.

Hypothesen 2a en 2d worden dus niet bevestigd. De resultaten stemmen wel overeen met hypothesen 2b en 2c. In de afsluiting zullen ook deze uitkomsten worden besproken.

4.3 Verbale intelligentie

De analyses betreffende de invloed van verbale intelligentie op de SQL-cijfers geven een significant effect te zien; leerlingen die hoog scoren op de verbale intelligentie test presteren beter dan leerlingen die laag scoren op deze test, $F(1,41)=18.929$, $p<0.001$. Ook binnen de beide probleemoplosmethoden afzonderlijk presteren verbaal intelligente leerlingen beter dan verbaal niet intelligente leerlingen (top-down: $F(1,21)=15.040$, $p<0.001$; bottom-up: $F(1,20)=4,923$, $p<0.05$). Hierdoor worden hypothesen 3c en 3d bevestigd. In figuur 2 zijn, apart voor de top-down methode en de bottom-up methode, de regressielijnen getekend van de SQL-cijfers als functie van verbale intelligentie. De bijbehorende hellingen en constanten (i.e. verwachte SQL-scores bij score 0 op de verbale intelligentie test) staan in tabel 2.



Figuur 2
De invloed van verbale intelligentie op de SQL-cijfers in de top-down conditie en in de bottom-up conditie

Methode	Helling	Constante
bottom-up (n=22)	0.069	5.080
top-down (n=23)	0.115	3.358

Tabel 2

Hellingen en constanten van de regressielijnen voor de invloed van verbale intelligentie op de SQL-cijfers

Op grond van figuur 2 kan verwacht worden dat leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test beter zullen presteren in de bottom-up conditie dan in de top-down conditie (conform hypothese 3a), terwijl verbaal intelligente leerlingen naar verwachting beter zullen presteren in de top-down conditie (conform hypothese 3b). Om te controleren of deze verschillen ook significant zijn, is een mediaansplitsing uitgevoerd: leerlingen die op de verbale intelligentie test onder de mediaan scoorden worden geclassificeerd als verbaal niet intelligent, leerlingen die boven de mediaan scoorden als verbaal intelligent. Met behulp van variantieanalyse is voor verbaal niet intelligente leerlingen geen significant verschil in prestatie gevonden tussen de top-down groep en de bottom-up groep, $F(1,20)=0.073$, $p=0.789$. Ook voor verbaal intelligente leerlingen is geen significant verschil gevonden, $F(1,19)=0.995$, $p=0.331$. De hypothesen 3a en 3b, worden dus niet bevestigd.

5 Afsluiting

Uit de resultaten van de analyses blijkt dat leerlingen die les kregen volgens de top-down methode en leerlingen die les kregen volgens de bottom-up methode ongeveer even goed presteerden bij het bevragen van databases met SQL. Hierbij moet de volgende kanttekening geplaatst worden. Bij de analyses is alleen gebruik gemaakt van eindresultaten, namelijk de antwoorden van de leerlingen op toetsvragen. Of bij het tot stand komen van deze antwoorden de top-down methode dan wel de (een) bottom-up gebruikt is, is nog niet nagegaan. Om dit te onderzoeken moet ook het proces dat leidt tot de antwoorden bestudeerd worden. Daartoe zijn hardopdenk-protocollen opgenomen, die echter op dit moment nog niet zijn geanalyseerd. Als leerlingen bij voorkeur bottom-up werken (zie Finnie 1986), zonder gebruikmaking van systematische programmaontwerpstrategieën (zie Dalbey e.a. 1986), is het niet zeker dat de top-down methode echt door hen wordt toegepast. Mogelijk wordt geen verschil in prestatie gevonden

tussen de top-down groep en de bottom-up groep omdat na 14 lessen nog geen duidelijk verschil in probleemoplosstrategie tot stand is gekomen.

Het ontbreken van een hoofd-effect van de aangeboden probleemoplosmethoden kan ook (deels) veroorzaakt worden door interacties met persoonlijkheidskenmerken. Verwacht werd bijvoorbeeld dat voor veldafhankelijke leerlingen de top-down methode beter zou zijn dan de bottom-up methode (hypothese 1a), omdat bij de bottom-up methode grotere denkstappen genomen moeten worden. Er is echter geen significant verschil gevonden. Verder presteerden binnen de bottom-up conditie de veldafhankelijke leerlingen even goed als de veldonafhankelijke leerlingen, terwijl verwacht werd dat daar veldonafhankelijke leerlingen beter zouden presteren (hypothese 1d). Dit zou er op kunnen wijzen dat de denkstappen in de bottom-up conditie niet te groot zijn, ook niet voor veldafhankelijke leerlingen. Er is dan geen reden meer om aan te nemen dat veldonafhankelijke leerlingen beter zullen presteren dan veldafhankelijke leerlingen, aangezien in beide condities de probleemoplosstrategie expliciet wordt onderwezen, terwijl ook de mate van structurering van het lesmateriaal vergelijkbaar is.

Toch presteerden binnen de top-down conditie de veldonafhankelijke leerlingen significant beter dan de veldafhankelijke leerlingen, terwijl daar gelijke prestaties verwacht werden (hypothese 1c). Oorzaak hiervan is mogelijk dat interferentie optreedt tussen de aangeboden probleemoplosmethode (top-down) en de door de meeste leerlingen geprefereerde manier van werken (bottom-up). Veldafhankelijke leerlingen zullen hiervan meer hinder ondervinden dan veldonafhankelijke leerlingen, aangezien ze meer afhankelijk zijn van de structuur die wordt aangeboden.

Bradley (1985) vond een positieve correlatie tussen veldonafhankelijkheid en neiging om top-down te werken. Als veldonafhankelijke leerlingen inderdaad meer de neiging hebben om top-down te werken, dan zou dat een aanvullende verklaring kunnen zijn voor de gevonden verschillen.

De resultaten van de analyses betreffende verbale intelligentie wijzen in de verwachte richting. Leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test presteren, zoals verwacht, significant slechter op de SQL-toetsen dan verbaal intelligente leerlingen. Het verschil is vooral groot in de top-down conditie (conform hypothese 3c), maar dit verschil is ook nog significant in de bottom-up methode, zodat ook hypothese 3d wordt bevestigd. Hoewel de prestaties van verbaal niet intelligente leerlingen in de bottom-up conditie iets beter zijn dan in de top-down conditie (zoals in hypothese 3a was voorspeld), terwijl voor

verbaal intelligente leerlingen de top-down conditie beter lijkt (hypothese 3b), zijn deze verschillen niet significant. Leerlingen die laag scoren op de verbale intelligentie test kunnen weliswaar zoals verwacht niet goed werken met de top-down methode, maar ook de bottom-up methode levert voor hen problemen op. Bij de top-down methode wordt meer expliciet dan bij de bottom-up methode een beroep gedaan op het vermogen abstract te redeneren gebruikmakend van taal, dus op verbale intelligentie, maar in beide methoden is het goed kunnen lezen en interpreteren van de vraagstelling essentieel.

De analyses geven geen significante effecten te zien van de cognitieve stijl impulsiviteit/reflectiviteit. Impulsieve leerlingen presteren op de SQL-toetsen bijna even goed als reflectieve leerlingen, ongeacht de aangeboden probleemoplosmethode. Deze bevindingen laten zich moeilijk interpreteren. Voor de hand liggende mogelijke verklaringen lijken niet van toepassing te zijn. Bijvoorbeeld zou het werken onder tijdsdruk in het nadeel van reflectieve leerlingen kunnen werken, maar de leerlingen kregen voor het maken van de toetsen ruim voldoende tijd. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat de SQL-toetsen niet genoeg discriminerend zijn. De effecten die gevonden zijn bij de bestudering van de andere persoonlijkheidskenmerken lijken dit argument te ontkennen, evenals de spreiding van de cijfers: het hoogste behaalde cijfer is 10.00, het laagste 2.43 terwijl de variantie van de cijfers 2.45 is. In dit verband dient nog wel te worden onderzocht of reflectie bij het maken van de opgaven van deze toetsen wel echt noodzakelijk is, met andere woorden of de toetsen, speciaal als het reflectiviteit/impulsiviteit betreft, wel voldoende discriminerend zijn.

Overigens mag uit het ontbreken van significante verschillen in de eindcijfers nog niet zonder meer worden afgeleid dat de cognitieve stijl impulsiviteit/reflectiviteit geen rol speelt in de toetsuitwerkingen. Mogelijk komen impulsieve leerlingen op een andere manier tot een bepaald cijfer dan reflectieve leerlingen. Denkbaar is bijvoorbeeld dat reflectieve leerlingen de meer samengestelde opgaven beter maken dan impulsieve leerlingen, maar de bondig gestelde opgaven slechter, aangezien ze daar niet de meest voor de hand liggende (en in dit geval ook goede) oplossing geven. Nader onderzoek, waarin de toetsuitwerkingen meer in detail worden beschouwd kan, naast de analyse van de hardopdenkprotocollen, hier wellicht uitsluitsel over geven.

Gebruikte literatuur

- Anderson, J.R. & R. Jeffries (1985) Novice LISP errors: undetected losses of information from working memory. In: Human-Computer Interaction, 1, 107-131.
- Bradley, C.A. (1985) The relationship between student's information-processing styles and LOGO programming. In: Journal of Educational Computing Research, 1, 427-433.
- Dahl, O.J., E.W. Dijkstra & C.A.R. Hoare (1972) Structured Programming. London: Academic Press.
- Dalbey, J., F. Tourniaire & M. Linn (1986) Making programming instruction cognitively demanding: an intervention study. In: Journal of Research in Science Teaching, 23, 427-436.
- Dijk, E.M.A.G. van (1988) Databases en de vraagtaal SQL: experimentele leerboeken 1 en 2. Enschede: Universiteit Twente, Faculteit Informatica. (Een gewijzigde versie wordt in de zomer van 1991 uitgegeven door Academic Service.)
- Dijk, E.M.A.G. van (1989) SQL in de klas: een experiment met probleemoplossen in het informatica-onderwijs. In: De Nieuwe Wiskrant, 8 (4), 56-61.
- Dijk, E.M.A.G. van, H.P.M. Kramer & J.J.G. van Merriënboer (1989) Leren programmeren in het voortgezet onderwijs: probleemoplossen met SQL. In: Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen, 7, 97-114.
- Evers, A. & W. Lucassen (1984) DAT'83, Differentiële aanleg testserie, handleiding. Lisse: Swets en Zeitlinger.
- Finnie, G.R. (1986) Is top-down natural?: some experimental results from non-procedural languages. In: International Journal of Man-Machine Studies, 25, 469-478.
- Hoc, J.M. (1983) Analysis of beginner's problem-solving strategies in programming. In: Psychology of Computer Use. London: Academic Press, 143-158.
- Jeffries, R., A.A. Turner, P.G. Polson & M.E. Atwood (1981) The process involved in designing software. In: J.R. Anderson (ed.) Cognitive skills and their acquisition. Hillsdale, NJ., Erlbaum associates, 255-284.
- Joni, S.A. & E. Soloway (1986) But my program runs! Discourse rules for novice programmers. In: Journal of Educational Computing Research, 2, 95-125.
- Kagan, J. (1965) Impulsive and reflective children: significance of conceptual tempo. In: J. Krumboltz (ed.), Learning and the Educational Process. Chicago: Rand McNally, 133-161.
- Kagan, J., B.L. Rosman, D. Day, J. Albert & W. Phillips (1964) Information processing in the child: significance of analytic and reflective attitudes. In: Psychological Monographs, 78, (1, whole no. 578)

- Leeuw, L. de (1979) Leren Probleemoplossen. Lisse: Swets en Zeitlinger.
- Merriënboer, J.J.G. van & O. Jelsma (1986) De cognitieve stijlen reflectiviteit en impulsiviteit: een implementatie van de Matching Familiar Figures Test op de personal computer. IST-MEMO-86-08. Enschede: Universiteit Twente, Faculteit der Toegepaste Onderwijskunde.
- Messer, S.B. (1976) Reflection-Impulsivity: a review. In: Psychological Bulletin, 6, 1026-1052.
- Pintrich, P.R., C.F. Berger & P.M. Stemmer (1987) Student's programming behavior in a Pascal course. In: Journal of Research in Science Teaching, 24, 451-466.
- Remmen, F. (1985) Hoe vriendelijk zijn vraagtaalen in het gebruik? In: Informatie, 27, 666-673.
- Reitsma, E.H. (1985) Grenzen en beperkingen van SQL. In: Informatie, 27, 198-201.
- Sheil, B.A. (1981) The psychological study of programming. In: Computing Surveys, 13, 101-121.
- Sime, M.E., A.T. Arblaster & T.R.G. Green (1977) Structuring the programmer's task. In: Journal of Occupational Psychology, 50, 205-216.
- Vessey I. & R. Weber (1984) Research on structured programming: an empiricist's evaluation. In: IEEE Transactions on Software Engineering, SE-10, 397-407.
- Witkin, H.A., P.K. Oltman, E. Raskin & S.A. Karp (1971) A manual for the embedded figures tests. Palo Alto, California: Consulting Psychologists Press.