

Effecten van vernieuwende onderwijsaanpakken op attitudes en leerprestaties in de bètavakken

Bram Vaessen, Gjalte Prins, Elwin Savelsbergh, Charlotte Rietbergen, Sabine Fechner, Jael Draijer en Arthur Bakker

Universiteit Utrecht
25 juni 2015

Deze meta-analyse werd gefinancierd door NWO-PROO (nu NRO) onder nummer 411-12-232.

Inhoud

Samenvatting	2
Inleiding.....	3
Attitudes tegenover de bètawetenschappen	4
Attitudes.....	4
Relevantie van bèta	5
Interesse in bèta	5
Self-efficacy	6
Normaliteit van bètawetenschappers	6
Onderwijsaanpakken	6
Methode	7
Resultaten	8
Algemene attitudemetingen.....	8
Algemene leerprestaties	9
Afzonderlijke attitudemetingen.....	9
Conclusies voor het onderwijs.....	9
Discussie.....	10
Dankwoord.....	10
Referenties.....	11

Samenvatting

Nederlandse leerlingen scoren goed op wiskunde en de natuurwetenschappen in internationale studies, maar hun attitudes tegenover deze bètawetenschappen zijn weinig positief. Dit is problematisch gezien de maatschappelijke behoefte aan studenten die voor bèta kiezen en een bèta-gerelateerd beroep ambiëren. Uit onderzoek is gebleken dat affectieve factoren zoals attitudes mogelijk een grotere invloed hebben op studiekeus dan cognitieve factoren zoals leerprestaties. Het is dus belangrijk om inzicht te verkrijgen hoe attitudeverbetering binnen het bètaonderwijs kan worden bereikt zonder dat de leerprestaties daaronder lijden. De centrale vraag in deze overzichtsstudie is daarom: *wat zijn de effecten van vernieuwende onderwijsaanpakken op de attitudes en leerprestaties van leerlingen bij wiskunde en de natuurwetenschappen?*

Om deze vraag te beantwoorden zijn 65 experimenten geselecteerd uit de periode 1989 – 2014 in het primair en voortgezet bètaonderwijs die rapporteerden over effecten op attitude en leerprestaties met een experimentele- en controlegroep met voor- en nametingen. De vernieuwende onderwijsaanpakken die experimenteel onderzocht waren, konden worden gekarakteriseerd als onderzoekend leren, contextrijk onderwijs, computerondersteund onderwijs, samenwerkend leren en/of excursies. Deze vernieuwende aanpakken werden vergeleken met onderwijs waarin die aanpak niet werd gebruikt. Onder attitudes vallen relevantie, interesse, vertrouwen in eigen kunnen (*self-efficacy*) en hoe normaal bètawetenschappers worden gevonden. Interesse kon worden onderverdeeld in de domeinen school, vrije tijd en loopbaan in een bètawetenschap.

De resultaten laten zien dat de vernieuwende onderwijsaanpakken significante positieve effecten op attitudes tot gevolg hadden. De attitudes tegenover bèta in het algemeen namen toe, in het bijzonder interesse in een bèta in het algemeen en interesse voor een bèta-loopbaan. Voor de andere aspecten van attitudes waren de effecten niet significant. De onderzochte aantallen waren echter erg klein. De effecten op de andere aspecten van attitudes lijken in ieder geval niet negatief te zijn. De leerprestaties van deze vernieuwende onderwijsaanpakken namen ook toe. Over het geheel genomen lijken de vernieuwende onderwijsaanpakken dus positieve effecten te hebben op attitudes en leerprestaties.

Er is geen verschil gevonden tussen de verschillende onderzochte onderwijsaanpakken. Als het om het bevorderen van positieve attitudes gaat, lijkt de kwaliteit van implementatie en toepasselijkheid in de specifieke situatie belangrijker dan de gekozen onderwijsaanpak.

Er is geen correlatie gevonden tussen de effectgroottes op attitudes en leerprestaties. We kunnen er dus niet van uitgaan dat onderwijsaanpakken die het effectiefst zijn voor attitudeverhoging dat ook zijn voor leerprestaties.

Waar eerdere reviewstudies vonden dat onderzochte vernieuwende onderwijsaanpakken beter waren voor attitudeverbetering dan regulier onderwijs maar niet voor leerprestaties, wijst de huidige studie erop dat ook leerprestaties gemiddeld beter zijn bij deze vernieuwende onderwijsaanpakken. Hiermee biedt deze studie empirische onderbouwing voor recente ontwikkelingen binnen het bètaonderwijs. Ook is nader onderzoek naar deze ontwikkelingen nodig om te weten te komen wat precies de verbeteringen veroorzaakt.

Inleiding

Hoe kunnen we bij leerlingen interesse wekken voor de bètawetenschappen en hun kennis ervan vergroten? Deze vraag is relevant om verschillende redenen. Ten eerste is er internationaal een flink tekort aan werknemers met een bèta-achtergrond (European Commission, 2004; Lacey & Wright, 2009; OECD, 2008). Vergeleken met andere landen is het percentage bèta-afgestudeerden in Nederland laag. In Nederland wordt in 2016 een tekort van 155.000 werknemers met een bèta-achtergrond verwacht en dit lijkt een conservatieve schatting te zijn (Masterplan Bèta en Technologie, 2012). Om aan de economische en maatschappelijke behoefte te voldoen is de ambitie van het Masterplan Bèta en Technologie om het percentage afgestudeerden in de bèta- en technologievakken van de 25% in 2011 te laten stijgen naar 40% in 2025.

Ten tweede is het in onze maatschappij met haar complexe vraagstukken rondom bijvoorbeeld klimaat en gasboringen van belang dat burgers natuurwetenschappelijke kennis hebben en mee kunnen doen aan het maatschappelijke debat rondom dergelijke vraagstukken. Er is nog een lange weg te gaan om meer burgers meer op basis van onderzoeksresultaten in plaats van emoties en meningen te laten discussiëren.

Beide redenen vragen om verbetering of aanpassing van het bètaonderwijs. Hierbij is het essentieel dat er behalve naar leerprestaties ook affectieve factoren worden gestimuleerd. Een positieve attitude, hoge motivatie of grote interesse in leerdomeinen hebben namelijk een positieve invloed op onder andere leren, aandacht, doelgerichtheid, geheugen, doorzettingsvermogen, inspanning en studiekeuze.

Veel studies wijzen erop dat interesse voor de bètavakken afneemt tijdens de middelbare-schoolleeftijd (Frenzel et al., 2010; Osborne et al., 2003; Potvin & Hasni, 2014a). Op het moment dat leerlingen kiezen voor een studie, is die interesse vaak laag. Maar juist interesse is een van de belangrijkste factoren bij studiekeuze (naast toekomstperspectief). Verder blijkt interesse voor bèta een betere voorspeller te zijn van studiesucces dan leerresultaten – althans volgens een Amerikaans onderzoek (Maltese & Tai, 2011). In internationaal vergelijkende studies scoren Nederlandse leerlingen over het algemeen hoog, maar is hun attitude tegenover wiskunde en de natuurwetenschappen laag (PISA, TIMSS). Er zijn aanwijzingen dat er leerlingen zijn die een bètastudie wel aan kunnen, maar er toch niet voor kiezen. Dit lijkt in het bijzonder bij meisjes het geval te zijn (Buccheri, Gürber, & Brühwiler, 2011; Korpershoek, Kuyper, Bosker, & van der Werf, 2011). Talent en interesse lijken vaak verloren te gaan als leerlingen niet voldoende worden uitgedaagd.

Daarom is het belangrijk om inzicht te verkrijgen hoe attitudeverbetering binnen het bètaonderwijs kan worden bereikt zonder dat de leerprestaties daaronder lijden. Het onderzoek op dit terrein is nog beperkt (Fortus, 2014). Veel relevante factoren zijn niet manipuleerbaar, bijvoorbeeld geslacht van de leerling en achtergrond van de ouders. Wij richten ons daarom op aanpakken die binnen onderwijssituaties gerealiseerd kunnen worden. De vraag die daarom centraal staat in deze reviewstudie is:

Wat zijn de effecten van vernieuwende onderwijsaanpakken op de attitudes en leerprestaties van leerlingen bij wiskunde en de natuurwetenschappen?

Onder de natuurwetenschappen worden gerekend: biologie, natuurkunde en scheikunde. In het vervolg schrijven we meestal korthedshalve “bètawetenschappen” voor “wiskunde en de natuurwetenschappen”.

De onderzoeksvraag leent zich voor een systematische reviewstudie. We hebben gekozen voor meta-analyses omdat daarin kwantitatieve gegevens statistisch kunnen worden gecombineerd.

Attitudes tegenover de bètawetenschappen

In deze studie zijn we op zoek naar onderwijsaanpakken die langs een affectieve route bij kunnen dragen aan de kwaliteit van het bètaonderwijs, zowel waar het gaat om de kwaliteit van het leerproces als om keuzegedrag. Vanuit dat perspectief zijn we geïnteresseerd in affectieve factoren die:

- positieve invloed kunnen hebben op studeergedrag en studiekeuze;
- specifiek betrekking hebben op het bètadomein;
- beïnvloedbaar kunnen zijn door het bètaonderwijs.

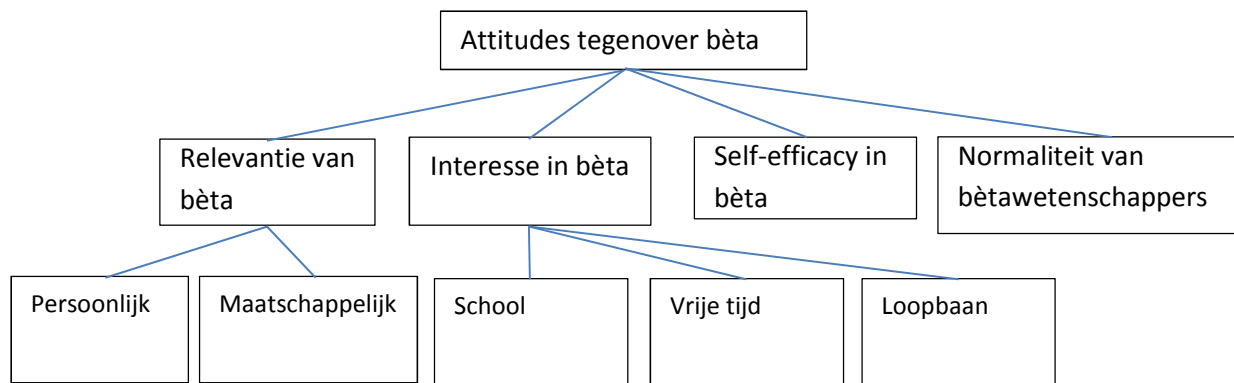
Wat we daarmee buiten beschouwing laten zijn:

- Cognitieve opvattingen over wetenschap (*nature of science; scientific attitude*);
- Motivatiekarakteristieken die gemeten zijn in een vorm die niet specifiek betrekking heeft op het inhoudelijke domein (*mastery-goal orientation, doorzettingsvermogen*);
- Plezier (*enjoyment*) omdat niet duidelijk is of het met interesse voor bèta te maken heeft (cf. Krapp & Prenzel, 2011, p. 30; Potvin & Hasni, 2014b)
- Min of meer stabiele persoonskenmerken zoals gepercipieerde gezinssituatie (bijv. verwachtingen van de ouders) die niet via onderwijsaanpakken manipuleerbaar zijn.

Vanuit verschillende psychologische, onderwijskundige en didactische onderzoekstradities zijn begrippenkaders ontwikkeld om de relevante affectieve factoren te conceptualiseren. Het meest gebruikte begrip is attitude, maar ook motivatie en interesse komen in de literatuur over onderwijs in de bètawetenschappen veel voor (Potvin & Hasni, 2014b). Daarnaast worden regelmatig constructen als nieuwsgierigheid (*curiosity*), betrokkenheid (*involvement, engagement*), vertrouwen in eigen kunnen (*self-efficacy*) of plezier (*enjoyment*) besproken of gemeten of ze worden gemeten als onderdeel van een breder construct, in het bijzonder als onderdeel van attitude. Hieronder bespreken we kort de onderzoekstradities rond attitudes en de deels overlappende constructen.

Attitudes

Het attitudebegrip is afkomstig uit de sociaal-psychologische onderzoekstraditie waarin attitudes vooral gemeten worden met vragenlijsten. “An attitude is a positive or negative stance, opinion and evaluation about just about anything, such as people, objects, events, activities, ideas, and professions” (Fortus, 2014). Het concept attitude is multidimensionaal in de zin dat er veel aspecten aan te onderscheiden zijn (Gardner, 1995). Op basis van de literatuur en de vragen die in de verschillende attitudevragenlijsten worden gebruikt, zijn we gekomen tot de indeling in Figuur 1. We bespreken deze achtereenvolgens.



Figuur 1. Deelaspecten van attitudes zoals gemeten in de onderzochte literatuur.

Relevantie van bèta

Zoals Osborne en collega's (2003) opmerken, kunnen leerlingen bèta heel relevant vinden voor de maatschappij ook als ze er zelf niet in geïnteresseerd zijn. Daarom wordt in veel vragenlijsten onderscheid gemaakt tussen relevantie en andere attitudes. Soms wordt ook onderscheid gemaakt tussen wat leerlingen relevant vinden voor de maatschappij en wat voor hen persoonlijk.

Interesse in bèta

Kenmerkend aan het begrip interesse is dat het op een specifieke inhoud gericht is (in tegenstelling tot bijvoorbeeld externe motivatie). Interesse wordt door onderwijspsychologen (Hidi & Renninger, 2006, p. 112) gedefinieerd als "de psychologische toestand van willen bezig zijn met bepaalde zaken (inhouden, dingen, ideeën) of de neiging om er herhaald mee bezig te willen zijn". Interesse is gerelateerd aan intrinsieke motivatie (Wigfield & Cambria, 2010).

Interesse is een krachtig sturende drijfveer om zich in een specifiek onderwerp te verdiepen. Bij jonge kinderen, vooral jongens, kan dit extreme vormen aannemen, bijvoorbeeld ten aanzien van dinosaurussen of auto's. Het ontstaan van zo'n meer of minder lang aanhoudende en soms levensloopbepalende interesse kan erg onvoorspelbaar verlopen, zoals blijkt uit autobiografische terugblikken van wetenschappers, die zich soms één bepalend moment herinneren waarop hun interesse voor een vakgebied gevestigd werd (zie American Scientist, 2012).

Zo'n unieke gebeurtenis biedt weinig aanknopingspunten voor beïnvloeding in het onderwijs. Vaak verloopt interesseontwikkeling geleidelijk. In vrijwel alle studies blijkt de interesse van leerlingen voor bèta af te nemen in hun middelbareschooltijd (Osborne et al., 2003; Potvin & Hasni, 2014a). In een studie onder 3193 Duitse leerlingen bleek dat er weliswaar veel variatie is tussen leerlingen, maar het patroon van interesseontwikkeling verloopt vergelijkbaar. Frenzel en collega's spreken van een "downward trend ... plateaued in later years, with high variability in mean levels, but little variability in the shape of the growth trajectories" (p. 507).

Het bekendste model van interesseontwikkeling is het vierfasenmodel van Hidi en Renninger (2006). Kort samengevat ontwikkelt een interesse zich van situationeel naar persoonlijk.

1. Getriggerde situationele interesse: interesse wordt gewekt van buiten af. De interesse is tijdelijk, vluchtig, en gerelateerd aan een enkele gebeurtenis.
2. Onderhouden situationele interesse: van buiten af blijft de interesse gevoed worden.

3. Opkomende persoonlijke interesse: persoon kan behoefte voelen ergens mee bezig te gaan, en er meer over te willen weten.
4. Ontwikkelde persoonlijke interesse: uit eigen beweging bezig met zaken, positieve houding.

Bij het meten van interesse is niet alleen het inhoudelijke onderwerp van belang, maar ook de context waarin dit onderwerp zich bevindt. Het is dan ook goed mogelijk dat gemeten interesse voor bèta in het onderwijs (“ik zie uit naar de scheikundeles, natuurkunde is mijn favoriete schoolvak”) niet samenvalt met interesse voor bèta als vrijetijdsbesteding. De interesse in een bètaloopbaan is nog weer een andere, waarbij de bètaloopbaan (waarvan de leerling nauwelijks een beeld heeft) wellicht wordt afgewogen tegen opties als bankdirecteur of piloot. Vanwege de verschillende typen interesse voor bèta wordt onderscheid gemaakt in schoolse interesse, vrije tijdsinteresse en interesse in een bètaloopbaan.

Self-efficacy

Self-efficacy is “an expectancy about one’s capabilities to learn or perform a given task” (Schunk & Zimmerman, 2006). Self-efficacy is taak-specifiek en maten voor self-efficacy zijn voorspellend voor de neiging van een persoon om juist deze taak aan te vatten. Daarboven is self-efficacy ook een voorspeller voor de mate waarin een persoon zal volharden in het uitvoeren van de taak.

Normaliteit van bètawetenschappers

De bètawetenschappen worden geplaagd door een imagoprobleem (Korpershoek et al., 2010). Veel attitudevragenlijsten nemen daarom ook vragen op over hoe normaal leerlingen bètawetenschappers vinden. Als leerlingen bètawetenschappers als abnormaal beschouwen kan dit ertoe leiden dat ze een aversie tegen een loopbaan in bèta ontwikkelen omdat dit niet aansluit op hun huidige zelfbeeld of hun gewenste zelfbeeld.

Onderwijsaanpakken

In de afgelopen decennia zijn er vele onderwijsaanpakken ontwikkeld voor het bètaonderwijs die zijn gericht op het beïnvloeden van de attitudes van leerlingen ten aanzien van bètawetenschappen. Deze innovatieve aanpakken verschillen van regulier bètaonderwijs. Een reguliere onderwijsaanpak kan in de meeste landen worden gekarakteriseerd als docent-gecentreerd met focus op de bèta-inhoud van de leerstof. De docent bepaalt de leerdoelen en type leeractiviteiten. Er is vaak sprake van een duidelijke instructie van de leerstof geregistreerd door de docent. Vervolgens maken de leerlingen zich dit eigen met behulp van door de docent gekozen opdrachten, taken en/of vragen. Practica hebben veelal een illustratieve functie van de theorie. In deze studie wordt de term “innovatief” gebruikt voor onderwijsaanpakken die verschillen van dergelijke reguliere aanpakken. Uiteraard is deze term relatief: in sommige landen zoals Nederland wordt al jaren contextrijk onderwijs gegeven terwijl deze aanpak in andere landen nog vernieuwend is. In deze studie worden vijf categorieën van innovatieve aanpakken onderscheiden op basis van eerdere studies (Potvin & Hasni, 2014b; Schroeder et al., 2007). Hieronder worden deze vijf categorieën kort gekenschetst.

1. *Context-gebaseerd bètaonderwijs* (CON). Vele innovatieve aanpakken hebben zich gericht op het aanleren van wetenschappelijke begrippen vanuit een herkenbare context. Onder een context kan bijvoorbeeld worden verstaan een reële situatie en/of vraagstuk uit de wereld van vandaag, een beroepspraktijk van een wetenschapper of het leven van een bekende

wetenschapper uit de historie. De context kan hierbij diverse functies hebben, zoals motiveren van leerlingen voor de leerstof en/of het duiden van de relevantie van de leerstof. Er wordt verwacht dat context-gebaseerde curricula de attitude van leerlingen ten aanzien van bètawetenschappen positief beïnvloedt. De studie van Bennett et al. (2007) suggereert dat context-gebaseerde interventies een verbetering van de attitude van leerlingen tegenover de bètawetenschappen tot gevolg heeft, terwijl de cognitieve leerwinst vergelijkbaar is met traditionele onderwijsaanpakken.

2. *Onderzoekend leren* (inquiry-based learning: IBL). Onderzoekend leren tracht leerlingen te betrekken in activiteiten gericht op het beantwoorden van wetenschappelijke vragen. De wetenschappelijke vragen kunnen door de docent worden geïntroduceerd, maar ook door de leerlingen zelf worden ingebracht. De activiteiten omhelzen onder andere het verzamelen en analyseren van data, het geven van verklaringen, het evalueren van de conclusies en het reflecteren op de gevolgde aanpak. Ook het communiceren over de bevindingen en verantwoorden van de gekozen strategie is onderdeel van IBL (Furtak et al., 2012). Onderzoekend leren kan variëren van een geheel open opzet, waarin de leerling volledig verantwoordelijk is voor zijn eigen leerproces, tot meer gesloten vormen met een gedeelde verantwoordelijkheid tussen docent en de leerling. Er zijn studies die positieve effecten rapporteren van IBL op zowel de leerpresentaties van leerlingen als hun attitude (Gibson & Chase, 2002).
3. *Onderwijsaanpakken met ICT* en/of technische apparaten. De inzet van ICT kan variëren van bijvoorbeeld specifieke educatieve software voor het aanleren van begrippen, e-learning (plaats- en tijd-onafhankelijk), computer games voor het nabootsen van realistische situaties die anders niet in een onderwijssituatie ingebracht kunnen worden, de inzet van technologie ter ondersteuning van het onderwijsleerproces, zoals sensoren ter ondersteuning van practica, en het ontwerpen en maken van technische apparaten, zoals robots. De studie van Potvin en Hasni (2014b) liet zien dat de inzet van ICT in potentie kan leiden tot een verbetering van de interesse, motivatie en attitude van leerlingen. Veel hangt echter af van het type ICT en de manier waarop het wordt ingezet.
4. *Onderwijsaanpakken gericht op interactie en samenwerken*. Deze interventies beogen expliciet de interactie tussen leerlingen te stimuleren, zodat ervaringen en kennis gedeeld kunnen worden en/of discussie kan worden opgeroepen. Deze aanpak berust op het algemene principe dat individuen leren van en met elkaar.
5. *Buiten-curriculaire activiteiten*. Dergelijke activiteiten zijn niet standard in het curriculum opgenomen, maar hebben doorgaans wel een duidelijke relatie met het programma. Voorbeelden van dit soort aanpakken zijn museumbezoek, gastlessen door experts en mobiele practica.

Methode

Overzichtsstudies over attitudes tegenover de bètawetenschappen waren tot nu toe voornamelijk kwalitatief van aard. Ze namen alle studies mee rond een specifieke onderwijsaanpak, bijvoorbeeld contextonderwijs binnen de natuurwetenschappen (Bennett et al. 2007) of probleemgestuurd wiskundeonderwijs (Rosli et al., 2014), ze beperkten zich tot één database van onderwijsonderzoeksartikelen, of ze maakten geen onderscheid tussen typen studies (Potvin & Hasni, 2014b). Het nadeel van het laatste punt is dat het veel uitmaakt of er een positief resultaat

geboekt is in een studie met voor- en nameting of dat de verbetering in attitude in de experimentele groep groter was dan in een controlegroep die regulier onderwijs onderging waarin geen sprake was van de specifieke onderwijsaanpak. Om dat laatste te weten te komen, beperkten wij ons tot experimentele studies. Die kunnen worden geanalyseerd in een meta-analyse, het type overzichtsstudie waarin effectgroottes van veel verschillende studies statistisch worden gecombineerd om trends of patronen te ontdekken of te toetsen.

De voordelen van de hier uitgevoerde meta-analyses zijn:

- De literatuur over zowel wiskunde als de natuurwetenschappen is onderzocht (de meeste studies richten zich alleen op de natuurwetenschappen)
- De belangrijkste databases zijn allemaal geraadpleegd
- Door de beperking tot experimenten met controlegroep en rapportage van voor- en nametingen, kunnen conclusies worden getrokken over relatieve winst ten opzicht van regulier onderwijs. Deze relatieve winst kan statistisch worden geanalyseerd in termen van effectgroottes (simpel gezegd: het verschil in gemiddeldes van de na- en voormeting ten opzichte van de spreiding).

Een mogelijk nadeel van meta-analyses is dat het tot op zekere hoogte onvermijdelijk is dat appels en peren worden vergeleken. Het is in veel gevallen moeilijk na te gaan hoezeer onderwijsaanpakken in verschillende landen van elkaar verschillen en wat regulier onderwijs precies inhoudt. In weerwoord op de appels-en-perenkritiek, schrijft Hattie (2009) overigens dat het wel om fruit gaat en dat de kracht van meta-analyses juist in de synthese van verschillende studies zit. Hij schrijft verder dat effecten op affectieve maten zoals attitude gemiddeld kleiner zijn dan op leerprestaties. Ook zijn er veel verschillende attitudevragenlijsten in omloop die soms andere accenten leggen. Om toch zo precies mogelijk te meten, hebben we attitudes waar mogelijk apart geanalyseerd en ons beperkt tot studies waarin attitudes zijn gemeten met gevalideerde instrumenten.

In een systematische zoektocht kwamen we uit op 6066 studies waarop we onze selectiecriteria hebben toegepast. De belangrijkste hiervan waren:

- Het betrof een onderwijsaanpak binnen wiskunde of natuurwetenschappen
- Het betrof leerlingen in het primair of voortgezet onderwijs (geen docenten bijvoorbeeld, zie Van Aalderen & Walma van der Molen, 2012)
- Het betrof studies die gepubliceerd zijn in de periode 1989-2014
- Het betrof een experiment met controlegroep en voor- en nametingen van attitudes
- Alle belangrijke informatie die nodig is voor een meta-analyse is gerapporteerd.

Uiteindelijk voldeden 65 experimenten aan de gestelde eisen.

Resultaten

Algemene attitudemetingen

In veel experimenten waren attitudes gemeten, maar niet apart gerapporteerd. Omdat gedrag zoals studiekeuze door veel factoren, zoals verschillende attitudeaspecten, wordt beïnvloed, is het de moeite waard de resultaten van alle attitudemetingen bij elkaar te rapporteren. De volgende

conclusies uit de analyse moeten worden opgevat als een algemeen beeld dat nader onderzoek verdient.

1. Over het geheel genomen hadden vernieuwende onderwijsaanpakken een positief effect op attitudes vergeleken met regulier onderwijs. Dit effect is groter dan wat Hattie (2009) als gemiddeld karakteriseert voor effecten op affectieve factoren in meta-analyses. Deze bevinding stemt overeen met conclusies in kwalitatieve overzichtsstudies en genoemde meta-analyse over probleemgestuurd wiskundeonderwijs.
2. Er waren geen significante verschillen tussen vernieuwende onderwijsaanpakken.
3. De effecten in lagere leerjaren (basisonderwijs) waren groter dan in hogere leerjaren (voortgezet onderwijs).

Algemene leerprestaties

De onderzochte onderwijsaanpakken leiden niet tot lagere leerprestaties. Wanneer alle studies samen worden genomen en niet wordt gefilterd op kwaliteit of onderwerp van toetsing, is het gemiddelde effect statistisch significant beter dan zonder de onderzochte onderwijsaanpakken; de gemiddelde effectgrootte is aanzienlijk. Verschillen tussen onderwijsaanpakken waren statistisch niet significant.

Afzonderlijke attitudemetingen

Zoals vermeld is het risico van meta-analyses dat de resultaten over fruit gaan in plaats van appels en peren. Om fijnmaziger naar effecten te kijken, zijn meta-analyses zijn uitgevoerd op de experimenten waarvoor afzonderlijke attitudemetingen werden gerapporteerd. De effectgroottes waren positief, maar de effecten waren niet statistisch significant behalve voor twee deelaspecten. Voor interesse in bèta in het algemeen een statistisch significant effect gevonden, maar daarbij moeten we opmerken dat het in het laatste geval om twintig experimenten ging die een vorm van interesse hadden gemeten. Ook voor interesse in een bètaloopbaan was het effect significant. Het betrof hier slechts vier studies.

Conclusies voor het onderwijs

De belangrijkste conclusies voor de onderwijspraktijk zijn:

1. De onderzochte interventies hebben gemiddeld een positief effect op attitudes en leerprestaties in het algemeen. Het verdient daarom de moeite om te blijven investeren in vernieuwingen in het bètaonderwijs, evenals in onderzoek naar deze vernieuwingen.
2. Het vergt langdurige inspanning om attitudes te verbeteren.
3. In lagere leerjaren lijkt het makkelijker winst te boeken dan in hogere leerjaren. Dit kan een reden zijn om niet alleen in het voortgezet onderwijs maar ook al in het basisonderwijs hoogwaardig bètaonderwijs aan te bieden dat tot positieve attitudes leidt.
4. Het lijkt weinig uit te maken welke onderwijsaanpak wordt gebruikt. De kwaliteit van de implementatie is vermoedelijk belangrijker dan het type aanpak.

Het ligt voor de hand om genoemde langdurige inspanning niet alleen aan het onderwijs over te laten maar ook daarbuiten initiatieven te blijven ondernemen. In combinatie met economische ontwikkelingen lijken dergelijke initiatieven in Nederland de laatste jaren effect te sorteren, want recente cijfers laten zien dat het animo voor bètastudies toeneemt.

Discussie

In overeenstemming met beschikbare overzichtsstudies over de effecten van vernieuwende onderwijsaanpakken op attitudes tegenover bèta laten onze analyses een positief beeld zien. Op specifieke attitude-aspecten konden onze meta-analyses dit beeld echter niet bevestigen, behalve voor twee interessematen. Aandacht voor attitudeverbetering ging in de gevonden studies niet ten koste van de leerprestaties; die waren zelfs aanzienlijk hoger dan bij regulier onderwijs.

Meta-analyses worden wel eens gezien als de gouden standaard van systematische overzichtsstudies omdat ze laten zien “wat werkt”, maar er zijn ook beperkingen (Hattie, 2009). In veel meta-analyses blijven slechts weinig studies over die aan alle criteria voldoen. Wij hebben bij attitudematen fijnmaziger gekeken dan gebruikelijk en we zijn streng geweest in welke studies mee mochten doen. Alleen bij die studies hebben we ook naar leerprestaties gekeken. Omdat ons doel was te onderzoeken of leerprestaties eronder lijden, hebben we niet dezelfde strenge eisen aan leerprestatiemetingen gesteld of een nadere onderverdeling van typen leerprestaties gemaakt. Uiteindelijke conclusies zijn gebaseerd op beperkte aantallen studies uit de hele wereld. In ons geval betrof het veel studies uit de Verenigde Staten en Turkije, maar niet uit Nederland.

Dankwoord

De subsidie voor deze meta-analyse is toegekend door NWO-PROO onder nummer 411-12-232. De bijeenkomsten met andere PROO-review-uitvoerders in Utrecht waren stimulerend: dank dus aan Sanne Akkerman, Larika Bronkhorst, Jeroen Janssen, Renske de Kleijn, Frans Prins en Jan van Tartwijk. Wij danken prof. Joop Hox voor zijn adviezen bij de statistische analyses, en leden van de adviesraad voor hun commentaar en advies tijdens het project: Beatrice Boots, prof. Harrie Eijkelhof, prof. Albert Pilot, dr. Hanno van Keulen, prof. Wilmad Kuiper, dr. Nico Rutten, Sanne Tromp, prof. Juliette Walma van der Molen en prof. Bert Zwaneveld.

Referenties

- American Scientist (2012). 100 reasons to become a scientist or engineer. *American Scientist*, 100, 300. DOI: [10.1511/2012.97.300](https://doi.org/10.1511/2012.97.300)
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91(3), 347–370.
- Buccheri, G., Gürber, N. A., & Brühwiler, C. (2011). The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International Journal of Science Education*, 33, 159-178.
- European Commission (Ed.) (2004). *Europe needs more scientists!* Brussels: European Commission. URL: http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/conference_review_en.pdf (retrieved 22 August 2013).
- Fortus, D. (2014). Attending to affect. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 821–835.
- Frenzel, A. C., Goetz, T., Pekrun, R., & Watt, H. M. G. (2010). Development of mathematics interest in adolescence: Influences of gender, family, and school context. *Journal of Research on Adolescence*, 20, 507–537.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82, 300-329. doi: 10.3102/0034654312457206
- Gardner, P. L. (1995). Measuring attitudes to science. *Research in Science Education*, 25, 283–289.
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86(5), 693–705.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis over 800 meta-analyses relating to achievement*. Abingdon: Routledge.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4
- Korpershoek, H., Kuyper, H., Bosker, R. J., & van der Werf, M. P. C. (2011). Onderbenut bètatalent in Nederland [Underused STEM potential in the Netherlands]. *Pedagogische Studiën*, 88, 400-415.
- Korpershoek, H., Kuyper, H., Werf, G. V. D., & Bosker, R. (2010). Who “fits” the science and technology profile? Personality differences in secondary education. *Journal of Research in Personality*, 44(5), 649–654.
- Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132(11), 82 – 123.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students. *Science Education*, 95, 877-907.
- Masterplan Bèta en Techniek (2012). *Naar 4 op de 10. Meer technologietalent voor Nederland [Toward 4 out of 10. More technology talent for the Netherlands]*. Den Haag: Vereniging Nederlandse Chemische Industrie (VNCI). [Topsectoren ism PBT en Groene Kennis Coöperatie]
- OECD (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049-1079.
- PISA (2003). *PISA 2003 technical report*. OECD
<http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/49/60/35188570.pdf>
- PISA (2006). *PISA 2006 technical report*. OECD. <http://www.oecd.org/dataoecd/0/47/42025182.pdf>
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014a). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 1–19.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014b). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 1–45.
- Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2014). The effects of problem posing on student mathematical learning: A Meta-Analysis. *International Education Studies*, 7(13), 227–241.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T., & Lee, Y. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436–1460. doi: 10.1002/tea.20212
- Schunk, D. & Zimmerman, B. J. (2006). Competence and control beliefs: Distinguishing the means and ends. In P. A. Alexander & P. H. Winne (eds.), *Handbook of educational psychology*. New York: Routledge.
- van Aalderen-Smeets, S.I., Walma van der Molen, J.H., & Asma, L.J.F. (2012). Primary teachers' attitude toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96, 158–182. doi: 10.1002/sce.20467..
- Wigfield, A., & Cambria, J. (2010). Students' achievement values, goal orientations, and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. *Developmental Review*, 30(1), 1–35.