

SAMENVATTING

Bovenbouw vwo-leerlingen in Nederland zijn beginners in het evalueren van de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit (NBV) wanneer zij onderzoek doen bij de schoolvakken biologie, scheikunde en natuurkunde (hierna: bètavakken⁶). NBV kan worden beschouwd als een set van drie onderling verbonden concepten die in samenhang bijdragen aan de bewijsvoering binnen een onderzoek. Het evalueren van NBV is een onderdeel van procedureel inzicht in de manier waarop bewijsvoering bij een onderzoek wordt opgebouwd. Als bovenbouw vwo-leerlingen leren hoe zij zelf de NBV van onderzoek kunnen evalueren, kunnen zij dit procedureel inzicht vergroten en leren om vast te stellen hoe ‘sterk’ de bewijsvoering van een onderzoek is. Tot op heden is op beperkte schaal onderzoek gedaan naar de manier waarop deze zelfevaluatie van NBV in een onderzoek kan worden uitgevoerd door bovenbouw vwo-leerlingen. Ook is nog weinig onderzoek gedaan naar hoe bovenbouw vwo-leerlingen de zelfevaluatie van NBV kunnen vertalen van het ene onderzoek naar het andere, in het bijzonder van het ene schoolvak naar het andere.

In **hoofdstuk 1** wordt een algemene introductie gegeven van het onderzoek uit dit proefschrift. In het theoretisch kader worden de aspecten van het leren onderzoeken beschreven die bijdragen aan het vergroten van procedureel inzicht. Nauwkeurigheid heeft betrekking op de manier waarop een onderzoeker de metingen en observaties tijdens een onderzoek uitvoert. De betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten hangt samen met de herhaalbaarheid (“leidt het nogmaals uitvoeren tot dezelfde resultaten?”) en reproduceerbaarheid (“kunnen anderen de onderzoeksresultaten

6 De term ‘bètavakken’ omvat uiteraard een breder spectrum aan schoolvakken dan hiervoor genoemd worden. Ten behoeve van de leesbaarheid van deze samenvatting heb ik er toch voor gekozen om deze term te gebruiken wanneer ik de schoolvakken beschrijf die in dit onderzoek betrokken zijn.

reproduceren?”). Bij de validiteit van een onderzoek gaat het er om of de onderzoeker daadwerkelijk meet of observeert wat hij beoogde te meten of te observeren. Het toepassen van de evaluatie van NBV in verschillende onderzoekscontexten kan worden ondersteund door leerlingen te leren hoe zij hun procedureel inzicht uit de ene context kunnen abstraheren voor het toepassen in een nieuwe situatie (‘high-road transfer’ in de Engelstalige literatuur). Vier belangrijke factoren voor het vergroten van deze flexibele toepassing van de evaluatie van NBV in het onderwijsleerproces zijn: (1) leerlingen hebben relevante basiskennis over procedureel inzicht, (2) procedureel inzicht komt in het lesprogramma terug in een breed scala aan onderzoeken, (3) aangegeven wordt wat algemeen geldt en wat alleen geldt voor een specifieke onderzoekscontext en (4) de leerlingen hebben een actieve rol. Deze actieve rol van leerlingen kan worden gestimuleerd door ze hun eigen onderzoeksverrichtingen te laten evalueren. Om deze zelfevaluatie te ondersteunen zou een instrument moeten worden ontwikkeld dat bruikbaar is om de NBV te evalueren van onderzoek bij de bètavakken en dat effectief is voor het vergroten van het procedureel inzicht bij bovenbouw vwo-leerlingen over deze aspecten van onderzoek. De centrale onderzoeksvraag van dit proefschrift is: *“Wat zijn ontwerpkenmerken van een bruikbaar zelfevaluatie-instrument en van een ondersteunend onderwijsleerproces (waarin het instrument wordt gebruikt), waarmee bovenbouw vwo-leerlingen op effectieve wijze kunnen leren hoe zij de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en validiteit van onderzoek in de verschillende bètavakken kunnen evalueren?”* Om deze vraag te beantwoorden, is een ontwerpgericht onderzoek uitgevoerd, bestaande uit een exploratieve deelstudie en twee onderzoekscycli waarin onderwijsmateriaal is ontworpen, getest en geëvalueerd.

De exploratieve deelstudie betreft de kennis over het evalueren van NBV van een onderzoek onderzocht bij bovenbouw vwo-leerlingen en bètadocenten en wordt beschreven in **hoofdstuk 2**. In deze exploratieve studie is gebruikt gemaakt van het ‘Concepts of Evidence’ (CoE)-model waarin concepten worden beschreven die in samenhang bijdragen aan de opbouw van bewijsvoering van een onderzoek. Een deel van de CoE lijken specifiek bruikbaar voor de evaluatie van de NBV van een onderzoek. In deze deelstudie is gebruik gemaakt van een hardop-denkopdracht, interviews en een vragenlijst waarmee is bepaald welke van de relevante CoE uitgewerkt zouden moeten worden in een zelfevaluatie-instrument waarmee bovenbouw vwo-leerlingen de NBV van onderzoek kunnen evalueren. Dit leverde een selectie van 23 CoE op.

In **hoofdstuk 3** staat de eerste ontwerpcyclus centraal waarin een serie rubrics is ontworpen die gebruikt kan worden als zelfevaluatie-instrument. Een rubric is een tabel waarin verschillende niveaus van beheersing van bijvoorbeeld een concept of een vaardigheid beschreven zijn. Het instrument is ontworpen op basis van vier hypothetische ontwerpkenmerken, afkomstig uit de exploratieve deelstudie en de literatuur. Deze ontwerpkenmerken hebben betrekking op de inhoud, de

mate van complexiteit, de mate van detaillering en de mate van algemene toepasbaarheid van het instrument. De inhoud van de rubrics was gebaseerd op de 23 CoE waarvan in de exploratieve deelstudie werd vastgesteld dat zij noodzakelijk en voldoende zijn voor het evalueren van NBV in een onderzoek door beginners. De SOLO-taxonomie werd gebruikt om de mate van complexiteit te beschrijven in alle rubrics. Deze SOLO-taxonomie bestaat uit vijf niveaus om de mate van beheersing van een concept of vaardigheid door leerlingen te omschrijven. Iedere rubric beschreef een onderdeel van het onderzoeksproces, waardoor de NBV geëvalueerd kunnen worden in de verschillende onderzoeksfases. Om de rubrics bruikbaar te maken voor het evalueren van onderzoek in de verschillende bèta-vakken werden voorbeelden uit eerder uitgevoerd (leerling)onderzoek toegevoegd aan de rubrics. De ontworpen rubrics zijn met 24 bovenbouw vwo-leerlingen getest in drie onderzoeks(les)modules, die gedurende negen lesblokken zijn uitgevoerd. In iedere onderzoeksmodule evalueerden de leerlingen de NBV na het schrijven van een onderzoeksplan, na het uitvoeren van het onderzoek, na het verwerken van de onderzoeksresultaten en na het schrijven van conclusie van en discussie over het onderzoek. De reflectie van de onderzoeker op de daadwerkelijke bruikbaarheid van de rubrics voor het evalueren van onderzoek door leerlingen leidde tot verschillende aanpassingen in de hypothetische ontwerpkenmerken. De twee belangrijkste aanpassingen waren om (slechts) dertien van de CoE uit te werken in de rubrics en om de overige CoE uit te werken in een overzichtskaart en een checklist bij de rubrics, waardoor het zelfevaluatie-instrument drie onderdelen bevat.

In **hoofdstuk 4, 5 en 6** worden de drie deelstudies beschreven die uitgevoerd zijn tijdens de tweede onderzoeks cyclus. In deze studies stonden achtereenvolgens de bruikbaarheid van het aangepaste zelfevaluatie-instrument, een ondersteunend onderwijsleerproces voor het gebruik van het instrument om de NBV van onderzoek te evalueren en de effectiviteit van het instrument bij de evaluatie van NBV door leerlingen in achtereenvolgende onderzoeken centraal.

De deelstudie naar de bruikbaarheid van het aangepaste zelfevaluatie-instrument voor de evaluatie van NBV van onderzoek door bovenbouw vwo-leerlingen is beschreven in **hoofdstuk 4**. Vanaf deze deelstudie wordt het zelfevaluatie-instrument het 'Evaluation of the Quality of Inquiry (EQI)-instrument' genoemd. Het ontwerp van het EQI-instrument is gebaseerd op de vier ontwerpkenmerken die voortkwamen uit de eerste onderzoeks cyclus. Het EQI-instrument bestaat uit drie onderdelen: (1) een overzichts(NBV)kaart, (2) een checklist om te controleren of alle belangrijke stappen met betrekking tot de NBV zijn uitgevoerd tijdens het onderzoek en (3) een set rubrics om de NBV van onderzoek te evalueren. De bruikbaarheid van het EQI-instrument is in dezelfde drie onderzoeksmodules als in de eerste onderzoeks cyclus getest, in deze cyclus met 27 bovenbouw vwo-leerlingen en gedurende zeven

grote lesblokken. Op basis van deze test is geconcludeerd dat de leerlingen het instrument gebruikten zoals beoogd. Bovendien was het instrument bruikbaar in verschillende onderzoeksfasen en bij onderzoek in de verschillende bètavakken. Ook is aangetoond dat het gebruik van het EQI-instrument de docent in voldoende mate informatie geeft over welke ondersteuning leerlingen nodig hebben bij het evalueren van NBV van onderzoek. Als laatste is gebleken dat gebruik van het EQI-instrument leidt tot een toename in gebruik van rudimentaire onderzoekstaal door leerlingen over het evalueren van NBV in een onderzoek. Op basis hiervan kan verondersteld worden dat het EQI-instrument bovenbouw vwo-leerlingen ondersteunt bij het evalueren van NBV tijdens het doen van onderzoek.

In **hoofdstuk 5** wordt de deelstudie beschreven naar de ontwerpkenmerken van een onderwijsleerproces van verschillende onderzoeken waarin de leerlingen leren om de NBV van een onderzoek te evalueren. Elf hypothetische ontwerpkenmerken, afkomstig uit de literatuur, werden uitgewerkt in drie opeenvolgende lesmodules over een algemeen natuurwetenschappelijk onderzoek, een biologie-onderzoek en een natuurkunde-onderzoek. In alle onderzoeksmodules worden de leerlingen geacht om met behulp van het EQI-instrument de NBV van hun eigen onderzoek verschillende keren te evalueren, in verschillende onderzoeksfasen. De reflectie op de onderzoeksresultaten van deze deelstudie richtte zich op drie beoogde formatieve feedbackfuncties van het EQI-instrument in het onderwijsleerproces: (1) zelfevaluatie van NBV door leerlingen, (2) ondersteuning van de evaluatie door klasgenoten en docenten en (3) het faciliteren van het vertalen van de ene onderzoekscontext naar de andere. Het ontworpen onderwijsleerproces ondersteunde de uitvoering van functie 1 en 2. Functie 3, met betrekking tot het vertalen naar andere contexten, werd tot op zekere hoogte ondersteund: de leerlingen herkenden analogieën tussen de verschillende onderzoeken uit de modules, en tussen natuurwetenschappelijk onderzoek en hun eigen onderzoek, maar pasten hun kennis over verschillen tussen onderzoek in verschillende onderzoekscontexten niet voldoende toe. Deze reflectie leidde tot het bijstellen van de hypothetische ontwerpkenmerken om een (beter) aansluitend onderwijsleerproces te kunnen ontwerpen.

In **hoofdstuk 6** wordt de leeropbrengst (effectiviteit) voor leerlingen beschreven van het hierboven beschreven onderwijsleerproces waarin de rubrics van het EQI-instrument werden gebruikt om de NBV te evalueren van onderzoek in de verschillende bètavakken. In deze deelstudie voerden de bovenbouw vwo-leerlingen de drie eerdergenoemde onderwijsmodules uit, gevolgd door twee formatieve beoordelings-taken over scheikundig (leerling)onderzoek. Uit deze deelstudie bleek dat leerlingen het EQI-instrument als relevant beschouwden voor de evaluatie van NBV van een onderzoek, voldoende kennis over de CoE vergaarden en deze CoE met ondersteuning van klasgenoten en docenten konden toepassen in een nieuwe onderzoeks-

context. Een lessenserie van drie onderzoeksmodules is voor de leerlingen echter onvoldoende om de evaluatie van NBV naar verschillende onderzoekscontexten te vertalen zonder hulp van klasgenoten en docenten. Het effect van het gebruik van het EQI-instrument op het vertalen van de evaluatie van NBV van de ene onderzoekscontext naar de andere behoeft nader onderzoek.

In **hoofdstuk 7** wordt gereflecteerd op de uitkomsten van de vijf deelstudies om vervolgens de onderzoeksvraag te beantwoorden. Het ontwikkelde EQI-instrument, dat gebaseerd is op vier ontwerpkenmerken, kan worden gebruikt door bovenbouw vwo-leerlingen bij het evalueren van de NBV van onderzoek in de verschillende bètavakken. De ontwerpkenmerken met betrekking tot het onderwijsleerproces zijn uitgewerkt in een ontwerp van een lessenserie waarmee het leren evalueren van NBV in afzonderlijke onderzoeken ondersteund wordt. Enkele aanwijzingen werden gevonden dat zowel het ontwerp van het EQI-instrument als het ontworpen onderwijsleerproces ondersteunend zijn voor het vertalen van de evaluatie van NBV van de ene onderzoekscontext naar de andere, maar dit kan niet volledig onderbouwd worden met behulp van de verkregen onderzoeksgegevens uit de verschillende deelstudies. Op basis van de leeropbrengst kan gesteld worden dat leerlingen, met hulp van klasgenoten en docenten, de evaluatie van NBV in verschillende contexten met gebruik van het EQI-instrument kunnen uitvoeren. Het vergroten van de leeropbrengst door het zonder hulp gebruiken van het EQI-instrument is nog lastig voor de meeste leerlingen. Een lessenserie van drie (lange) onderzoeksmodules lijkt te kort te zijn voor beginners om de NBV van onderzoek te leren evalueren zonder verdere ondersteuning naast het EQI-instrument. Beperkingen van de studies uit dit proefschrift zijn het kleine aantal deelnemende leerlingen en de minimale bestudering van de rol van de docent in het onderwijsleerproces. Hiernaast is niet geanalyseerd of de ontworpen onderzoeksmodules en formatieve beoordelingstaken een ongeveer even grote moeilijkheidsgraad hebben qua toepassing van het EQI-instrument voor het evalueren van NBV van onderzoek. De verschillende deelstudies leidden tot aanvullingen op het onderzoek naar onderwijs aan bovenbouw vwo-leerlingen. Ten eerste is duidelijk geworden welke CoE uit het CoE-model gebruikt konden worden als inhoud van een zelfevaluatie-instrument om de NBV te evalueren in onderzoek in de verschillende bètavakken. Hiernaast werd duidelijk dat, om leerlingen volledig te ondersteunen in het leren evalueren van NBV, verschillende onderdelen met een verschillende functie nodig zijn in een zelfevaluatie-instrument: een overzichtskaart, een checklist om te controleren of alle noodzakelijke stappen zijn uitgevoerd en rubrics om de NBV te evalueren. De SOLO-taxonomie is een bruikbare taxonomie gebleken om de verschillende niveaus van uitvoering van onderzoek te beschrijven in rubrics, in het bijzonder om beginners te laten zien wat hun huidige niveau van beheersing is en welk(e) niveau(s) zij nog kunnen bereiken. Om de algemene beschrijvingen in de rubrics bruikbaar te maken voor zoveel mogelijk leerlingen zouden deze vergezeld



SAMENVATTING

moeten gaan van passende voorbeelden uit (eerder) leerlingonderzoek. Verder is gebleken dat het onderwijsleerproces voldoende opdrachten zou moeten omvatten om beginners te leren hoe ze het zelfevaluatie-instrument zouden moeten gebruiken in verschillende onderzoekscontexten, bijvoorbeeld door het analyseren van NBV in natuurwetenschappelijk onderzoek, discussies met klasgenoten en docentenfeedback op de NBV van eigen onderzoek van de leerlingen. Als gevolg van de herziene eindtermen van de bètavakken in Nederland (vanaf 2016 is het vwo-eindexamen hierop gebaseerd) zouden bovenbouw vwo-leerlingen én hun bètadocenten procedureel inzicht moeten verwerven in de betekenis van NBV in onderzoek en, specifiek, hoe NBV van onderzoek in de verschillende bètavakken bepaald kan worden. Het EQI-instrument en het onderwijsleerproces die ontwikkeld zijn in deze studie kunnen ondersteunend zijn om deze eindtermen te bereiken. Ofschoon het onderwijzen van het evalueren van NBV aan bètadocenten buiten het aandachtsveld van deze studie valt, hebben de verschillende deelstudies aanknopingspunten opgeleverd voor het opzetten van nascholingscursussen om bètadocenten te trainen in het evalueren van NBV van een onderzoek.

