

# Een nadere beschouwing van de praktische opdracht in het onderwijs



**W.J.W.A. van der Zanden (0582608)**

**Onderzoek van Onderwijs 3 (3W745)**

**September 2007**

## Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding.....</b>	<b>3</b>
<b>2 De Tweede Fase</b>	
<b>2.1 Uitgangspunten Tweede Fase.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 De eerste ervaringen.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 De praktische opdracht.....</b>	<b>8</b>
<b>3 Ervaringen van docenten op het Oelbert gymnasium.....</b>	<b>13</b>
<b>4 Ervaringen van leerlingen op het Oelbert gymnasium.....</b>	<b>16</b>
<b>5 Analyse van een tweetal praktische opdrachten</b>	
<b>5.1 Praktische opdracht over "De rij van Fibonacci".....</b>	<b>21</b>
<b>5.2 Praktische opdracht over "Complexe getallen".....</b>	<b>22</b>
<b>6 Conclusies</b>	
<b>6.1 Conclusies Hoofdstuk 2.....</b>	<b>24</b>
<b>6.2 Conclusies Hoofdstuk 3.....</b>	<b>25</b>
<b>6.3 Conclusies Hoofdstuk 4.....</b>	<b>25</b>
<b>6.4 Conclusies Hoofdstuk 5.....</b>	<b>26</b>
<b>6.5 Eindconclusies.....</b>	<b>27</b>
<b>Bijlage 1: Voetnoten.....</b>	<b>28</b>
<b>Bijlage 2: Vragenlijst docenten Oelbert gymnasium.....</b>	<b>29</b>
<b>Bijlage 3: Vragenlijst leerlingen Oelbert gymnasium.....</b>	<b>31</b>

## **1 Inleiding**

In hoofdstuk 2 zal allereerst een beeld geschetst worden van het ontstaan van de Tweede Fase. Hierna zal kort ingegaan worden op de eerste ervaringen, die met de Tweede Fase zijn opgedaan. In paragraaf 3 van hoofdstuk 2 komt dan de praktische opdracht aan bod. Hierbij gaat het voornamelijk over de ervaringen van docenten met deze praktische opdracht. Hiervoor is gebruik gemaakt van allerlei onderzoeken, die met name in de eerste jaren waarin scholen met de Tweede Fase gewerkt hebben uitgevoerd zijn. Op deze manier wordt duidelijk waar in de eerste jaren de knelpunten hebben gelegen en op welke manieren deze door de scholen en de wetgever opgelost zijn.

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten terug te vinden van de vragen die aan twee wiskundedocenten op het Sint Oelbert Gymnasium gesteld zijn. Hier wordt vooral ingegaan op de manier waarop zij met de praktische opdracht omgaan en hoe ze die beleven. Om meer te weten te komen over de manier waarop leerlingen de praktische opdracht ervaren zijn aan een 39tal leerlingen een aantal schriftelijke vragen hierover gesteld. De resultaten hiervan zijn te vinden in hoofdstuk 4.

In het vijfde hoofdstuk worden een tweetal praktische opdrachten bekeken en geanalyseerd die door leerlingen van het Sint Oelbert Gymnasium gemaakt zijn. In het afsluitende hoofdstuk 6 worden vervolgens enkele conclusies getrokken. In de paragrafen 1 tot en met 4 van dit hoofdstuk worden de conclusies gegeven voor elk van de afzonderlijke hoofdstukken. In paragraaf 5 volgen enkele afsluitende eindconclusies over de toekomst van de praktische opdracht op basis van de gegevens uit de voorgaande hoofdstukken.

Voetnoten worden als volgt weergegeven [Hoofdstuk – nummer]. In bijlage 1 wordt dan een nadere toelichting gegeven. Dit is meestal een literatuurverwijzing.

Een woord van dank gaat verder uit naar Wim van Loon en Raoul Steuns, beide wiskundedocenten op het Sint Oelbert Gymnasium. Zij hebben mijn vragen over praktische opdrachten uit hoofdstuk 3 beantwoord. Tevens hebben zij de enquêtevragen uit hoofdstuk 4 in een tweetal klassen afgenomen en een aantal praktische opdrachten van leerlingen ter beschikking gesteld.

## 2 De Tweede Fase

De invoering van de praktische opdracht hangt nauw samen met de Tweede Fase. In dit hoofdstuk zal door middel van een literatuurstudie nader ingegaan worden op de achtergronden van de praktische opdracht. Om dit echter goed te kunnen plaatsen zal ook ingegaan worden op de geschiedenis van de Tweede Fase in het onderwijs.

### 2.1 Uitgangspunten Tweede Fase

De invoering van de Tweede Fase heeft in de jaren 90 van de vorige eeuw plaatsgevonden om in te spelen op de veranderende omstandigheden in de samenleving en nieuwe inzichten in de manier waarop lesgegeven wordt. In de in 1991 verschenen nota "Profiel van de tweede fase voortgezet onderwijs" worden een aantal redenen gegeven voor de vernieuwing van de bovenbouw van HAVO en VWO die uiteindelijk tot de Tweede Fase heeft geleid:

- *Het HAVO en VWO bereiden hun leerlingen onvoldoende voor op een succesvolle deelname aan een vervolgstudie in respectievelijk het HBO en WO;*
- *Er zijn grote aansluitingsproblemen tussen het HAVO en VWO enerzijds en het HBO en WO anderzijds, wat leidt tot hoge percentages uitvallers in het hoger onderwijs;*
- *Studenten in het hoger onderwijs hebben te weinig studievoordigheden en zijn onvoldoende in staat om zelfstandig te leren. Op die vaardigheden moeten zij in het voortgezet onderwijs worden voorbereid;*
- *Na de invoering van de basisvorming in de eerste leerjaren van het voortgezet onderwijs moet ook de bovenbouw worden vernieuwd. [2-1]*

Op deze manier moet er meer rekening gehouden kunnen worden met de verschillen van de leerlingen en moeten leerlingen zelfstandiger aan de slag kunnen. Ook moet een betere aansluiting gecreëerd worden met het universitair hoger onderwijs. Voor de uitwerking van de Tweede Fase wordt in 1993 de "Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs" ingesteld. Deze formuleert in haar notitie "De Tweede Fase vernieuwt" uit 1994 de volgende adviezen:

- *Het aanbod van leerstof wordt heroverwogen en daarmee vindt een actualisering van de inhoud plaats;*
- *De leerstof die alle leerlingen aangeboden wordt, is breed en bevat zowel alfa-, bèta- als gamma-elementen;*
- *Er worden samenhangende vakkenpakketten aangeboden in de vorm van doorstroomprofielen die bestaan uit een gemeenschappelijk deel (iets minder dan 50%), een profielspecifiek deel (iets meer dan 30%) en een vrij deel (iets meer dan 20%);*
- *De leerwegen binnen de opleidingen worden waar mogelijk geïndividualiseerd;*
- *De organisatie van het onderwijs geschiedt op basis van de studielastbenadering;*
- *Het vergaren van kennis en inzicht blijft van wezenlijk belang, maar het verwerven van vaardigheden wordt een belangrijker aspect. Kennis, inzicht en vaardigheden zullen in evenwichtige samenhang het programma bepalen;*
- *De school zal zich ontwikkelen tot een studiehuis, passend bij visie en beleid van het schoolteam. [2-2]*

### **2.1.1 Studielast**

Tussen docent en leerling zal er in het algemeen steeds sprake zijn van een verdeling van de leerfuncties. Hierbij zijn er een drietal basisvormen:

1. Docent-gestuurd:

De docent stuurt het onderwijs volledig. Hij laat geen leerfuncties aan leerlingen over.

2. Gedeelde sturing:

Er vindt een verdeling plaats van de leerfuncties tussen docent en leerling. Dit wordt ook wel actief leren genoemd. Leerlingen voeren zelf leeractiviteiten uit en leren steeds meer hun eigen leerproces te sturen.

3. Leerling-gestuurd:

Dit is feitelijk zelfstandig leren waarbij leerlingen in staat moeten zijn om hun eigen docent te zijn. De docent is nu vooral een procesbegeleider.

Wanneer een leerling aan het einde van zijn schoolloopbaan beland is, moet hij in staat kunnen zijn om vrijwel leerling-gestuurd te werken. Een dergelijke studiehouding wordt namelijk ook verwacht op het universitaire vervolgonderwijs.

De stuurgroep merkt terecht op dat er veel verschillen tussen leerlingen zijn. Naarmate er verder in de tijd teruggedaan wordt, houdt de manier van onderwijs geven steeds minder rekening met deze verschillen tussen leerlingen. Er is dus een grotere variatie in leersituaties nodig. Door het gaan werken met een studielast is het naar mening van de stuurgroep mogelijk om de beschikbare studietijd beter te benutten en de docententijd flexibeler in te zetten. In de praktijk kan dit gebeuren door het inplannen van studie-uren waarin zelfstandig gewerkt kan worden door leerlingen, het werken aan taken via een aftekensysteem en allerlei variaties in werkvormen.

Voor leerlingen wordt uitgegaan van een studielast van 1600 uur. Een schooljaar bestaat zo dus uit 40 weken van elk 40 uur. In deze 1600 uur moeten alle activiteiten plaatsvinden. Dus niet alleen de lessen, maar ook het voorbereiden van de leerling op een proefwerk en het maken van eventuele werkstukken. De stuurgroep geeft aan dat er op deze manier sprake zal zijn van een zwaardere studielast dan nu het geval is, maar ook van meer uitdaging voor de leerlingen.

### **2.1.2 Studiehuis**

De stuurgroep pleit voor het niet te veel vastleggen van het leerproces in allerlei wet- en regelgeving. Landelijk moet bepaald worden wat een leerling moet kennen en kunnen bij het voltooien van zijn middelbare school. De manier waarop het leerproces vervolgens ingericht wordt, ligt bij de scholen zelf. Op deze manier hebben de scholen dus mogelijkheden om te variëren:

1. Lessen:  
Door het gaan werken met het begrip "studielast" bestaat er voor scholen de ruimte om een deel van hun klassikale lessen te vervangen door andere werkvormen. Een school kan hier bijvoorbeeld voor het model kiezen om een aantal uren zelfstandig werken in te voeren. Binnen deze uren hebben leerlingen dan een bepaalde keuze om te bepalen aan welke vakken zij werken.
2. Contacttijd met de docent:  
Als een school er voor kiest om minder met klassikale lessen te gaan werken, komt er ruimte vrij voor andere contactmogelijkheden. Behalve lessen, klassikaal of zelfstandig, kan dan gedacht worden aan groepswork, zelfstudie, stages, excursies en individuele begeleiding.
3. Roosters:  
In plaats van roosters die het hele jaar hetzelfde zijn, kan een school de Tweede Fase aangrijpen om het jaar in een aantal periodes te verdelen. In elke periode worden dan een aantal (samenhangende) vakken aangeboden. Een andere mogelijkheid is het afstappen van de 50 minuten lessen zoals die in de meeste scholen gebruikelijk zijn en kiezen voor langere lessen waarin beter op bepaalde aspecten van een vak ingegaan kan worden.
4. Groepsvormen:  
Leerlingen zitten steeds in klassen met klasgenoten van hetzelfde leerjaar. Binnen het studiehuis zijn hier ook variaties mogelijk. Er kan b.v. voor gekozen worden om te gaan werken met groepen waarin leerlingen zitten op basis van wat ze kennen en kunnen. Zo zou b.v. een samengestelde groep van leerlingen uit klas 4 en 5 gemaakt kunnen worden.

### **2.1.3 De vakken**

De stuurgroep acht het van belang dat alle leerlingen een bepaalde gemeenschappelijke basis hebben. De bijna volledig vrije keuze die voor het studiehuis bestond (vaak Nederlands en Engels verplicht) wordt dan ook verlaten. In de Tweede Fase vindt er een invoering plaats van zogenaamde profielen. Binnen elk profiel zijn er een aantal vakken die vastliggen. In dit gemeenschappelijke deel komen de talen te zitten met verder o.a. wiskunde en culturele en kunstzinnige vorming. Wiskunde wordt voor alle leerlingen van belang geacht en komt daardoor in alle profielen voor. Hierbij wordt de indeling volledig anders dan bij Wiskunde A en B zoals die voor de Tweede Fase gegeven werden. Wiskunde is verder een vak waarin vaardigheden aangeleerd kunnen worden, die bij andere vakken van belang zijn. Het gaat hierbij dus niet enkel om het oplossen van sommen alleen.

De volgende vier profielen zijn ontwikkeld:

1. Cultuur en maatschappij:

- Een profiel gericht op vervolgmogelijkheden binnen de sectoren sociale wetenschappen, geschiedenis, recht, taal en cultuur.
2. Economie en maatschappij:  
Een profiel gericht op doorstromers naar sociale en economische richtingen.
  3. Natuur en gezondheid:  
Een profiel gericht op medische en biologische richtingen.
  4. Natuur en techniek:  
Een profiel gericht op doorstromers naar bèta- en technische opleidingen.

Tot slot blijft er binnen elk profiel nog een vrije ruimte over. Deze vrije ruimte kan benut worden om een tweede profiel te kiezen of delen hiervan. Op deze manier kan bijvoorbeeld het profiel "Natuur en gezondheid" wat technischer gemaakt worden of het profiel "Cultuur en maatschappij" wat economischer. Ook wijst de stuurgroep op de mogelijkheid tot het volgen van vakken die niet voorkomen in één van de profielen. Zo zijn er bijvoorbeeld scholen die vakken als Fries of Spaans aanbieden.

#### **2.1.4 Vaardigheden**

De invoering van de Tweede Fase hangt nauw samen met het feit dat leerlingen meer moeten kunnen doen met hun opgedane kennis. Doordat leerlingen allerlei vaardigheden aangeleerd worden, zou hun opgedane kennis effectiever moeten worden. Met name vanuit de universiteiten zijn allerlei signalen gekomen dat beginnende studenten over te weinig vaardigheden beschikken. De Vereniging van Samenwerkende Nederlandse Universiteiten (VSNU) geeft aan "*dat studenten in staat moeten zijn zelfstandig te studeren, grote lijnen te zien, hoofd- en bijzaken te onderscheiden, problemen op te lossen met de opgedane kennis en zich schriftelijk en mondeling correct uit te drukken.*" [2-3]

Hierbij moet er een onderscheid gemaakt worden tussen studievaardigheden, die van belang zijn om effectief te studeren en algemene vaardigheden, die veel minder specifiek gericht zijn op het studieproces. In de eindtermen en examenprogramma's zullen de algemene vaardigheden dus opgenomen dienen te worden. In allerlei leerplannen, opgaven etc. kunnen ze dan heel concreet uitgewerkt worden. Het vakoverschrijdend samenwerken wordt hierbij belangrijk. Zo is het verstandig als een school bijvoorbeeld uniforme richtlijnen opstelt waaraan werkstukken en verslagen dienen te voldoen.

#### **2.2 De eerste ervaringen**

In het schooljaar 1998/1999 gaan de eerste 125 scholen van start met de vernieuwde Tweede Fase. Het Sociaal en Cultureel Planbureau geeft vervolgens een overzicht van de klachten, die vrij snel na de invoering ontstaan zijn [2-4]:

1. Een hoge studielast voor de leerlingen:  
Deze is ontstaan door het aantal vakken dat de leerlingen dienen te volgen, alsmede door het hoge aantal praktische opdrachten en werkstukken. In 2002 zijn inmiddels al een tweetal keren maatregelen genomen om de studielast te verminderen;
2. Een grote werkdruk voor docenten:  
Er is vooral sprake van een grote toename van de administratieve lasten. Het opstellen van programma's en studiewijzers is nodig. Ook moeten de vorderingen van leerlingen bijgehouden worden. Het opstellen en beoordelen van praktische opdrachten is tijdrovend. Door het op vele scholen invoeren van zelfstandig werken uren is het aantal klassikale lessen afgenomen, waardoor meer stof in dezelfde tijd behandeld moet worden;
3. Problemen in de schoolorganisatie:  
Er is door de invoering van de Tweede Fase meer overleg nodig tussen docenten. Dit betekent dat een andere instelling en tijd nodig is. Deze tijd is er niet altijd;
4. Problemen met de didactische aanpak:  
Leerlingen blijken op zich tevreden te zijn met de extra verantwoordelijkheid, die ze bij de invoering van de Tweede Fase gekregen hebben. Ze hebben echter het idee dat deze door de docenten weer ingeperkt wordt. Bijvoorbeeld door de studiewijzers waarmee gewerkt wordt.

### **2.3 De praktische opdracht**

Bij de start van de Tweede Fase is er ook een monitoringsproject opgestart onder de scholen, die hiermee begonnen zijn. In september en oktober 1998 heeft er een eerste peiling plaatsgevonden onder deze scholen [2-5]. Hier worden door de scholen een aantal voorlopige uitspraken gedaan over de praktische opdracht in de Tweede Fase. De deelnemende scholen geven aan dat de werklast in zijn geheel als zwaar ervaren wordt. In hoeverre dit het gevolg is van allerlei invoeringszaken is op dit moment natuurlijk nog niet duidelijk. De verwachting wordt uitgesproken dat dit pas echt duidelijk wordt als met grotere zaken als de praktische opdracht en het profielwerkstuk begonnen wordt. Men verwacht problemen om de leerlingen in de daarvoor beschikbare tijd op een goede manier te begeleiden. Ook bij het examenprogramma zijn de scholen van mening dat dit wel eens overbelast zou kunnen worden door een aantal nieuwe zaken, die door de Tweede Fase zijn ingevoerd.

Aan het einde van het schooljaar 1998/1999 is opnieuw een peiling [2-11] onder deze scholen uitgevoerd waarin gevraagd is welke veranderingen deze scholen gaan aanbrengen in het volgende schooljaar bij de Tweede Fase. 25 van de 69 scholen zijn van plan om veranderingen m.b.t. de aanpak van praktische opdrachten te gaan doorvoeren. Hierbij kan gedacht worden aan het coördineren van de planning van praktische opdrachten door het jaar heen om zo een betere spreiding te krijgen. Ook is een betere coördinatie nodig tussen de praktische opdrachten enerzijds



en het profielwerkstuk anderzijds. Om de toetsdruk te verminderen wordt ook gedacht aan het beperken van het aantal praktische opdrachten. Een aantal scholen geeft aan praktische opdrachten niet meer te herkansen. Blijkbaar is dit in het eerste jaar nog wel gebeurd. Om fraude tegen te gaan zullen praktische opdrachten ook meer en beter bewaard moeten worden.

In een peiling [2-6] die in het begin van het schooljaar 1999/2000 is uitgevoerd onder alle scholen, die dan met de Tweede Fase bezig zijn, zijn de opvattingen over de praktische opdracht al concreter. Doordat veel scholen de keuze hebben gemaakt om veel klassikale lessen in te roosteren blijft er voor zaken als begeleiding, die juist bij een praktische opdracht van belang zijn, te weinig tijd over. Ook wordt het voorstel gedaan om de toetsdruk te verminderen, door een praktische opdracht te gebruiken om delen uit het examenprogramma te toetsen.

Uit deze tweede peiling blijkt verder dat de praktische opdracht nog niet echt een plaats gevonden heeft binnen de school. Schoolbrede afspreken over de manier waar met de praktische opdracht wordt omgegaan zijn er op de meeste scholen nog niet. Hierbij valt dan te denken aan zaken als:

- Spreiding in tijd en in type van praktische opdrachten;
- Mogelijkheden van begeleiding en vaststellen van beoordelingscriteria van deze opdrachten;
- Welke vaardigheden moeten via een praktische opdracht getoetst worden?
- Wat is een reële studielast voor een praktische opdracht?
- Hoe wordt voorkomen dat leerlingen vooral met de vormgeving en niet met de inhoud van de praktische opdracht bezig zijn?

De scholen zijn overigens wel van plan om deze afspraken zo snel als mogelijk te gaan maken. Het gaat hier overigens wel om zaken die een flinke tijdsinvestering zullen kosten van de betrokken docenten.

Suggesties die docenten doen zijn het terugbrengen van het aantal van deze opdrachten en/of ze minder zwaar mee laten tellen in het examendossier van de leerlingen. Andere docenten vinden dat dit dan juist weer leidt tot een aantasting van het principe van het studiehuis.

Het is vervolgens interessant om een vergelijking te maken tussen de scholen die in 1998/1999 en die in 1999/2000 begonnen zijn. Er zijn aparte peilingen gehouden onder deze twee soorten scholen [2-7] en [2-9].

- 70 tot 80% van de scholen geeft aan behoefte te hebben aan scholing betreffende de Tweede Fase. Bij de 1998/1999 scholen staat de praktische opdracht hierbij op de tweede plaats. Bij de 1999/2000 scholen wordt deze veel minder genoemd;
- De behoefte aan regionale bijeenkomsten over het programma van toetsing en afsluiting is minder. Bij de 1998/1999 scholen heeft 1/3

hier behoefte aan. Bij de 1999/2000 scholen ongeveer de helft. Het onderwerp praktische opdrachten wordt door beide scholen genoemd, maar niet in overheersende mate;

- Op de concrete vraag "Zijn er schoolbrede afspraken gemaakt over praktische opdrachten?" worden de volgende antwoorden gegeven:

*n = 73, meer dan één antwoord mogelijk (1998/1999) [2-8]*

<i>a Nee nog niet, maar dat gaan wij wel doen</i>	12
<i>b Nee, dat zijn wij niet van plan</i>	0
<i>c Ja, maar we moeten e.e.a. nog uitwerken</i>	25
<i>d Ja, om de opdrachten goed in tijd te spreiden</i>	48
<i>e Ja, om de typen praktische opdrachten goed te verdelen</i>	35
<i>f Ja, om de beoordelingscriteria vast te stellen</i>	24
<i>g Ja, om</i> <i>- po's in standaardvorm aan te bieden (2)</i> <i>- aantal en omvang in sl's te coördineren</i>	4

*n = 236, meer dan één antwoord mogelijk (1999/2000) [2-10]*

<i>a Nee nog niet, maar dat gaan wij wel doen</i>	103
<i>b Nee, dat zijn wij niet van plan</i>	2
<i>c Ja, om de opdrachten goed in tijd te spreiden</i>	157
<i>d Ja, om de typen praktische opdrachten goed te verdelen</i>	100
<i>e Ja, om de beoordelingscriteria vast te stellen</i>	107
<i>f Ja, om</i> <i>- de eenduidigheid te bevorderen/ afstemming tussen vakken en secties.</i>	10
<i>- de aantallen te beperken</i>	5
<i>- de algemene vaardigheden te spreiden</i>	1
<i>- de omvang beperk te houden</i>	1
<i>- de werkdruk voor leerlingen en docenten te verlichten</i>	1

Geconcludeerd kan worden dat de scholen, die in 1998/1999 begonnen zijn al vrij ver zijn met het maken van afspraken. Ten opzichte van een jaar geleden is er dus al de nodige vooruitgang geboekt met het vastleggen van allerlei zaken betreffende de praktische opdracht;

- Een grote meerderheid van de 1998/1999 scholen vindt dat docenten genoeg informatie hebben kunnen vinden over de praktische opdracht (49 keer ja en 14 keer nee). Bij de 1999/2000 scholen is deze verhouding iets minder uitgesproken (125 keer ja en 48 keer nee);
- 51 van de 73 1998/1999 scholen ondervinden nog problemen bij de organisatie van praktische opdrachten. Vooral genoemd worden hier de spreiding (25), de tijd (23) en de afstemming (12). Bij de

1999/2000 scholen ondervinden 81 van de 231 scholen problemen bij de organisatie van praktische opdrachten. Genoemd worden ook hier tijd (37), spreiding (24) en afstemming (18). Het feit dat bij de 1999/2000 scholen minder problemen ondervonden worden, is waarschijnlijk te verklaren uit het feit dat deze op het moment van afname van de peiling nog niet bezig zijn met het werken aan de praktische opdracht.

Op 26 maart 2000 heeft de Tweede Kamer een aantal tijdelijke maatregelen goedgekeurd om scholen meer ruimte te geven om de vernieuwingen van de Tweede Fase door te voeren. Via een peiling die in het voorjaar van 2000 [2-12] is gehouden, is geprobeerd om zicht te krijgen op de wijzigingen die scholen van plan zijn aan te brengen. Hierbij is door de onderzoekers een onderscheid gemaakt tussen wijzigingen die aangebracht gaan worden voor leerlingen die in het schooljaar 1999/2000 begonnen zijn en leerlingen die in het schooljaar 2000/2001 met de Tweede Fase in aanraking komen. Eén van deze tijdelijke maatregelen had betrekking op de praktische opdracht. De wegingsfactor gaat van 40% naar 20% en het verplicht aantal praktische opdrachten wordt beperkt tot één per vak. Aan de scholen wordt vervolgens de vraag gesteld of men het aantal praktische opdrachten tot één per vak gaat beperken. Van de scholen die in 1998/1999 gestart zijn met de Tweede Fase geeft 61% aan het aantal praktische opdrachten tot één per vak te beperken. Voor de scholen die in 1999/2000 gestart zijn betreft het 72% van de scholen. De andere scholen brengen ook allen op de een of andere manier beperkingen aan in het aantal praktische opdrachten. Sommige scholen beperken het aantal praktische opdrachten voor een beperkt aantal vakken tot één. Een aantal scholen brengen ook een beperking in de praktische opdrachten aan door de omvang en/of het aantal vaardigheden te verminderen. Verder wordt aangegeven dat door het teruggaan van de wegingsfactor van de praktische opdracht vooral HAVO leerlingen minder in de gelegenheid zijn om de praktische opdracht als compensatie te gebruiken.

In juni 2001 heeft het Tweede Fase Adviespunt een eindverslag [2-13] uitgebracht over een aantal schoolbezoeken, die zij gedaan heeft. Hieruit blijkt allereerst dat de meeste scholen verwachten dat de tijdelijke maatregelen permanent zullen worden. Tussen de scholen is er duidelijk sprake van een verschil van inzicht betreffende de weging van de praktische opdracht. Een aantal scholen vindt 20% in orde, andere scholen willen de opdrachten zwaarder laten wegen. Scholen hebben rond deze tijd overigens de mogelijkheid gekregen om de praktische opdracht tussen de 20% en 40% te laten meetellen. De praktische opdrachten hebben verder ook gezorgd voor meer contact met het hoger onderwijs.

Verder is ook onderzoek gedaan naar de ervaringen van leerlingen en docenten. De leerlingen vinden dat er ondanks de verlichtingsmaatregelen nog steeds sprake is van een vol programma. Wel is het merkbaar dat er

geschrappt is in de praktische opdrachten. Een nadeel vindt men wel dat de praktische opdrachten nu minder meetellen en daardoor dus ook in mindere mate voor compensatie gebruikt kunnen worden. Docenten geven over de praktische opdracht aan dat het veel tijd kost om ze samen te stellen, te begeleiden en te beoordelen. Bij het beoordelen moet ook steeds meer aandacht besteed worden aan het voorkomen van fraude, doordat leerlingen soms praktische opdrachten van internet kopiëren. Winst valt naar de mening van de docenten te behalen door het combineren van praktische opdrachten. Wanneer specifiek naar de wiskundedocenten gekeken wordt, zijn deze van mening dat ze veel tijd kosten terwijl deze tijd hard nodig is voor allerlei onderdelen. Ook leent wiskunde zich niet altijd goed voor praktische opdrachten en is het vaak ingewikkeld om goede opdrachten te vinden en/of te maken.

In september 2005 is door het Tweede Fase Adviespunt een uitgebreide evaluatie opgesteld over de Tweede Fase [2-14]. Hier komt ook de praktische opdracht opnieuw ter sprake. Bij de praktische opdracht spelen vaardigheden een belangrijke rol. Met name met de vaardigheden hebben docenten in het begin van de Tweede Fase de meeste moeite gehad. Kritiek heeft meestal niet te maken met de praktische opdracht op zich, maar met de uitvoering ervan. Leerlingen hebben de Tweede Fase zeker in het begin als te druk ervaren. Docenten hebben geklaagd dat er te weinig tijd is om leerlingen te begeleiden en alles goed na te kijken. Opvallend is overigens dat expliciet gezegd wordt dat wiskundedocenten de invoering van de praktische opdracht wel als een last ervaren hebben. Op de weg van de praktische opdracht en het verminderen van het aantal praktische opdrachten tot één per vak op de meeste scholen is eerder al ingegaan.

### **3. Ervaringen van docenten op het Sint Oelbert Gymnasium**

In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven van de interviews met twee wiskundedocenten op het Sint Oelbert Gymnasium. De beide geïnterviewde docenten hebben aangegeven dat de resultaten van dit interview in dit hoofdstuk correct zijn weergegeven. De vragenlijst waarmee dit interview afgenomen is, is terug te vinden in bijlage 3.

Invoering van de praktische opdracht heeft op het Sint Oelbert gymnasium plaatsgevonden ten tijde van de invoering van de Tweede Fase. Aangezien dit inmiddels al een flink aantal jaren geleden is, is niet ingegaan op de precieze manier waarop deze invoering heeft plaatsgevonden. Waar er eerst enkel bij vakken als Natuurkunde en Biologie sprake was van een praktische opdracht (in de vorm van practica), gebeurde dat nu voortaan voor alle vakken. Vanaf het begin is er bij het vak wiskunde gewerkt met één praktische opdracht. De werkwijze is al die tijd in grote lijnen hetzelfde gebleven. De praktische opdracht telt verder voor 20% mee met het SE. Dit wordt passend geacht gezien de hoeveelheid tijd, die de leerlingen erin steken.

Bij de voorlichting over de praktische opdracht vindt er allereerst in één les in klas 5 een mondelinge voorlichting plaats waarin alles nader uitgelegd wordt. Daarnaast is een toelichting met voorwaarden op papier beschikbaar. Verder is ook in de wiskundemethode (Getal en Ruimte) uit klas 4 het nodige over praktische opdrachten terug te vinden. Naast een uitleg over de aanpak van de praktische opdracht worden hier ook allerlei mogelijke onderwerpen genoemd. Eén van de docenten geeft aan dat hij al in de vierde klas begint met het introduceren van de praktische opdracht naar aanleiding van deze stukjes uit de wiskundemethode. Leerlingen kunnen bij de praktische opdracht, die ze in groepjes van twee of soms alleen doen, zelf een onderwerp kiezen of de keuze maken uit een aantal onderwerpen op een lijst van de docent. Hulp van de docent bij de onderwerpkeuze is in het algemeen niet nodig. Leerlingen kunnen dit zelf en dat wordt ook door de docenten gestimuleerd omdat de praktische opdracht vooral iets van de leerling zelf is. Begeleiding van de praktische opdracht vindt vooral plaats in de les zelf. Eén docent geeft expliciet aan hiervoor een lesuur in de week te reserveren gedurende de tijd die aan de praktische opdracht gewerkt kan worden. Tijdens dit uur hebben leerlingen dus de mogelijkheid om vragen te stellen. De docenten geven aan vragen buiten de lessen zoveel mogelijk te beperken omdat de praktische opdracht vooral het eigen werk van de leerling hoort te zijn. Omdat de praktische opdracht bij wiskunde niet de eerste opdracht is die leerlingen maken, is dit over het algemeen geen probleem.

Op het Sint Oelbert gymnasium wordt het schooljaar in een zestal periodes verdeeld. De leerlingen werken gedurende de vijfde periode, die zich rond de maanden maart en april bevindt aan deze praktische opdracht. Binnen de school zijn afspraken gemaakt over de verschillende

tijdstippen waarop praktische opdrachten plaatsvinden. Gezamenlijke praktische opdrachten met andere vakken zijn in het verleden wel eens geprobeerd, maar dit blijkt toch een moeilijke zaak te zijn. Met economie is het b.v. ooit eens gepoogd maar uiteindelijk werden de praktische opdrachten vooral economisch en weinig wiskundig. Dit heeft dus nooit een systematisch vervolg gekregen. Deze vorm van samenwerking wordt meer gezien als iets voor het profielwerkstuk.

Voor het bovenstaande tijdstip in het schooljaar is door de wiskundesectie bewust gekozen omdat leerlingen, dan al wat meer kennis van wiskunde hebben. Oorspronkelijk stond de praktische opdracht gepland in het begin van klas 5 maar daardoor was het nog niet mogelijk om diep genoeg op de wiskunde in te gaan voor de leerlingen. De motivatie bij de leerlingen is wisselend. Een aantal leerlingen vindt het leuk om te doen en komt met verrassende uitwerkingen van de praktische opdracht. Voor andere leerlingen is het meer een verplicht nummertje. Dit valt dan op te maken uit de keuze van het onderwerp en de manier waarop de leerlingen de praktische opdracht uitgewerkt hebben. In hoofdstuk 5 zal dit duidelijk worden.

Beoordeling van de praktische opdracht vindt plaats op een aantal onderdelen zoals het op tijd inleveren van de opdracht, de wiskunde diepgang en de eigen inbreng. Dit model is in de loop der tijd ontwikkeld om het beoordelen hanteerbaar te houden. Voor het op tijd inleveren van de opdracht worden ook punten gegeven omdat dit vooral in het begin nogal eens een probleem was. Op basis van het model wordt een eindcijfer bepaald (steeds een heel of half punt). Bij de beoordeling komt natuurlijk ook het onderwerp fraude naar voren. Van echte fraude is over het algemeen geen sprake wel worden er soms bepaalde passages van internet overgenomen waarbij het altijd lastig is om te bepalen in hoeverre dit nog toelaatbaar is of niet.

Het aangeven van echte vaardigheden, die de leerlingen aanleren d.m.v. de praktische opdracht vinden beide docenten best moeilijk. Eventuele vaardigheden die ze bij de praktische opdracht zouden leren (zoals samenwerken en ICT gebruik) worden ook bij andere vakken opgedaan. Er is geen sprake van een betere vaardigheid bij het vak wiskunde zelf. Een meerwaarde voor de praktische opdracht bij wiskunde zien beide docenten niet. Dit ligt vooral aan de aard van het vak. Zo geeft een van de docenten aan dat opdrachten in het veld zoals b.v. bij aardrijkskunde zijn niet mogelijk. Het aantal onderwerpen raakt op den duur bij wiskunde uitgeput. Daarnaast is de enige vorm van de praktische opdracht bij wiskunde de literatuurstudie.

Met ingang van 2007 is de praktische opdracht voor leerlingen die dan aan de Tweede Fase beginnen niet meer verplicht. Beide docenten geven aan dan meer met gerichte opdrachten te gaan werken. De keuze om zelf te kiezen gaat dus weg en er zal gewerkt gaan worden met een

voorgeschreven opdracht voor de hele klas. Als voorbeeld zou hierbij gedacht kunnen worden aan het uitwerken van de gevolgen van de toename van het vliegtuigverkeer op Schiphol in de nabije toekomst. Beide docenten geven aan dat ze hiervoor kiezen om zo meer grip te houden op het niveau van de praktische opdracht en ook fraude tegen te gaan. Het is vaak lastig om via internet te controleren wat leerlingen nu wel en niet gekopieerd hebben. Leerlingen zijn hier handiger in dan hun docenten. Beide docenten geven aan niet altijd veel zin te hebben om dit precies te controleren. Zodoende wordt het dus moeilijker om te weten wat echt is en wat niet.

#### 4. Ervaringen van leerlingen op het Sint Oelbert gymnasium

Om meer te weten te komen van de manier waarop leerlingen de praktische opdracht ervaren zijn aan een 39-tal leerlingen uit de 5<sup>de</sup> klas van het Sint Oelbert Gymnasium te Oosterhout een 11-tal vragen voorgelegd. Deze vragen worden in dit hoofdstuk nader uitgewerkt. In Bijlage 2 is de volledige vragenlijst te vinden zoals de leerlingen die ingevuld hebben.

##### Vraag 1:

Wat was het onderwerp van de praktische opdracht wiskunde, die je gemaakt hebt?

Complexe getallen	7
Speciale relativiteitstheorie:	5
Gulden snede:	4
Kansspelen:	3
Cardano:	2
Fractals:	2
Kosten, opbrengst en winst:	2
Stelling van Pythagoras:	2
Babylonische wiskunde:	1
BMI index normaal verdeeld?:	1
De Groene Golf:	1
De snelste route:	1
Determinanten:	1
Exponentiele groei:	1
Fibonacci:	1
Het IQ bij basisschoolkinderen:	1
Mathematica in musica:	1
Verzameling toppen:	1
Von Thunen module:	1
Wiskundige verbanden in de meerkamp:	1

##### Vraag 2:

Op welke manier heb je dit onderwerp uitgekozen?

Wiskunde boek	8
Internet	7
Altijd al interessant/leuk gevonden	6
Opdrachten Oelbert	6
Krant/boeken	4
Door ander op idee gebracht	3
Niet duidelijk	5

Van de 34 leerlingen die duidelijk aangegeven hebben op welke manier ze het onderwerp hebben uitgekozen hebben 14 leerlingen dit gekozen op



basis van een lijst uit hun Wiskunde boek of een lijst met opdrachten zoals de wiskundedocenten op het Sint Oelbert Gymnasium deze hebben. Dit verklaart ook dat bij de eerste vraag een aantal onderwerpen veelvuldig terugkomen. 17 leerlingen hebben het onderwerp zelf gekozen door op zoek te gaan op internet of in de bibliotheek. 4 van deze 17 leerlingen hebben een onderwerp gekozen waar ze al langere tijd interesse in hadden. Een drietal leerlingen tenslotte is door andere leerlingen op een idee gebracht voor hun onderwerp.

Vraag 3:

Met hoeveel personen heb je de praktische opdracht gemaakt?

Alleen (1)	9 (23,1%)
Met iemand anders (2)	30 (76,9%)

Ongeveer een kwart van de leerlingen heeft ervoor gekozen om de praktische opdracht alleen te maken. Driekwart van de leerlingen heeft hem samen met een andere leerling gemaakt.

Vraag 4:

Hoeveel tijd heb je besteed aan het uitwerken van de praktische opdracht?

0 – 15 uur	6 (15,4%)
16 – 30 uur	13 (33,3%)
31 – 45 uur	3 (7,7%)
45 – 60 uur	8 (20,5%)
Overig	9 (23,1%)

Bij overig werden de volgende antwoorden gegeven: (Te) veel [4], 4 volle dagen [2], Niet heel veel [1], Een paar uur [1] Verspreid over 3 weken [1].

Er is hier niet gekozen voor het uitsplitsen van de antwoorden voor leerlingen die de praktische opdracht alleen gedaan hebben en leerlingen die hem met een andere leerling samen hebben gedaan. Deze eerste groep was hiervoor te klein en bovendien waren de antwoorden ook te verschillend. Van de 30 leerlingen die een tijdsduur hebben ingevuld hebben er 19 minder dan 30 uur aan de praktische opdracht gewerkt. Blijkbaar is dit de tijd die een gemiddelde leerling voor zijn opdracht nodig heeft. 8 leerlingen hebben er duidelijk meer werk aan besteed, hier zal het gaan om de enthousiaste leerlingen, die graag met wiskunde bezig zijn en veel tijd willen steken in het uitzoeken van het een en ander. Als kanttekening moet wel gemaakt worden, dat de leerlingen een inschatting hebben moeten maken van de tijd dat ze met hun praktische opdracht

bezig zijn geweest. Het aantal geschatte uren zal hierdoor zeker wat verschillen van het werkelijke aantal uren.

Vraag 5:

Vind je dat deze tijd (bedoeld wordt de opgegeven tijd bij vraag 4) in verhouding staat tot de mate waarin de praktische opdracht meetelt in je eindcijfer?

Ja	23 (58,9%)
Nee	13 (33,3%)
Onduidelijk antwoord	3 (7,7%)

Redenen die door de leerlingen bij een nee antwoord worden gegeven:

- "wij hebben er erg veel tijd aan besteed, bijna net zoveel als we aan het profielwerkstuk moeten besteden."
- "ik vind dat de praktische opdracht een groter deel van het eindcijfer zou moeten zijn."
- "ik vind dat de kwaliteit het belangrijkste moet zijn, tijd heeft daar niet veel mee te maken."
- "totaal niet"
- "want 20% dat meetelt voor SE is best veel en de tijd die 80% meetelt is veel meer."
- "redelijk tevreden. In mijn ogen zou PO vaker mee mogen tellen, als je kijkt naar de besteden tijd."
- "want ik heb er meer voor gedaan dan voor leren van het examen."
- "maar wel in verhouding tot hoe hoog het cijfer is."
- "had iets zwaarder gemogen."
- "wij willen hoger."

Van de 39 leerlingen is rond de 60% tevreden over de mate waarin de praktische opdracht meetelt in het eindcijfer. 1/3 van de leerlingen is hier niet tevreden over. Bijna al deze leerlingen geven ook een reden aan waarom ze dit vinden. De rode lijn hierin is dat ze er naar hun beleving veel meer tijd ingestopt hebben, dan dat de praktische opdracht meetelt met het eindcijfer.

Vraag 6:

Was de periode waarin je de praktische opdracht moest maken lang genoeg?

Ja	28 (71,8%)
Nee	10 (25,6%)
Onduidelijk antwoord	1 (2,6%)

De leerlingen zijn voor een groot deel (72%) tevreden over de lengte van de periode waarin de praktische opdracht gemaakt moest worden. Enkele

leerlingen hebben nog een toelichting gegeven bij hun antwoord. Uit deze antwoorden komt vooral naar voren dat door andere schoolzaken de periode waarin de praktische opdracht gemaakt dient te worden als druk ervaren wordt. Sommige leerlingen vinden daardoor dat deze periode niet lang genoeg is.

Vraag 7:

Moest je in deze periode ook nog werken aan praktische opdrachten van andere vakken? Zo ja voor welke vakken?

1	7 (17,9%)
2	8 (20,5%)
3	8 (20,5%)
4 of meer	7 (17,9%)
Onduidelijk	9 (23,1%)

9 van de 39 leerlingen wisten niet meer aan hoeveel praktische opdrachten voor andere vakken ze gewerkt hadden. Bij de 7 leerlingen die bij meer dan 4 vakken aan een praktische opdracht hebben gewerkt zaten enkele uitschieters naar boven van 6 en zelfs 12 vakken. De overige 23 leerlingen geven aan dat ze bij 1 tot 3 andere vakken ook aan een praktische opdracht hebben moeten werken. Hiermee kan dus aangenomen worden dat een leerling naast de praktische opdracht voor wiskunde nog voor (gemiddeld) twee andere vakken met een praktische opdracht bezig was.

Vraag 8:

Heb je door het uitwerken van de praktische opdracht een beter inzicht gekregen in het onderwerp, dan wanneer dit onderwerp klassikaal behandeld zou zijn?

Positief antwoord	30 (76,9 %)
Negatief antwoord	4 (10,3%)
Onduidelijk antwoord	5 (12,8%)

Ruim 75% van de ondervraagde leerlingen is van mening dat ze door middel van het uitvoeren van een praktische opdracht een beter inzicht in het onderwerp hebben gekregen dan wanneer dit onderwerp klassikaal behandeld zou zijn. Deze leerlingen geven unaniem aan dat je bij een praktische opdracht dieper op een onderwerp ingaat en dat je ook veel zelf uit moet zoeken waardoor het onderwerp beter beklijft. De negatieve antwoorden waren verder niet gemotiveerd.

Vraag 9:

Hoe zou je het vinden als je in plaats van zelf een onderwerp te kiezen voor een praktische opdracht, kunt kiezen uit een aantal vastgelegde onderwerpen?

Positief antwoord	15 (38,5%)
Negatief antwoord	18 (46,2%)
Onduidelijk antwoord	6 (15,4%)

De ondervraagde leerlingen zijn duidelijk verdeeld over de vraag of ze het prettiger vinden een onderwerp uit een lijst te kiezen i.p.v. er zelf een te moeten verzinnen. Leerlingen die hier positief op antwoorden geven vooral aan dat het dan makkelijker is om een onderwerp te kiezen. Wel plaatsen een aantal de kanttekening dat er dan wel sprake moet zijn van een ruime keuze uit de onderwerpen. Een leerling geeft expliciet aan dat ze dit positief vindt omdat het dan makkelijker is om onderling te vergelijken met andere leerlingen[!]. Leerlingen die negatief tegenover deze vraag staan geven vrijwel allen aan dat de praktische opdracht dan minder interessant wordt en dat de motivatie dan ook zal dalen. De 6 leerlingen met een onduidelijk antwoord geven bijna altijd als antwoord dat het enerzijds makkelijker is als je het onderwerp uit een lijst uit kunt kiezen, maar dat anderzijds wel het risico bestaat dat het allemaal wat saaier wordt.

#### Vraag 10:

Wat zou je er van vinden als de praktische opdracht bij het vak wiskunde wordt afgeschaft?

Positief t.o.v. afschaffing	8 (20,5%)
Negatief t.o.v. afschaffing	27 (69,2%)
Onduidelijk antwoord	4 (10,3%)

Van de 35 leerlingen die een duidelijk positief of negatief antwoord op deze vraag gaven staan er slechts 8 positief t.o.v. de afschaffing van de praktische opdracht. Redenen die dan genoemd worden zijn dat de praktische opdracht veel tijd kost en dat men de meerwaarde er niet van inziet. Redenen waarom leerlingen negatief t.o.v. het afschaffen van de praktische opdracht staan is dat ze door het onderzoekachtige karakter ervan op een andere manier met wiskunde bezig leren te zijn. Wiskunde wordt er praktischer door. Het werken aan de praktische opdracht zorgt ook tot het zelfstandig werken aan wiskunde. Een aantal leerlingen geeft echter aan de praktische opdracht fijn te vinden doordat deze leidt tot minder toetsen en het een manier is om het wiskundepunt te compenseren.

#### Vraag 11:

Heb je nog andere opmerkingen over praktische opdrachten bij wiskunde?

Het overgrote merendeel van de leerlingen heeft geen verdere opmerkingen. Slechts enkele leerlingen hebben relevante opmerkingen die vooral een uitbreiding waren van een antwoord op een eerdere vraag. Deze opmerkingen zijn dan ook steeds bij de desbetreffende vraag verwerkt.

## **5 Analyse van een tweetal praktische opdrachten**

Om een nader beeld te krijgen van de manier waarop leerlingen omgaan met de praktische opdracht worden in dit hoofdstuk een tweetal praktische opdrachten nader bekeken en geanalyseerd. Hierbij is gekozen voor twee uitersten. Een praktische opdracht over "de rij van Fibonacci" die zeer minimaal is uitgevoerd en een zeer uitgebreide praktische opdracht over "Complexe getallen". Op deze manier wordt duidelijk wat voor speelruimte leerlingen hebben bij de praktische opdracht. [5-1]

### **5.1 Praktische opdracht over "De rij van Fibonacci"**

Deze praktische opdracht is gemaakt door één leerling. De leerling heeft dit onderwerp gevonden in één van de boeken van de wiskundemethode zoals die op het Sint Oelbert Gymnasium gebruikt wordt: "Getal en Ruimte". Als motivatie geeft de leerling aan dat hij getallenreeksen en personen uit de wiskunde heel interessant vindt omdat er een hele filosofie aan vooraf gaat. De leerling heeft zijn gegevens gehaald van enkele internetsites. De praktische opdracht zelf bestaat uit 10 pagina's inclusief titelpagina, inhoudsopgave en bronnenlijst. Bij deze praktische opdracht is op alle bladzijdes een vrij groot lettertype gebruikt en komen regelmatig plaatjes voor. Hierdoor is de werkelijke tekst per pagina maar weinig. Wanneer alle inhoudelijke zaken van deze praktische opdracht onder elkaar gezet worden, zouden hiervoor ongeveer vier pagina's nodig zijn.

Allereerst wordt een overzicht gegeven van het leven van Fibonacci. Heel kort wordt wat verteld over de wiskunde die hij ontwikkeld heeft. Vervolgens wordt het principe van de rij van Fibonacci toegelicht. De eerste twee getallen van de rij (0 en 1) worden hier overigens weggelaten. Toegelicht wordt vervolgens op welke manier de rij van Fibonacci voorkomt in werkelijkheid: bij de voortplanting van konijnen onder ideale omstandigheden en bij lengtes. Hierna volgt de Gulden Snede. Er wordt enkel aangegeven dat het een verhouding is tussen lengtes en dat de Gulden Snede het getal 1,618 is. Een verband met de rij van Fibonacci wordt niet gelegd. Om de Gulden Snede in de praktijk toe te lichten wordt de zonnebloem als voorbeeld genomen. Bij de resultaten wordt vervolgens door de leerling aangegeven dat hij een goed antwoord heeft kunnen geven op zijn onderzoeksvragen en door middel van voorbeelden het verband tussen de Gulden Snede en Fibonacci heeft aangetoond. Als afsluiting geeft de leerling aan dat hij het heel leuk gevonden heeft om dit werkstuk te maken en hoopt hij veel van deze man te onthouden. Dit werkstuk is door de docent met een 6 beoordeeld.

Naar mijn mening is het hierboven beschreven werkstuk een voorbeeld van hoe de praktische opdracht NIET door leerlingen uitgevoerd zou moeten worden. Zowel qua omvang als inhoud is deze opdracht erg minimaal. Nergens wordt de diepte ingegaan. Eigenlijk wordt enkel uitgelegd wat de rij van Fibonacci is, worden twee voorbeelden gegeven en wordt het fenomeen van de Gulden Snede even aangeraakt. Over de motivatie van de leerling heb ik persoonlijk twijfels. Het onderwerp is

allereerst niet zelf verzonnen, maar komt uit het wiskundeboek en is een redelijk vaak voorkomt onderwerp bij praktische opdrachten (zie hiervoor hoofdstuk 4). Daarnaast staat het enthousiasme van de leerling voor dit onderwerp naar mijn mening in schril contrast met de inhoud en omvang van deze praktische opdracht. Als de leerling werkelijk geïnteresseerd zou zijn in de rij van Fibonacci had hij zeker een uitgebreidere en beter onderbouwde praktische opdracht kunnen maken. De docent heeft de praktische opdracht beoordeeld met een 6. Dit cijfer valt te verklaren omdat er ook voor het werkstuk zelf, het op tijd inleveren en de vormgeving punten te verdienen zijn. Dit leidt er hier toe dat het merendeel van het cijfer gegeven wordt voor niet wiskundige zaken. Door de manier van beoordeling zoals die op het Sint Oelbert Gymnasium gebruikt wordt is het dus eigenlijk mogelijk om voor een wiskundig zeer zwakke praktische opdracht net een voldoende te halen.

## **5.2 Praktische opdracht over “Complexe getallen”**

Deze praktische opdracht is gemaakt door een tweetal leerlingen. Hoe beide leerlingen tot de keuze van het onderwerp zijn gekomen is niet echt duidelijk. In de literatuurlijst staan een zestal boeken en 25 websites die gebruikt zijn bij het opstellen van deze praktische opdracht. De opdracht bestaat uit een tweetal delen van samen 70 pagina's. Er is een normale lettergrootte gebruikt en het merendeel van de bladzijdes is volledig gevuld met tekst.

In het voorwoord wordt de bedoeling van deze praktische opdracht aangegeven. Het onderwerp van de complexe getallen wordt weergegeven in de vorm van een eigen gemaakt lesboek met stukken theorie en voorbeeldopgaven. De complete uitwerkingen van alle opgaven zijn te vinden in het tweede deel. De leerlingen geven aan dat de opbouw van hun lesboek van eenvoudig naar moeilijk is. In hoofdstuk 1 wordt een korte geschiedenis van de complexe getallen gegeven. Namen als Diophantus, Cardano, Euler en De Moivre komen hier langs. Vervolgens worden de verschillende getallenverzamelingen ( $N$ ,  $Z$ ,  $Q$  en  $R$ ) besproken om uit te komen bij de verzameling  $C$  van complexe getallen. In het derde hoofdstuk komen de twee verschillende manieren om complexe getallen te noteren ter sprake: de Carthesische en polaire notatie. In het laatste inleidende hoofdstuk komen de complex geconjugeerde, de absolute waarde en de inverse ter sprake. Ook wordt aangetoond dat complexe getallen geen ordening hebben in tegenstelling tot reële getallen. In hoofdstuk 5 wordt uitleg gegeven over het uitvoeren van de berekeningen optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen bij complexe getallen om in hoofdstuk 6 verder te gaan met het complexe vlak. In het volgende hoofdstuk komt de formule van Euler aan bod. Hierbij wordt dan tevens ingegaan op Taylorreeksen waaruit deze formule is af te leiden. Bij het bewijs van de formule van Euler worden wel hier en daar enkele stappen overgeslagen. Gezien de moeilijkheid van dit bewijs voor VWO 5 leerlingen is dit logisch. In twee aparte hoofdstukken wordt ingegaan op meer ingewikkelde berekeningen met complexe getallen, namelijk

machtsverheffen en worteltrekken. Ook wordt ingegaan op het uitvoeren van berekeningen met complexe getallen op de Grafische Rekenmachine. In het afsluitende hoofdstuk wordt kort ingegaan om het oplossen van vergelijkingen met complexe getallen.

Beide leerlingen hebben van deze praktische opdracht veel werk gemaakt. Het onderwerp complexe getallen wordt op een buitengewoon systematische manier behandeld waardoor duidelijk is dat de leerlingen goed door hebben gekregen hoe dit wiskundig in elkaar zit. Er is dus duidelijk gekozen voor een opzet waarbij wiskundig in de juiste volgorde wordt onderbouwd wat complexe getallen zijn, wat hun relatie is met de "gewone" alledaagse getallen en wat je er vervolgens mee kunt. Beide leerlingen zijn naar mijn mening bijzonder goed in deze opzet geslaagd en hebben laten zien dat ze het onderwerp complexe getallen goed beheersen. De opzet van de praktische opdracht is naar mijn mening origineel gekozen. Met enige aanpassingen zou hij bovendien dienst kunnen doen als een soort lesboek voor leerlingen uit 5 en 6 VWO die wat meer van complexe getallen willen weten. De eigen inbreng van de leerlingen komt dus duidelijk terug in de vorm waarvoor gekozen is, maar ook in de inhoud. Er is diep op het onderwerp ingegaan en de leerlingen proberen zo volledig mogelijk te zijn. De docent heeft deze opdracht terecht beoordeeld met een 8,5. Een minder uitgebreide praktische opdracht had zeker ook nog tot een goed cijfer van 7,5 of meer geleid. Beide leerlingen hebben dus duidelijk meer gedaan dan strikt noodzakelijk was. De 2,5 punt die deze leerlingen meer hadden dan de praktische opdracht zoals die besproken is in hoofdstuk 5.1 zitten hem in de betere wiskundige diepgang en de grotere eigen inbreng. Een verschil in cijfer van 2,5 voor de beide besproken opdrachten is naar mijn mening te klein. Dit te kleine verschil wordt verklaard door het naar mijn mening te hoge cijfer voor de praktische opdracht over "De rij van Fibonacci".

## **6 Conclusies**

### **6.1 Conclusies Hoofdstuk 2**

Invoering van de Tweede Fase heeft vooral plaatsgevonden om een betere aansluiting tussen HAVO/VWO en het vervolgonderwijs (HBO en WO) te realiseren. De meest zichtbare veranderingen zijn hierbij het invoeren van een viertal profielen geweest en het omvormen van de bovenbouw van de scholen tot een studiehuis. Lesgeven moet in het studiehuis niet alleen maar klassikaal gebeuren, er zullen allerlei andere lesvormen ontwikkeld dienen te worden. Deze vormen kunnen dan afhangen van de mate waarin aan leerlingen een verantwoordelijkheid wordt gegeven om hun studieproces zelf vorm te geven. Scholen krijgen dus meer vrijheid in het inrichten van hun onderwijs en op deze manier is het dus mogelijk om meer rekening te houden met de verschillen tussen leerlingen. Na invoering van de Tweede Fase blijkt er al snel sprake te zijn van een te hoge studielast voor de leerlingen, die later verminderd wordt. Ook bij de scholen zijn er de nodige (invoerings)problemen. Docenten moeten zich de nieuwe werkwijze eigen maken. Hiervoor is tijd nodig, die er niet altijd is.

Bij de praktische opdrachten komen scholen al snel tot de conclusie dat er meer coördinatie door het jaar heen en afstemming nodig is met andere vakken. Ook verwachten scholen dat het opstellen, begeleiden en beoordelen van deze praktische opdrachten veel tijd gaat kosten, die niet altijd in voldoende mate aanwezig is. Zeker in het begin zijn veel scholen met de praktische opdracht aan de slag gegaan zonder alles nog in detail vast te leggen. Naarmate een school langer bezig is, wordt de gang van zaken rondom de praktische opdracht steeds meer gestructureerd. Om de werkdruk te verminderen worden concreet de suggesties gedaan om het aantal praktische opdrachten tot één per vak te verminderen en ze ook minder zwaar te laten meetellen in het eindcijfer. Ook hebben de docenten veel behoefte aan scholing over het werken met praktische opdrachten. In 2000 neemt de Tweede Kamer (in eerste instantie) een aantal tijdelijke verlichtingsmaatregelen. Het aantal verplichte praktische opdrachten wordt per vak tot één teruggebracht en de praktische opdracht gaat ook minder zwaar meetellen. Het overgrote merendeel van de scholen vermindert vervolgens het aantal praktische opdrachten per vak. In de meeste gevallen tot één. Scholen gaan er op den duur steeds meer vanuit dat de tijdelijke verlichtingsmaatregelen definitief zijn. Geluiden betreffende een te zware werkdruk komen in de eerste jaren overigens ook van de leerlingen zelf. Door wiskundedocenten wordt expliciet aangegeven dat dit vak zich minder leent voor praktische opdrachten.

Geconcludeerd kan dan ook worden, dat de Tweede Fase (en in het bijzonder de praktische opdracht) aanvankelijk erg ambitieus is opgezet. Deze ambities zijn op den duur naar beneden bijgesteld en dus meer realistisch geworden.



## **6.2 Conclusies Hoofdstuk 3**

De praktische opdracht bij het vak wiskunde op het Sint Oelbert gymnasium heeft vanaf het begin uit één deel bestaan. Leerlingen kiezen hun onderwerp zelf of uit een lijst die ze bij de docent kunnen inzien. Bij deze onderwerpkeuze hebben de leerlingen verder weinig hulp nodig. Om de werkdruk voor de docenten te beperken en er ook voor te zorgen dat de praktische opdracht echt iets van de leerlingen zelf is, wordt de individuele begeleiding door de docenten beperkt tot de wiskundelessen.

De leerlingen hebben gedurende één periode van het schooljaar (de vijfde van de zes) de tijd om aan de praktische opdracht te werken. Met andere vakken zijn afspraken gemaakt over het tijdstip van inlevering van de praktische opdracht. Samenwerking met andere vakken betreffende de praktische opdracht vindt niet plaats. Bij de beoordeling van de praktische opdracht zijn zaken zoals tijdig inleveren, de wiskundige diepgang en de eigen inbreng van belang. Het goed opsporen van fraude is vaak lastig en kost tijd. Dit is ook een belangrijke reden om met ingang van het schooljaar 2007/2008 te gaan werken met meer gerichte opdrachten. Hierbij gaat de hele klas aan een bepaalde opdracht werken. Een andere reden is dat het vak wiskunde niet echt geschikt is voor de praktische opdracht en het aantal mogelijke onderwerpen nu wel opgeraakt is. De motivatie van de leerlingen voor de praktische opdracht is wisselend.

Over de vaardigheden die leerlingen aanleren m.b.v. de praktische opdracht zijn beide docenten sceptisch. Bij andere vakken leren ze vaardigheden als samenwerken en ICT gebruik ook wel aan. Voor het vak wiskunde zelf zien de docenten geen vaardigheden die specifiek d.m.v. de praktische opdracht aangeleerd worden.

## **6.3 Conclusies Hoofdstuk 4**

De ondervraagde leerlingen komen in grote lijnen via twee verschillende manieren tot hun onderwerp voor de praktische opdracht. De ene helft van de leerlingen heeft zijn onderwerp zelf verzonnen c.q. opgezocht. De andere helft heeft gebruik gemaakt van voorbeelden uit de gebruikte wiskundemethode of de lijst met onderwerpen die op het Sint Oelbert Gymnasium aanwezig is. Het tijdsbeslag van de praktische opdracht is wisselend. De helft van de leerlingen besteedt er tot 30 uur aan. Een flinke groep leerlingen is echter tussen de 45 tot 60 uur bezig. Deze verschillen zijn op zich logisch. De onderwerpen van de praktische opdrachten waarmee de ondervraagde leerlingen zijn bezig geweest, zijn heel verschillend. Daarnaast heeft de leerling een behoorlijke vrijheid in de keuze van het aantal uren dat hij in zijn praktische opdracht stopt. Een meerderheid van de leerlingen is tevreden over de tijd die ze aan de praktische opdracht besteed hebben in relatie tot het meetellen bij het eindcijfer. Tevredenheid bestaat er ook over de tijdsduur die leerlingen hadden om de opdracht af te krijgen. Wel zijn de leerlingen gedurende deze tijd ook met praktische opdrachten van andere vakken bezig. Een

aantal leerlingen geeft aan dat hierdoor de tijdsperiode voor de praktische opdracht van wiskunde in de praktijk toch wel wat kort werd.

De praktische opdracht heeft vanwege het feit dat leerlingen veel zaken zelf uit moeten zoeken duidelijk meerwaarde. Leerlingen worden hierdoor gedwongen om langer zelf over bepaalde zaken na te denken en zo tot een oplossing te komen. Hierdoor gaat een leerling voor zijn gevoel dieper op een onderwerp in dan wanneer het in een normale wiskundeles behandeld wordt. Doordat een flinke groep leerlingen het lastig vindt om een goed onderwerp te vinden is ongeveer de helft van de leerlingen er een voorstander van om de onderwerpkeuze bij de praktische opdracht te beperken tot een lijst die door de school verstrekt wordt. De andere helft van de leerlingen is hier juist tegen omdat hierdoor de keuze beperkter wordt en men dus verwacht dat het saaier wordt om aan de praktische opdracht voor wiskunde te werken. Op basis van bovenstaande gegevens is het dan ook geen verrassing dat ongeveer 70% van de leerlingen van mening is dat de praktische opdracht in het wiskunde onderwijs moet blijven.

#### **6.4 Conclusies Hoofdstuk 5**

De manier waarop de praktische opdracht wordt uitgewerkt is voor een zeer groot deel afhankelijk van de leerling zelf. Leerlingen hebben terecht veel vrijheid bij de opzet en inhoud van hun praktische opdracht. Dit leidt vervolgens tot heel verschillende resultaten. Een aantal leerlingen, die enthousiast zijn over de praktische opdracht, kunnen het makkelijk zelf af. Een andere groep leerlingen, die het als een verplicht nummertje ziet, zal op de een of andere manier toch scherper in de gaten gehouden moeten worden wat hun vorderingen betreft. Een mogelijke oplossing zou zijn om meer aandacht te besteden aan het werkplan. De leerling zou dus in een vroeg stadium al uitgebreid aan moeten geven uit welke onderdelen zijn praktische opdracht gaat bestaan. Pas als dit werkplan voldoende is (en de docent het heeft goedgekeurd) kan de leerling aan de slag. Op deze manier is meer sturing mogelijk maar blijft het zelfstandige en eigen karakter van de praktische opdracht voldoende behouden. De huidige manier van beoordeling van praktische opdrachten op het Sint Oelbert gymnasium zorgt er naar mijn mening voor dat calculerende leerlingen voor een zeer zwakke opdracht nog een zes kunnen halen. Een leerling, die de praktische opdracht dus niet voor compensatie nodig heeft, kan er op deze manier vrij makkelijk doorheen fietsen. Hoewel het beoordelingsschema [Hoeveel punten kunnen er b.v. gekregen worden voor de wiskundige inbreng? Etc] bij leerlingen niet bekend is [6-1], is op de een of andere manier wel bekend dat een zeer zwakke praktische opdracht in elk geval tot een voldoende leidt. Om dit probleem te ondervangen zou dan ook een aanpassing van de beoordeling nodig zijn. De eigen en wiskundige inbreng mag best wat zwaarder wegen. Op deze manier is dan ook mogelijk om voor een praktische opdracht een onvoldoende te scoren wanneer hij echt onder de maat is. Voor een

voldoende is dan toch echt enige wiskundige diepgang respectievelijk eigen inbreng nodig.

## **6.5 Eindconclusies**

Het is op dit moment ongeveer tien jaar geleden dat de Tweede Fase en daarmee de praktische opdracht is ingevoerd in het onderwijs. Ondanks dat heeft de praktische opdracht nog niet echt een plaats gevonden binnen het onderwijs. Na een aanvankelijk te stevige inzet op praktische opdrachten is met ingang van 2007 de verplichting van de praktische opdracht vervallen. Hierdoor hebben scholen dus de vrijheid om de praktische opdracht niet meer of op een andere manier vorm te gaan geven. Op het Sint Oelbert Gymnasium wordt er binnen de wiskunde sectie voor gekozen om één gelijke opdracht aan alle leerlingen te geven. Dat deze keuze gemaakt wordt, valt zeker te verklaren uit het feit dat wiskunde gezien de aard van het vak toch een soort uitzonderingspositie inneemt volgens de docenten. Het vak is er volgens hen namelijk minder geschikt voor. Daarnaast speelt ook het verschijnsel fraude een duidelijke rol. Bij de leerlingen zijn er een tweetal grote lijnen te ontdekken. Een deel van de leerlingen beschouwd de opdracht als een verplichting, een ander deel gaat er enthousiast mee aan het werk. Dit weerspiegelt zich ook in het feit dat leerlingen verdeeld zijn over het wel of niet handhaven van de vrije keuze bij de praktische opdracht.

Invoering van de praktische opdracht heeft plaatsgevonden met een duidelijke motivatie. Leerlingen moeten op een andere manier met wiskunde bezig zijn. Doordat de praktische opdracht met ingang van 2007 niet meer verplicht is, bestaat de kans dat zij feitelijk gezien afgeschaft wordt. Docenten kunnen b.v. één gezamenlijke opdracht geven aan alle leerlingen. Hierdoor verdwijnt weliswaar de vrije keuze, maar blijft het zelfstandig werken karakter van de praktische opdracht behouden. Een andere mogelijkheid is om leerlingen b.v. een zebraboekje over een bepaald onderwerp te laten doorwerken. In dit geval verwordt de praktische opdracht tot het maken van een aantal sommen. Gezien het belang van werkstukken e.d. in het vervolgonderwijs wordt op deze manier naar mijn mening het kind met het badwater weggegooid en wordt het wezen van de praktische opdracht geweld aangedaan. Problemen m.b.t. de kwaliteit van praktische opdrachten kunnen ondervangen worden door strenger te sturen op het soort werkplan dat een leerling opstelt voordat hij aan de opdracht zelf begint. Het feit dat het aantal onderwerpen bij wiskunde beperkt is, is een gegeven dat nu eenmaal geaccepteerd zal moeten worden. Enthousiaste leerlingen zullen naar mijn mening overigens altijd in staat zijn om toch weer een net wat andere invalshoek te kiezen. Het probleem van fraude met de opdrachten is iets van alle tijden, alleen is het door het internet meer aanwezig geworden en ook eerder op te sporen. Om dit te ondervangen komen ook steeds meer technische oplossingen beschikbaar. Het mag echter geen reden zijn om de praktische opdracht anders in te gaan richten.

## **Bijlage 1: Voetnoten**

[2-1] Voortgezet onderwijs in de jaren negentig, Sociaal en Cultureel Planbureau, 2002, 55

[2-2] De Tweede Fase vernieuwt, Scharnier tussen basisvorming en hoger onderwijs deel 2, Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs, 1994, pagina 7

[2-3] De Tweede Fase vernieuwt, Scharnier tussen basisvorming en hoger onderwijs deel 2, Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs, 1994, pagina 58

[2-4] Voortgezet onderwijs in de jaren negentig, Sociaal en Cultureel Planbureau, 2002, 56

[2-5] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/verslag1.doc>

[2-6] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/2verslag99.doc>

[2-7] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/peil298.doc>

[2-8] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/peil298.doc>, pagina 19

[2-9] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/peil299.doc>

[2-10] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/peil299.doc>, pagina 25

[2-11] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/peiling4.doc>

[2-12] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/monitoring-3-2000.doc>

[2-13] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/eindbezoekverslag.doc>

[2-14] <http://www.tweedefase-loket.nl/doc/evaluatie/balans.pdf>

[5-1] De praktische opdrachten komen van het Sint Oelbert gymnasium. Tijdens de mondelinge bespreking van dit verslag zullen deze beschikbaar zijn. Ze moeten echter wel weer terug naar het Sint Oelbert gymnasium.

[6-1] Op verzoek van de geïnterviewde docenten is het beoordelingsschema voor praktische opdrachten op het Sint Oelbert Gymnasium hier niet letterlijk opgenomen, maar enkel algemeen beschreven. Tijdens de mondelinge bespreking van dit verslag is het beoordelingsschema wel voor inzage beschikbaar.

## **Bijlage 2: Vragenlijst docenten Sint Oelbert gymnasium**

1. Op welke manier heeft de invoering van de praktische opdracht op het Oelbert plaatsgevonden?
2. Zijn er in de loop van de afgelopen jaren veranderingen aangebracht in de manier waarop met de praktische opdracht wordt omgegaan (dus nog niet in 2007)?
3. Hoe is de voorlichting aan de leerlingen over de praktische opdracht (stukken/informatie in de les)?
4. Leerlingen hebben de keuze tussen zelf een onderwerp kiezen en een onderwerp kiezen uit een lijst (welke onderwerpen staan op deze lijst)?
5. In welke mate moeten leerlingen die zelf een onderwerp kiezen hierbij geholpen worden?
6. Moeten leerlingen alleen werken of in groepen?
7. Wat is de tijdsperiode waarin aan de praktische opdracht gewerkt kan worden door leerlingen?
8. Hoeveel tijd kan elke (groep) leerling(en) bij de praktische opdracht begeleid worden? Is hier voor de docent voldoende tijd voor beschikbaar?
9. Hoe vindt u de motivatie van de leerlingen voor de praktische opdracht bij Wiskunde?
10. Op welke manier vindt de beoordeling van de praktische opdracht plaats [Punten per onderdeel]
11. Telt de praktische opdracht in voldoende mate mee in het eindcijfer (20%) gezien de tijd die een leerling er in zou moeten steken?
12. Welke vaardigheden leren leerlingen door het werken aan de praktische opdracht volgens u?
13. Zouden ze deze vaardigheden ook in dezelfde mate geleerd hebben als dit onderwerp klassikaal behandeld zou zijn?
14. Vindt er coördinatie plaats tussen andere vakken wat de praktische opdracht betreft [Afstemming over tijd met andere secties/gezamenlijke onderwerpen met andere secties]

15. Hoe gaat u om met de veranderingen die m.i.v. 2007 in de Tweede Fase zijn doorgevoerd omdat de praktische opdracht nu niet meer verplicht is? Uit de leerlingen enquêtes blijkt dat men hier verdeeld over is.
16. Vindt u dat de praktische opdracht een meerwaarde heeft binnen de wiskunde?

### **Bijlage 3: Vragenlijst leerlingen Sint Oelbert gymnasium**

1. Wat was het onderwerp van de praktische opdracht wiskunde, die je gemaakt hebt?
2. Op welke manier heb je dit onderwerp uitgekozen?
3. Met hoeveel personen heb je de praktische opdracht gemaakt?
4. Hoeveel tijd heb je besteed aan het uitwerken van de praktische opdracht?
5. Vind je dat deze tijd in verhouding staat tot de mate waarin de praktische opdracht meetelt in je eindcijfer?
6. Was de periode waarin je de praktische opdracht moest maken lang genoeg?
7. Moest je in deze periode ook nog werken aan praktische opdrachten van andere vakken? Zo ja voor welke vakken?
8. Heb je door het uitwerken van de praktische opdracht een beter inzicht gekregen in het onderwerp, dan wanneer dit onderwerp klassikaal behandeld zou zijn?
9. Hoe zou je het vinden als je in plaats van zelf een onderwerp te kiezen voor een praktische opdracht, kunt kiezen uit een aantal vastgelegde onderwerpen?
10. Wat zou je er van vinden als de praktische opdracht bij het vak wiskunde wordt afgeschaft?
11. Heb je nog andere opmerkingen over praktische opdrachten bij wiskunde?