

Een gedifferentieerd practicum biologie voor de bovenbouw van havo/vwo

M.J.Bierhof, J.C.Schouw, H.J.Smit
Didactiek van de Biologie, R.U.-Utrecht

1. Inleiding

1.1. Voorwoord

Het woord 'differentiatie' staat voor een veelheid van maatregelen die in het onderwijs kunnen worden getroffen en in zijn algemeenheid zijn terug te voeren op: het rekening houden met (meerdere) verschillen tussen leerlingen. Afhankelijk van het niveau van organisatie zijn differentiatievormen gemeengoed geworden.

Op het niveau van de hele school is tot de invoering van de Mammoetwet sprake geweest van een interscholair differentiatie, dat wil zeggen gescheiden schoolsoorten (naar duur, inhoud en doelstellingen), gekoppeld aan sociale lagen (De Koning, 1978). De 'Mammoet' streefde naar een doorbreking van met name de barrières tussen scholen. Leerlingen wordt de mogelijkheid geboden over te stappen naar een ander schooltype. Met de komst van de scholengemeenschappen ontstaat de differentiatie binnen de school, door de vorming van verschillende afdelingen en/of niveaукlassen.

Hierbij zijn twee manieren van groepsvorming mogelijk. Leerlingen kunnen op grond van prestaties en/of capaciteiten over verschillende vakken zo homogeen mogelijk gegroepeerd worden, om dan 'aangepaste' programma's te volgen (meer/minder vakken, hoog/laag niveau). Een andere manier is om van de individuele leerling na te gaan hoe de prestaties en/of capaciteiten per vak zijn en de leerling op grond daarvan in bepaalde niveaugroepen te plaatsen (bijv. voor Engels op niveau 1 en voor Biologie op niveau 3). De eerste methode is tot nu toe de favoriete differentiatiewijze. De tweede manier probeert uitsluitend de individuele capaciteiten van de leerling bepalend te laten zijn. Een logisch vervolg van dit uitgangspunt is dan om ook binnen klasseverband te differentiëren, met andere woorden ook binnen één klas rekening te houden met verschillen. Het spreekt vanzelf dat dit in welke onderwijssituatie dan ook al gebruikelijk is. De docent(e) die weet dat de leerlingen A en B in het algemeen wat langzamer zijn, is

gespist op hun reacties en legt iets zo nodig nogmaals uit. Toch wordt dan meestal uitgegaan van een uniform aanbod naar, en een uniform eindproduct van alle leerlingen in de klas. Pogingen om verschil aan te brengen in aanbod en/of gevraagd eindresultaat binnen één klas zijn nog betrekkelijk nieuw. Met het oog op het toekomstig voortgezet onderwijs, dat in ieder geval gekenmerkt zal worden door een toenemende heterogeniteit binnen klasseverband, is aandacht voor dit soort differentiatiepogingen alleszins gerechtvaardigd. Ook al omdat over de uitgangspunten van interne differentiatie nauwelijks discussie bestaat (De Koning, 1978); de kritiek richt zich vooral op praktische uitvoering en (eenzijdige) uitwerkingen.

De meest bekende differentiatiepogingen die tot nu toe worden aangetroffen, zijn te herleiden tot twee modellen. In het eerste model wordt gewerkt met Basisstof, Herhalingsstof, Verrijkingsstof (BHV-model). Leerlingen doen minimaal de Basisstof; de Herhalingsstof is bedoeld voor de leerlingen welke de Basisstof nog niet onder de knie hebben; de Verrijkingsstof voor de leerlingen die wel zover zijn. Het tweede model staat bekend als het projectmodel. Met de nodige varianten wordt daarbij door groepjes leerlingen gewerkt aan het oplossen van (deel)projecten, via bepaalde werkwijzen binnen één project of thema.

De in dit onderzoeksverslag besproken differentiatiewijze beperkt zich tot het Biologiepracticum voor bovenbouwleerlingen van havo en vwo aan de RSG Zaltbommel, waar enkele docenten het hier bedoelde practicumstelsel al een aantal jaren ontwikkelen. Nagegaan wordt, welke uitgangspunten en doelstellingen de betrokken docenten hanteren, hoe de dagelijkse onderwijspraktijk er uitziet en hoe de leerlingen dit systeem beoordelen. Doel daarbij is een zo compleet mogelijk beeld te geven van dit practicum en uitspraken te doen over de haalbaarheid van het systeem op andere scholen. Dit artikel beschrijft de opzet van het systeem en het oordeel van de leerlingen. Een volgend artikel gaat in op de dagelijkse onderwijspraktijk.

1.2. Beschrijving van het practicum-kaartsysteem

1.2.1. Tijd, besteed aan het practicum

In principe wordt in de bovenbouw (waartoe het onderzoek zich beperkt heeft) de helft van de beschikbare tijd besteed aan het practicum. De andere helft wordt gevuld met theorielessen, veelal handelend over het onderwerp, dat op het practicum aan de orde is. Het schooljaar is verdeeld in een aantal blokken van ongeveer vijf à zes weken. Per blok wordt een onderwerp behandeld, zowel theoretisch als praktisch. Voor zover mogelijk, wordt het practicumdeel gegeven in een blokkur (100 minuten). Er

worden geen harde eisen gesteld aan het aantal experimenten dat de leerlingen per onderwerp moeten uitvoeren. Globaal wordt één experiment per blokkur aangehouden. Zelfbedachte uitbreidingen van een experiment worden gestimuleerd.

1.2.2. Het kaartsysteem

Het systeem bestaat uit vier kaartsoorten per onderwerp:

- a. *Probleemkaarten*. Per onderwerp zijn een aantal kaarten ontworpen waarop een bepaald probleem binnen dat onderwerp wordt aangegeven. De opgaven verschillen in moeilijkheidsgraad en bewerkingduur. Deze kaarten zijn vrij beschikbaar in het lokaal. De leerlingen zoeken zelfstandig een probleemkaart uit en gaan daar individueel of in groepen van 2 à 3 mee aan het werk. Zij dienen daarbij een natuurwetenschappelijke methode te volgen: hypothese stellen, proefopstelling uitdenken, uitvoering experiment, verslaggeving. Indien de leerlingen er niet in slagen met het probleem een experiment op te zetten (waarbij de docent veelal via enkele adviezen ze probeert te helpen), kunnen zij de beschikking krijgen over een ideeënkaart.
- b. *Ideeënkaarten*. Deze kaarten bevatten naast een hypothese betreffende vraagstelling een aantal ideeën voor onderzoek. Deze kaarten zijn niet vrij beschikbaar, maar moeten bij de docent worden opgevraagd. Kunnen de leerlingen ook met deze kaart nog niet uit de voeten, dan kunnen zij vragen om een opdrachtkaart.
- c. *Opdrachtkaarten*. Op deze kaarten staan experimenten betreffende de vraagstelling van de probleemkaarten volledig uitgeschreven ('codeboek'). Deze kaarten zijn niet vrij beschikbaar, maar moeten bij de docent worden opgevraagd. Tenslotte liggen vrij beschikbaar in het lokaal een aantal techniekkaarten.
- d. *Techniekkaarten*. Op deze kaarten zijn een groot aantal technieken vermeld, die de leerlingen kunnen gebruiken bij het opstellen en uitvoeren van hun experimenten. Bijvoorbeeld het aantonen van bepaalde stoffen, het maken van oplossingen of het bedienen van een apparaat.

Hieronder volgt een voorbeeld-reeks van de verschillende kaarten uit het onderwerp osmose/diffusie

Probleemkaart 7

DIFFUSIE/OSMOSE

1. Gaat de celwand door hoge temperaturen kapot ?
Bij welke temperatuur gaat de zeer dunne celmembraan kapot ?
2. Kan de celmembraan door oplosmiddelen (alcohol, aceton) worden afgebroken ?

Ideeënkaart 7 DIFFUSIE/OSMOSE

Hypothese

1. De celmembraan zal door koken kapot gaan.
2. De celmembraan bestaat o.a. uit vetten; deze zullen door alcohol en aceton oplossen

Ideeën voor onderzoek

Cellen met een kapotte celmembraan zullen makkelijk kleuren door kleurstoffen die uit grote moleculen bestaan.

Opdrachtk kaart 7 DIFFUSIE/OSMOSE

Materiaal microscoop
 2 reageerbuisjes
 gistsuspensie (gist is een eencellig plantje)
 congorood 1 à 2%
 waterbad (groot bekeerglas met water)
 brander of kookplaat

Verhit een bekeerglas gevuld met water.

Doe in twee reageerbuisjes 1 ml gistsuspensie. Voeg aan beide buisjes 10 druppels congorood toe.

Verhit de inhoud van één reageerbuis tot 100°C in het waterbad.

MaaK van beide gistsuspensies een preparaat en bekijk deze onder de microscoop.

Beschrijf de verschillen die je waarneemt tussen beide suspensies.

Verklaar deze verschillen.

Welke hypothese kun je formuleren betreffende celmembraan en diffusie op basis van dit experiment ?

Welke conclusie kun je trekken over de grootte van de moleculen van water en congorood ?

1.2.3. Beoordeling

Voor dit practicum is door de docenten een beoordelingsformulier ontwikkeld, waarin er voor een aantal aspecten van het experimenteren punten kunnen worden gehaald. Deze aspecten zijn: probleemstelling, hypothese, beschrijving systeem, weergave resultaat, conclusie en verklaring, indeling en verzorging. Daarnaast kunnen voor eigen initiatief en het niveau van de proef punten worden gegeven. Voor het totale blok worden de deelcijfers van de afzonderlijke experimenten gebruikt voor een totaalcijfer. De leerlingen zijn op de hoogte van dit beoordelingsformulier en krijgen dit ter inzage wanneer zij hun ingekeken verslag terugontvangen.

2. Onderzoek

2.1. Inleiding

Uitgangspunt bij dit onderzoek is geweest om vanuit drie verschillende invalshoeken zicht te krijgen op de bedoelingen, de manier van werken en de effecten van het practicum. Daartoe zijn zowel de betrokken docenten als leerlingen vragen voorgelegd en heeft er in de klassen een aantal lesobservaties plaatsgevonden.

De docent is vooral gevraagd naar de doelstellingen die hij door het werken met het practicumstelsel wil bereiken (zie volgend artikel).

In de klas is gekeken naar de dagelijkse gang van zaken (zie volgend artikel), m.n. de manier waarop leerlingen en docent met het practicum bezig zijn.

Ook is de leerlingen gevraagd naar hun oordeel over dit practicumstelsel (2.3.1.). Door middel van enquêtes en interviews is getracht een antwoord te krijgen op de vraag of het practicum in de ogen van de leerlingen al of niet een succes is en of dit succes toe te schrijven is aan kenmerken van dit practicumstelsel of veeleer aan andere factoren als bijvoorbeeld persoonlijkheid van de docent(e). Als onderzoeksvragen zijn geformuleerd

- hoe beoordelen leerlingen dit practicum;
- aan welke factoren schrijven zij hun oordeel toe;
- welke (leer)effecten heeft het werken met dit practicumstelsel op leerlingen.

2.2. Verzameling van gegevens

De drie fasen van het onderzoek en de gehanteerde methoden tijdens deze fasen.

In fig.1 is aangegeven op welke manier dit evaluatieonderzoek is uitgevoerd.

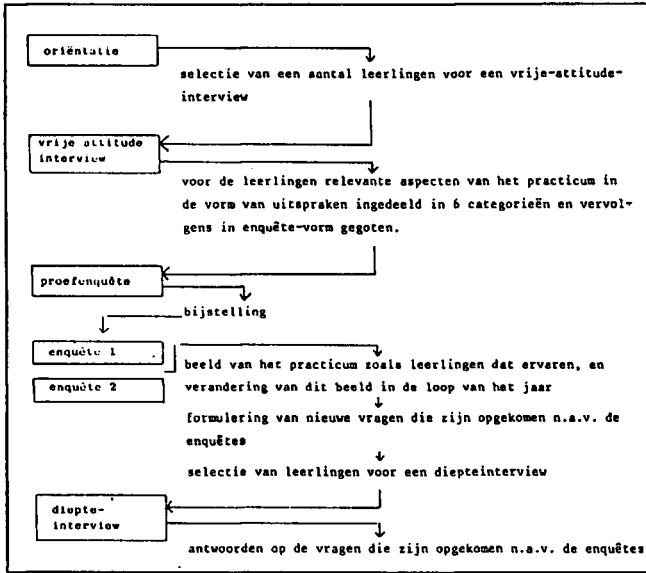


Fig.1 In dit figuur zijn in chronologische volgorde de methoden weergegeven die tijdens dit onderzoek zijn gehanteerd. Door middel van pijlen is aangegeven waar deze methoden toe geleid hebben (= heeft geleid tot).

In fase 1 van het onderzoek is geprobeerd om zoveel mogelijk informatie over dit practicum te vergaren. Dit is gebeurd door zelf tijdens de practica aanwezig te zijn, gesprekken met de leraar te voeren en door leerlingen te interviewen.

De leerlingen is gevraagd de voor hen relevante aspecten van dit practicum aan te geven die ervoor zorgen dat zij het practicum als geheel leuk/niet leuk en zinvol/zinloos vinden met behulp van het z.g. vrije-attitude-interview (Hermans, 1980). Deze relevante aspecten zijn in de vorm van uitspraken ingedeeld in 6 categorieën en vervolgens in enquête-vorm gegoten. Dit was tevens de afsluiting van fase 1 van het onderzoek.

In fase II van het onderzoek is door middel van twee identieke enquêtes, die op verschillende tijdstippen van het jaar zijn ingevuld, getracht de meningen te horen

van alle leerlingen uit 4 klassen, die met dit practicumstelsel werken, over deze 6 categorieën uitspraken. Deze enquêtes hebben een beeld opgeleverd van het practicum, zoals leerlingen dat ervaren. Bovendien kon door vergelijking van deze twee enquêtes nagegaan worden of er in de loop van het jaar een verandering in dit beeld bij leerlingen is opgetreden.

Na uitwerking van de enquêtes zijn een aantal nieuwe vragen gerezen die beantwoord moesten worden om een zo compleet mogelijk beeld van het practicum te kunnen weergeven. Hiermee is fase II van het onderzoek afgesloten.

In fase III van het onderzoek werd verder ingegaan op deze vragen. Om antwoord op deze vragen te krijgen is in een aantal interviews dieper ingegaan op enkele aspecten van het practicum. Aan 12 leerlingen uit verschillende klassen zijn daarbij verschillende concrete vragen gesteld (zgn. diepte-interviews).

Samenvattend bestond de methode van het onderzoek hieruit, dat in een eerste fase informatie over het practicum is verkregen. Deze informatie werd in een volgende fase van het onderzoek weer terugspeeld naar de leerlingen om vervolgens in de laatste fase van het onderzoek nieuwe informatie in te winnen over enkele nog niet opgehelderde aspecten van het practicum.

2.3. Resultaten

1. Resultaten van de vrije-attitude-interviews

De vrije-attitude-interviews hebben geleid tot een lijst van 30 uitspraken, waarin de geïnterviewde leerlingen iets zeggen over de aspecten van het practicum, die ervoor zorgen dat zij dit practicum als geheel leuk, vervelend, zinvol of zinloos vinden. Deze 30 uitspraken zijn ingedeeld in 6 categorieën.

Categorie A: de categorie van de leereffecten

- A1 Door het practicum kan ik mij wat bij de theorie voorstellen en kan ik het goed leren en onthouden.
- A2 Door het practicum leer ik van de verschillende onderdeeljes binnen een bepaald thema de samenhang ontdekken.
- A3 Ik vind dat ik door het zelf dingen doen, leer en onthoud.
- A4 Door het practicum leer ik hoe ik een proef moet opzetten.
- A5 Ik heb gemerkt dat ik ervan leer door met andere leerlingen te overleggen.

Categorie B: *de categorie van het interactiepatroon lera(a)r(es)-leerling*

- B1 De lera(a)r(es) heeft genoeg tijd voor mij.
- B2 Ik vind dat de lera(a)r(es) goed uitlegt.
- B3 Ik vind dat de lera(a)r(es) naast mij staat in plaats van boven mij.
Hij/zij voelt mij aan.
- B4 Ik vind de lera(a)r(es) een aardig iemand.

Categorie C: *de categorie van de differentiatieaspecten*

- C1 Ik kan zelf bepalen met wie ik werk.
- C2 Als ik iets niet weet, kan ik het ook in boeken gaan zoeken of bij andere leerlingen gaan vragen.
- C3 Ik kan zelf bepalen hoe ik een opdracht uitvoer.
- C4 Ik kan zelf de probleemkaart kiezen, waarmee ik bezig wil zijn.
- C5 Ik kan mijn eigen tijd indelen.

Categorie D: *de categorie van randvoorwaarden*

- D1 Er zijn voldoende spullen, die je gemakkelijk kunt vinden.
- D2 Ik vind dat de practicumlessen aansluiten bij de theorielessen.
- D3 De lera(a)r(es) geeft mij bij het practicum vrijheid.
- D4 Wat ik bij het practicum leer, heb ik nodig bij mijn eindexamen.
- D5 Ik vind dat er leuke opdrachten zijn.
- D6 Ik vind de probleemkaarten duidelijk.
- D7 Ik vind dat de verslagen redelijk snel nagekeken worden.
- D8 Ik hoef niet al teveel tijd aan huiswerk te besteden.
- D9 De boeken die ik bij het practicum kan gebruiken, zijn systematisch opgebouwd.

Categorie E: *de categorie van beoordelingsaspecten*

- E1 Ik vind de kritiek van de lera(a)r(es) bij het verslag opbouwend, zodat ik er wat van opsteek voor de volgende keer.
- E2 Bij de beoordeling van het verslag en de tekeningen wordt vooral gelet of ik het begrepen heb en of ze na een tijd nog te begrijpen zullen zijn (b.v. bij het leren van een proefwerk).
- E3 Ik word meer beoordeeld op mijn inzet dan op mijn prestatie.
- E4 Ik word niet beoordeeld of ik iets goed of fout doe, maar of ik consequent een bepaalde manier van denken gevolgd heb.
- E5 Het is voor mij duidelijk waarop ik beoordeeld word.
- E6 Door de beoordeling weet ik wat ik waard ben.

Categorie F: *de categorie van het buitenschoolse nut van het practicum*

- F1 De dingen die ik in de les heb geleerd zijn voor mij ook buiten de school nog van nut.

a. Resultaten van de enquête*De uitspraken*

De 30 uitspraken uit 2.3.1. zijn op twee momenten in het jaar aan alle leerlingen voorgelegd, waarbij gescoord moest worden met 'eens', 'eens noch oneens', 'oneens' of 'geen mening'.

- In categorie A blijkt de meerderheid van de leerlingen in beide enquêtes het eens te zijn met alle uitspraken.
- In categorie B is men het eens met de uitspraken B2 en B4. Over B3 zijn de meningen verdeeld en met B1 is de overgrote meerderheid het niet eens. Er doen zich geen grote verschuivingen voor als beide enquêtes met elkaar vergeleken worden.
- In categorie C blijkt de meerderheid van de leerlingen het eens te zijn met de eerste 4 uitspraken, met andere woorden: men ervaart de differentiatie naar groepsaansluiting, informatieverwerving, uitvoering van opdracht en opdracht zelf. De differentiatie naar tempo (C5) wordt door de meerderheid niet als zodanig ervaren.
- In categorie D ontstaat een gedifferentieerd beeld. Over het algemeen is men het eens met de eerste 4 uitspraken. Dit beeld blijft constant over beide enquêtes. Ook met uitspraak D6 is men het in meerderheid eens. In de tweede enquête heeft deze meerderheid zich versterkt. Met de overige uitspraken (D5, D7, D8, D9) zijn de leerlingen het minder eens, echter zowel in de eerste als in de tweede enquête was bij geen van deze uitspraken een meerderheid van leerlingen die het met de strekking hiervan oneens was.

Kleine uitzondering hierop vormt uitspraak D8, die in de tweede enquête een grotere groep 'oneens'-stemmers opleverde.

Bij uitspraak D9 was er aanvankelijk een grote groep 'geen mening'. Deze groep is veel kleiner geworden in de tweede enquête.

- In categorie E is er nogal wat verschil van mening over de uitspraken. Slechts met uitspraak E1 is men het bij meerderheid eens. Het is de leerlingen duidelijk dat het product van hun handelen (het verslag en de tekeningen) van groot belang is voor hun beoordeling, getuigd de scores op uitspraak E2 en E3. Een belangrijk element in deze beoordeling is ook de consequente manier van denken die uit het verslag moet blijken (uitspraak E4). Ondanks dat de kritiek bij het nagekeken verslag door de meerderheid van de leerlingen in drie van de vier klassen als opbouwend en ondersteunend wordt ervaren (uitspraak E1), is de beoordeling voor een belangrijke groep leerlingen niet diagnostisch, dat wil zeggen dat deze leerlingen door de beoordeling niet goed weten wat ze nu waard zijn (uitspraak E6). Wat betreft deze twee laatste uitspraken is er in de loop van het jaar weinig veranderd in de mening van de leerlingen hierover.

Ook is de mening van de leerlingen niet echt veranderd over de duidelijkheid van de beoordeling. Over het algemeen was de beoordeling niet of slechts ten dele duidelijk (uitspraak E5) en is dit ook niet geworden, alhoewel de groep die de beoordeling onduidelijk vond, kleiner is geworden.

- In categorie F zijn de meningen van de leerlingen zowel in de eerste als in de tweede enquête verdeeld over de uitspraak F1.

Een laatste opmerking bij de resultaten van de enquêtes is nog dat de verschillende klassen opvallend gelijk oordelen. De grootste verschillen tussen de klassen zijn terug te vinden in de categorie over beoordeling.

Beleving

Een tweede opdracht in de enquête was om aan te geven of men het practicum als geheel leuk/niet leuk en zinvol/zinloos vindt. In de eerste enquête is deze opdracht door nogal wat leerlingen echter niet ingevuld, waarschijnlijk door een wat onduidelijke instructie. Daarom zijn hier alleen de resultaten van de 2e enquête weergegeven. (fig.2).

	klas I	Klas II	Klas III	Klas IV
zinvol	88	90	83	88
minder zinvol	0	10	13	12
zinloos	0	0	0	0
blanco	12	0	4	0
totaal	100	100	100	100
leuk	50	66	74	69
minder leuk	50	10	17	25
niet leuk	0	24	9	6
blanco	0	0	0	0
totaal	100	100	100	100

Fig.2 In deze tabel is percentueel aangegeven hoeveel leerlingen het practicum zinloos/zinvol en leuk/niet leuk vinden.

b. Resultaten van de diepte-interviews

Om antwoord te krijgen op enkele overgebleven en niet opgekomen vragen is in een zestal interviews met steeds 2 leerlingen ingegaan op de verschillende stappen die leerlingen tijdens het werken aan een opdracht nemen, te weten:

fase 1: probleemstelling en hypothese

fase 2: proefuitvoering

fase 3: resultaten, conclusies en discussie

fase 4: rapportage.

Dit is gedaan aan de hand van de beoordeelde verslagen uit een zojuist afgerond blok over dissimilatie/assimilatie. Daarnaast is doorgevraagd naar het effect van de begeleiding van de docent, daarbij vooral geprikkeld door de uitgangspunten die wijzen in de richting van het zelfstandig handelen van leerlingen met betrekking tot het oplossen van problemen.

De uitspraak van leerlingen in de enquête dat de docent te weinig tijd voor hen heeft (uitspraak B.1), komt ook in de interviews naar voren. Men zou het liefst direct een antwoord krijgen op vragen. Doordat de docent niet altijd meteen beschikbaar is en ook doordat de antwoorden vaak niet rechtstreeks zijn, vinden leerlingen dat ze daardoor zelfstandiger zijn gaan werken. Zij vinden het zinvol om hierin gestimuleerd te worden, alhoewel het hen meer moeite kost.

Men roept de hulp van de docent vooral in tijdens fase II, de proefuitvoering. Deze fase neemt ook erg veel tijd in beslag, zoveel zelfs dat de leerlingen aangeven dat fasen III en IV meestal thuis worden gedaan. Het formuleren van conclusies wordt zodoende een individuele bezigheid, zonder hulp van de docent. Men vindt dit verreweg de moeilijkste stap tijdens het practicum en daarom is het nogal onbevredigend dat dit thuis moet gebeuren.

Uit de resultaten van de interviews valt te concluderen dat de leerlingen zich nauwelijks met het beoordelingssysteem hebben beziggehouden. Zij wisten wel dat ze op de verschillende punten die op het beoordelingsformulier vermeld staan beoordeeld worden, maar wisten niet hoeveel punten je voor ieder onderdeel kon krijgen. Op de vraag of ze het met de verdeling van de 10 te behalen punten over deze onderdelen eens waren, bleek dat zij hier nooit echt over nagedacht hebben. Zij zeiden 'het er wel mee eens te zijn', ondanks dat nogal wat leerlingen niet konden inschatten of een uitgevoerd experiment nu van een hoog of van een laag niveau was. Wel vonden de leerlingen het belangrijk dat de gemaakte fouten op een zodanige manier met hen doorgesproken worden, dat zij deze de volgende keer niet nog eens zouden maken. Zij vonden de opmerkingen bij het verslag daarvoor te kort. Bovendien was er voor deze bespreking nauwelijks tijd doordat

- er vaak een lange rij wachtenden voor je was die ook vragen had aan de leraar;
- je zelf alweer met een volgend experiment gestart bent.

Samenvattend kan over de beoordeling gezegd worden, dat de manier waarop het cijfer tot stand komt voor de leerlingen blijkbaar niet zo belangrijk is. Wel is het uiteindelijke cijfer van belang. Om een hoger cijfer te kunnen behalen, zouden leerlingen graag hun fouten goed doorgesproken zien.

In de interviews is bij de vraag waarom zij de practica leuk en zinvol vinden en wat zij denken geleerd te hebben van deze practica, gevraagd het practicum voor de geest te halen dat zij aan het begin van het schooljaar hebben gevolgd (diffusie en osmose).

Als resultaat van deze interviews komt naar voren dat de theorie bij het practicum over assimilatie en dissimilatie veel abstracter is gebleven dan de theorie bij het practicum over osmose en diffusie. Men heeft zich wel een beeld kunnen vormen over de theorie van eerstgenoemd practicum, maar dit beeld is veel abstracter dan het beeld wat de leerlingen zich konden vormen bij het practicum over osmose en diffusie.

Voorts kwamen er een aantal punten naar voren die ook in de enquête als uitspraak reeds geformuleerd waren (A1, A2, A3, A5, D3). Daarnaast gaven de leerlingen ook aan dat zij juist door een aantal leereffecten en de manier waarop deze tot stand komen, het practicum zinvol vonden. Vooral het zelfstandig leren werken, het zelf dingen kunnen doen en de functie die het practicum heeft bij het voor kunnen stellen van de theorie, waren aspecten waardoor de leerlingen het practicum als zinvol beschouwden.

Op sommige momenten wordt het practicum door de leerlingen als minder leuk gevonden:

- wanneer zij aanlopen tegen het feit dat de spullen doe voor een bepaald experiment al door andere leerlingen in gebruik zijn genomen of helemaal niet aanwezig zijn. Deze situaties komen voor, hoewel de leerlingen bij meerderheid in de enquête hebben aangegeven dat er voldoende spullen zijn. Zij zien zelf in dat het onmogelijk is van alle spullen zoveel in huis te hebben dat deze situaties niet kunnen voorkomen.
- Op een gegeven moment kan het voorkomen dat een leerling echt vast komt te zitten. Hij/zij heeft dan het gevoel niet meer zelf of met behulp van andere leerlingen uit het probleem te kunnen komen. Als de leraar op zo'n moment niet bereikbaar is of niet concreet genoeg op de gestelde vragen ingaat, kan dit aanleiding geven om de moed te laten zakken. Zoals de leerlingen zelf in de interviews zeiden, kost het zelfstandig leren werken soms erg veel moeite.
- wanneer een aantal proeven, door wat voor oorzaak dan ook, achter elkaar mislukken.

2.4. Conclusies

Op grond van de resultaten van de enquêtes en de interviews zijn de volgende conclusies geformuleerd:

- De overgrote meerderheid van de leerlingen vindt het practicum leuk en zinvol.
- Door de gedifferentieerde opzet worden er met dit practicum een aantal leereffecten bereikt, in de ogen van leerlingen.
- Sommige van deze leereffecten worden al vrij vroeg in het jaar bereikt en bestaan hieruit dat de leerlingen van mening zijn dat ze door het practicum:
 - . zich wat bij de theorie voor kunnen stellen, waardoor de theorie meer eigen gemaakt kan worden en dus gemakkelijker te reproduceren is bij bijvoorbeeld een proefwerk.
 - . de samenhang van de verschillende onderdeeljes van een thema leren ontdekken.
 - . leren hoe ze een proef moeten opzetten.
- Deze leereffecten worden bereikt doordat het practicum aansluit bij de theorielessen.
- Andere leereffecten worden pas in de loop van het schooljaar bereikt en bestaan hieruit dat de leerlingen door het practicum:
 - . zelfstandiger zijn gaan werken.
 - . logischer zijn gaan denken.
 - . creatiever zijn geworden in het uitdokteren van goede methoden om iets aan te tonen.
 - . verscheidene technieken beter zijn gaan hanteren.
 - . een beter verslag kunnen schrijven.
- De gedifferentieerde opzet van het practicum houdt in, dat de leerlingen zelf bepaalde keuzen kunnen maken voor de manier waarop zij willen werken; waarvan ze de volgende:
 - . zij kunnen zelf bepalen of ze willen samenwerken en met wie ze willen samenwerken.
 - . zij kunnen zelf de probleemstelling uitkiezen waaraan zij willen werken. Deze probleemstellingen kunnen uit het kaartsysteem uitgekozen worden maar ook zelf opgesteld worden.
 - . zij kunnen met andere groepjes leerlingen uit de klas overleggen.
 - . zij kunnen binnen zekere grenzen hun eigen tijd indelen.
- Door deze keuzen, die de leerlingen mogen maken, voelen zij zich vrij tijdens het practicum, zonder dat dit vrijheidsgevoeld aanleiding geeft tot ordeproblemen.
- Een aantal situaties tijdens het practicum kunnen ervoor zorgen dat het practicum soms minder leuk is voor de leerlingen.

Met betrekkelijke zekerheid kan op grond van deze conclusies gesteld worden dat het succes voor leerlingen van dit practicumstelsel inderdaad toe te schrijven valt aan de manier waarop er in dit stelsel getracht is een vorm van interne differentiatie (Bade & Bult, 1981) te verwezenlijken. Het succes valt niet slechts toe te schrijven aan een aantal persoonlijke eigenschappen van de leraren, die dit practicum op deze school ingevoerd hebben.

2.5. Discussie

Op de R.S.G. Zaltbommel is het in dit artikel beschreven practicumstelsel een vast onderdeel in de biologielessen van de klassen 4 en 5 havo en 5 en 6 vwo. Daarbij neemt het de helft van alle biologie-uren in beslag. Het blijkt dat deze tijdsinvestering niet van invloed is op de eindexamenresultaten van de havo- en vwo-leerlingen; deze liggen op het landelijke gemiddelde (mond. med., G.Scholte). Ook de grootte van de klassen is voor de betrokken docenten niet van invloed op de beslissing om wel of geen practicumlessen op te nemen. In de ACL0-enquête wordt o.a. door docenten aangevoerd dat de groepsgrootte een belemmerende factor is bij de realisatie van practica. Ook constateert men tijdgebrek. Op de prioriteitenlijst van wenselijke veranderingen staan 'leerlingen verzamelen informatie', 'zelfontdekkend leren', 'probleemoplossend leren' en 'individuele leerstofkeuze' hoog genoteerd (ACL0, 1982).

Dit biologiepracticum heeft de belemmeringen: tijd en groepsgrootte binnen de huidige situatie, gedeeltelijk overwonnen en voldoet aan een aantal wensen zoals die door biologiedocenten worden aangevoerd.

In de vergelijking tussen de klassen valt zowel bij de observaties als de evaluaties met leerlingen op dat de overeenkomsten tussen de klassen groot zijn. In totaal werken 3 docenten met de verschillende klassen. Dit doet vermoeden dat vooral eigenschappen van het stelsel verantwoordelijk zijn voor het beeld dat observanten en leerlingen krijgen. De persoonlijkheid van de docent is van minder grote invloed.

De leerlingen zijn enthousiast over deze onderwijsvorm. Enerzijds doordat de stof beter begrepen wordt; anderzijds omdat men een aantal vaardigheden opdoet, die gewaardeerd worden (proeven bedenken en opzetten, zelfstandig leren werken e.d.). Het valt op dat de beoordeling van weinig invloed is op de inzet van leerlingen. Men is naast het behaalde punt, vooral ook geïnteresseerd in het waarom van fouten. De opmerkingen van docenten bij de verslagen worden meer diagnostisch dan beoordelend opgevat. De tijd die voor een foutenanalyse van het verslag wordt uitgetrokken, vindt men vaak te kort.

De meeste tijd wordt op school door leerlingen gestopt in het opzetten en uitvoeren van proeven. Het trekken van conclusies is een thuisactiviteit, welke voor leerlingen één van de moeilijkste stappen is.

Alhoewel de tijdsinvestering per onderwerp groter is dan in een docerende werkvorm het geval zou zijn, ontstaat geen tijdgebrek. Het betere begrip bij leerlingen zorgt ervoor dat in Zaltbommel sprake is van een lineaire leerstofopbouw. De stof die bijvoorbeeld in 4 havo behandeld is, komt voor het eindexamen niet meer terug. De manier van werken, tijdens het practicum, kent een toenemende moeilijkheidsgraad. Aan verslaggeving worden steeds hogere eisen gesteld. Men zou kunnen spreken van een concentrische opbouw t.a.v. de methode van werken. Dit wijkt principiële af van wat gebruikelijk is; immers, veelal kiest men voor een concentrische leerstofopbouw. Een bepaald thema komt in de vooreindexamenklas en de examenklas minstens tweemaal aan bod. De manier van werken is veelal uniformer.

Het is niet ondenkbaar dat zodoende per saldo in dit practicumstelsel evenveel of zelfs minder tijd wordt uitgetrokken voor de examen-onderwerpen.

Literatuur

- ACLO-biologie. *Kaartbeeld van het biologieonderwijs. Verslag van een enquête onder leraren van het avo/vwo en aanbevelingen*, Enschede: Advies Commissie Leerplan Ontwikkeling, 1982.
- Bade, J.J., Bult, H. *De praktijk van interne differentiatie*, Nijkerk: Intro, 1981.
- Hermans, J.J., Brekelmans, M. *Oefenen in gespreksvoering*, Utrecht: R.U.-Utrecht/PDI, 1982.
- Koning, P.de. *Differentiatie tussen selectie en adaptie*, Handboek Onderwijspraktijk, Deventer: Van Loghum-Slaterus, 1978.