

EXO in Actie: Beheersbaar maken van E

Eén van de belangrijkste veranderingen van de WEN ten opzichte van het vorige examenprogramma is de experimentele opdracht (EXO) van leerlingen. Hoewel verplicht, wordt de EXO momenteel op hooguit 20 - 30% van de scholen uitgevoerd. Het is begrijpelijk dat veel docenten opzien tegen de EXO. Begeleiding van zo'n opdracht is tijdrovend, hoewel ontzettend leuk. De opdracht creëert ook veel onzekerheden. Leerlingen kiezen onderwerpen waar de docent niet in thuis is, hoe moet je die begeleiden, hoe geef je cijfers, vooral als leerlingen in paren werken, enz. In de praktijk blijkt dat men heel voorzichtig kan beginnen en dat randvoorwaarden zo aan te passen zijn dat de EXO beheersbaar wordt voor de docent.

In het eerste deel van dit artikel houden we ons louter met deze problemen bezig. Daarna beschrijven we de gang van zaken op het Pascal College, niet omdat het daar ideaal zou zijn (de docenten vinden dat er nog veel kan verbeteren), maar omdat men er goed in geslaagd is de EXO beheersbaar te maken door praktische regels. Niet iedere lezer zal het eens zijn met die regels (bijvoorbeeld EXO in 5 vwo), maar de lezer ziet wel wat er geregeld moet worden en hoe dat op de eigen school zou kunnen.

De uitvoering van EXO op verschillende scholen varieert sterk. Een ideaal is dat leerlingen helemaal vrij gelaten worden in de keuze van het onderwerp: de docent begeleidt wat ze ook kiezen, de tijd te besteden aan metingen is vrij en wordt met toa of docent geregeld, de meest beperkende factor is de aanwezige apparatuur. Dit ideaal is in de meeste situaties niet realiseerbaar en zeker niet door docenten die voor het eerst enkele leerlingen een 'soort' EXO laten doen en het eigenlijk niet zo zien zitten. Men kan echter een geleidelijke overgang maken van de huidige situatie zonder EXO naar een ideale EXO in de toekomst door met slim gekozen regels te beginnen.

Hoe maak je de opdracht beheersbaar?

1) Groepjes

De meeste docenten werken met paren leerlingen in plaats van individuele opdrachten. Voordeel: Dit beperkt begeleiding, apparatuur en experimenteertijd per klas met 50% en leerlingen hebben een gesprekspartner waarmee ze moeilijkheden kunnen delen. Nadeel: werk en kwaliteit van de leerlingen in een paar is nooit gelijk, één kan dominant zijn en de ander kan 'meedrijven', het is moeilijk een individuele beoordeling te geven, etc. Ook op deze nadelen zijn antwoorden te verzinnen. Er zijn bijvoorbeeld docenten die leerlingen indelen in groepjes op grond van (ongeveer gelijke) rapportcijfers.

2) (Overgangsfase) Alleen goede leerlingen doen de opdracht(?)

Er zijn vrij veel scholen waar enkele goede leerlingen een onderzoeksopdracht doen terwijl andere leerlingen een standaard praktisch schoolonderzoek doen (bijvoorbeeld een CITO practicumtoets of een zelf gemaakt praktisch schoolonderzoek). Dit kan een voorzichtige manier zijn om met

EXO te beginnen en ervaring op te doen. Het kan ook een alternatief zijn als de situatie op school moeilijk is (qua faciliteiten en beschikbaarheid van de toa). Later kan men dan het aantal leerlingen dat de opdracht doet langzaam uitbreiden.

3) Tijd

De docent kan de tijd die leerlingen en begeleiders besteden beter in de hand houden door:

- a. een beperkt aantal experimenteermiddagen vast te stellen,
- b. de periode waarin de opdracht moet worden uitgevoerd te beperken (bijvoorbeeld 3 of 4 weken vanaf de keuze en goedkeuring van een onderwerp),
- c. de periode goed te kiezen (eventueel in 5 vwo),
- d. verplichte begeleidingsgesprekken (bijvoorbeeld bespreking van voorstel) te roosteren op maximaal 10 minuten per groep,
- e. niet meer dan 10 normale lessen te gebruiken,
- f. eventueel indeling van het jaar in perioden waarbij leerlinggroep 1-3 hun opdracht in sept/okt doen, groepen 4-6 in nov/dec, etc. Op die manier wordt een piekbelasting op apparatuur en begeleiding vermeden (uiteraard zijn er ook docenten die graag alles tegelijk hebben om er in één keer vanaf te zijn).

4) Onderwerp

Er zijn zeer veel manieren om onderwerpen beheersbaar te maken. Men kan onderwerpen beperken op het moment dat leerlingen met een voorstel komen, men kan ook vooraf beperkingen aanbrengen. Er zijn onderwerpen die in één experimenteermiddag kunnen worden gedaan en er zijn onderwerpen die veel meer vergen. In een overgangsfase kan men de onderwerpen eerst eenvoudig (laten) kiezen.

Een interessante variant is een thema te kiezen, en dan groepjes leerlingen elk een aspect van dat thema te laten kiezen als opdracht. Voordeel is dat de docent zich slechts in één onderwerp hoeft te verdiepen, dat de opdracht een klasproject wordt met alle extra motivatie daarvan, en dat er een goede kans is dat het niveau van het geheel veel hoger wordt dan bij puur vrije opdrachten.

Voorbeeld: papierchromatografie, groepjes leerlingen kunnen de invloed onderzoeken van verschillende factoren als papier-soorten, inktsoorten, gebruikte transportvloeistof, identificatie van stoffen, etc. Een ander voorbeeld kan zijn muziekinstru-

menten, daarbij kunnen groepjes leerlingen elk een taak vinden binnen het thema geluid en muziek. Nog een ander voorbeeld kan zijn verkeersveiligheid of natuurkunde van een pretpark of speeltuin.

5) Betrokkenheid van docent/toa

De betrokkenheid van docent en toa kan sterk variëren. Er zijn scholen waar de docent zich alleen bezighoudt met de keuze van de opdracht en met de evaluatie terwijl de gehele uitvoering begeleid wordt door de toa. Zoiets is zeer sterk afhankelijk van het onderwerp en de beschikbaarheid, inzet en kwaliteit van de toa.

6) Samenwerking

Gedeelde smart is halve smart, als de samenwerking tussen docenten goed is, dan kunnen de opdrachten van parallel vwo klassen samen begeleid worden. Gedurende experimenteermiddagen zijn bijvoorbeeld twee docenten aanwezig (dus ook dubbele aantal leerlingen) zodat wanneer leerlingen vastlopen, er drie (2 docenten en toa) kans zijn op een goed idee (zie beschrijving van EXO op SG Pascal). Ook als er slechts één 6 vwo klas is, wordt de EXO soms toch door twee docenten begeleid.

7) Begeleiding

We volstaan met te verwijzen naar het materiaal van Nijmegen. Vooral het logboek¹⁾ (vaak door docenten wat ingekort) wordt erg nuttig gevonden in de begeleiding van leerlingen.

8) Evaluatie

Evaluatie en cijfergeving kan diverse vormen aannemen en ook daar kan men tijd besparen. Men moet zich realiseren dat hoe men de opdracht ook beoordeelt (verslag, interview, etc.), de fouten-marge of onzekerheid in het cijfer groot is, groter dan in een repetitiecijfer²⁾. Een tijdbesparende manier van evaluatie is de leerlingen een tentoonstelling laten maken waarbij ze op een aantrekkelijke poster een samenvatting zetten van hun werk en eventueel met apparatuur er nog wat bij kunnen demonstreren. Docenten/toa kunnen als jury rondgaan en een beoordeling geven die samen met een cijfer van de begeleider een eindcijfer oplevert. In dat geval is men 10 minuten per leerlingpaar kwijt in plaats van 30-45 minuten voor correctie van een verslag. Bovendien heeft de tentoonstelling waarde in de school: de rector ziet het, collega's krijgen een indruk, leerlingen in lagere klassen krijgen een idee van wat die EXO nu is, etc. Men kan ook (in plaats van

of in aanvulling op een verslag) een seminar organiseren met korte presentaties. Via parallelsessies kan tijd beperkt worden. En zo zijn er nog allerlei niet-conventionele manieren om het korter en interessanter te maken.

Kortom, door het variëren van randvoorwaarden kan men de begeleidingstijd beperken en leerlingen beter in het spoor houden. Op deze manier kan men ook een overgangsfase creëren om aan de EXO te wennen.

EXO op het Pascal College

We beschrijven vervolgens de uitvoering van de EXO op het Pascal College.

Overzicht en tijdsplanning

De opdracht wordt in 5 vwo uitgevoerd door paren leerlingen. Door de reductie van een lesuur van 50 minuten naar 45 minuten, heeft natuurkunde eens per twee weken een extra lesuur kunnen claimen op de vrijdagmiddag. Voor dat uur heeft de sectie moeten vechten. De extra uren op vrijdagmiddag worden gebruikt voor

- voorbereiding door middel van 5 vwo practica elke 2 weken tot de voorjaarsvakantie
- gidsexperimenten (1 middag in maart of april)
- uitvoering van de experimenten (2 middagen met eventuele uitloop in een derde in de periode april-juni).

De middagen voor het eindexperiment duren niet zelden tot 17.30 uur en beide docenten en toa zijn aanwezig. De leerlingentijd is dus een aantal uren op vrijdagmiddagen voor de voorjaarsvakantie voor voorbereiding en oefening, één middag gidsexperiment, en twee middagen experimenteren plus thuiswerk aan voorstel, verslag gidsexperiment, en eindverslag. Het aantal docentmiddagen voor experimenteren na kerst is 2 à 3x het aantal leerlingmiddagen afhankelijk van het totale aantal leerlingparen. Bij cruciale onderdelen worden steeds reservemiddagen gepland. Ziekte en onverwachte vergaderingen zijn dan niet direct fataal.

Voor de vakantie

De vrijdagmiddagen worden vastgesteld in overleg met andere secties en de directie. De middagen worden van tevoren bij roostermakers opgegeven.

Opdracht in 5 vwo

De gehele opdracht wordt in 5 vwo uitge-

voerd om tijd te besparen in 6 vwo en om overlap met scheikunde-experimenten te vermijden. Examenregelingen maken dit mogelijk maar men moet dit wel even schriftelijk vastleggen in het schoolreglement. Bij zakken voor eindexamen (nog niet meegemaakt) kan het EXO-cijfer gewoon blijven staan. Bij zittenblijven in 5 vwo moet de opdracht net als alle andere onderwerpen herhaald worden, dat is schooltraditie op Pascal.

Een nadeel van EXO in klas 5 is dat leerlingen nog relatief weinig onderwerpen hebben gehad. Maar met Scoop³⁾ is het mogelijk een deel van mechanica uit te stellen en andere onderwerpen eerder te doen. Dat heeft bovendien het voordeel dat er eens wat sneller een wisseling van onderwerp komt (kan motiveren).

Over het kiezen van exo onderwerp (herfst)

Laat eens wat demo- en practicum-experimenten van andere klassen staan, dat roept vragen op, laat mogelijkheden zien hoe een demo-experiment gevarieerd kan worden. Er is een lijst met ideeën voor opdrachten, maar we zijn erg terughoudend met deze lijst ten opzichte van leerlingen. Als leerlingen zelf met een idee komen, is dat veel motiverender.

Exo voorstel (voorjaar)

Leerlingen doen een schriftelijk voorstel met doel, argumentatie, benodigde apparatuur en kosten, en partner. Dat voorstel wordt met de docent besproken. De docenten hebben veto-recht over de keuze van het experiment en de keuze van de partner. Het voorstel moet operationeel beschreven worden, de leerlingen moeten precies zijn, grootheden noemen en het gewenste eindresultaat beschrijven. Dit blijkt voor docenten en leerlingen de moeilijkste fase te zijn. Vaak dienen leerlingen zeer omvangrijke voorstellen in, reduceren met een factor 2 of 3 komt voor. In deze fase zijn de docenten voornamelijk bezig met schrappen en beperken van ideeën. Proeven die op het oog flauw lijken, kunnen vaak door aanpassingen interessant gemaakt worden. Deze fase is van doorslaggevend belang voor het slagen van de proef. De tijd die geïnvesteerd wordt, wordt dubbel en dwars weer terugverdiend. In deze fase voelen leerlingen zich zeer onzeker. Enerzijds zijn ze zich bewust van het belang van deze fase en anderzijds hebben ze in onder- en 'midden'bouw geen ervaring opgedaan in het voorberei-

>

- > den van onderzoek. Dergelijke ervaring kan ingebouwd worden in een practicum-programma vanaf klas 2.

Gidsexperiment

Leerlingen doen vervolgens een gidsexperiment waarin ze zien of hun opdracht uitvoerbaar is. Natuurlijk moet ook alle apparatuur bij elkaar gescharreld worden. De toa beoordeelt op grond van apparatuurlijstjes wie welke gidsmiddag komt. Hij weet welke apparatuur al bezet is.

Het gidsexperiment zou in een blokkur gedaan moeten kunnen worden, maar neemt in de praktijk vaak een hele middag of twee halve middagen in beslag. Leerlingen bereiden het gidsexperiment voor en voeren het uit. Van het gidsexperiment wordt een verslagje gemaakt dat besproken wordt met de docent en uit dat gesprek komt dan de definitieve opzet.

Veel leerlingen zien niet direct het nut van een gidsexperiment. Bij een goed experimenteerplan verwachten de meesten geen problemen. Als je het gidsexperiment goed uitvoert, ben je toch al klaar met de hele proef? De praktijk leert anders.

Voorbeelden van gidsexperimenten die eerst niet goed gingen:

1. meten van de uitstroomsnelheid van een bekertje door een rietje eronder. Na het gidsexperiment is gesuggereerd om een melkkarton te nemen met een horizontaal rietje;
2. stroboscoop en valbeweging: bij het gids-experiment kwamen maar twee stippen op een foto, dat is te weinig, dus de frequentie van de stroboscoop moest bijgesteld worden!
3. invloed van temperatuur van olie op viscositeit: valtijd van kogeltjes werd bij hogere temperatuur te kort om te nauwkeurig te meten, men moest dus een langere buis kiezen een of andere soort olie gebruiken, of zoeken naar een andere methode om viscositeit te bepalen.

Uitvoering (twee vrijdagmiddagen tussen april en juni)

De onderzoeksmiddagen worden aan het begin van het jaar al vastgelegd. Er wordt op gerekend dat een leerlingenpaar in twee middagen (ergens tussen april en juni) klaar moet kunnen komen. Op die middagen zijn docenten en toa aanwezig. Begeleiding wordt nu rustiger, je moet voorkomen dat leerlingen om 2 uur vastlopen en om 5 uur nog geen stap verder zijn. In 1992 waren er 36 lln, verdeeld in 3 groepen

van elk 6 paren. We beperken de groepen tot 12 leerlingen per middag.

Beoordeling

Beoordeling gebeurt aan de hand van een puntenschema met maximaal 18 punten waarvan: 2 voor het idee, 3 voor het gids-experiment, 4,5 voor uitvoering, 2 voor conclusie, en dan nog een paar 1 punt aspecten. De genoemde punten zijn voor activiteiten van 2 leerlingen samen. Naar aanleiding van het eindverslag kunnen leerlingen opgeroepen worden voor een gesprek. Op grond daarvan zou één leerling van het paar meer punten kunnen krijgen dan de andere, maar tot dusver is het moeilijk geweest te differentiëren tussen de partners. Er zijn dus diverse beoordelingsmomenten, elk met hun eigen gewicht. De correctietijd per verslag is wisselend en varieert van 20 minuten tot een uur. Bij een onvoldoende eindcijfer wordt (na de zomervakantie in klas 6) een aanvulling voorgesteld, die het cijfer in principe tot een 6 moet kunnen opvoeren.

Belangrijk

De gehele EXO wordt door een team van twee docenten en een toa gerund. Alle voorbereidings- en begeleidingsactiviteiten worden gezamenlijk uitgevoerd, beide docenten zijn op de geplande vrijdagmiddagen aanwezig en men voelt zich vrij elkaars leerlingen te helpen.

Wat moeilijk is

Leerlingen hebben veel moeite met het vertalen van variabelen naar meetbare grootheden (operationeel definiëren) en met het maken van een logische opzet.

Ijking geeft ook problemen. Soms wordt een opdracht na een gidsexperiment opnieuw gedefinieerd tot alleen ijken. Leerlingen zijn dan wat teleurgesteld dat er niet meer gedaan kan worden, maar zo is de natuurkunde.

Leerlingen spelen nog niet gemakkelijk met verbanden. Bijvoorbeeld, je kunt de kwadratenwet checken voor geluidsvoortplanting, maar je kunt het ook omkeren en afstandsbepalingen doen via geluidsmeting uit een bekende bron.

Voorbeelden van uitgevoerde proeven

Leerlingen onderzochten de afstandsbediening van een tv m.b.v. een video-came-

ra die gevoelig bleek voor infrarood. Een ander groepje onderzocht een door een vader gemaakte pulsbekrachtiging voor een speelgoedtrein. Het vermogen van een stoommachine werd onderzocht. Een goed gemotiveerd groepje deed onderzoek naar vliegtuigvleugels in een windtunnel op Hogeschool Holland. Hierbij werd een uitzondering gemaakt op het principe dat het onderzoek op school plaatsvindt.

Ervaring

Na een paar jaar ervaring blijkt dat nog lang niet de ideale vorm gevonden is. De wisselende rol van begeleider/beoordelaar speelt ons parten. Op grond van ervaring wordt nu gewerkt aan een geheel andere voorbereiding met andere practica in 4 en 5 vwo⁴). Leerlingen blijken de EXO een spannende en leuke ervaring te vinden, waarvan ze veel zeggen te leren. Daarmee zijn we het van harte eens, maar hiermee gaan we wel voorbij aan de bedoeling van de WEN, waarin de EXO een toetsingsmoment is en de leerling beoordeeld wordt op vaardigheden en kennis, terwijl onze EXO toch meer een leermoment is. 

Noten

1. Haren, R. van Het EXO Logboek. Vakgroep Didaktiek natuurkunde, Katholieke Universiteit Nijmegen.
2. Een NVON werkgroep heeft richtlijnen ontwikkeld voor de beoordeling van de EXO. Zie F. Budding et al. in het NVON Maandblad van oktober 1991.
3. De SCOOP auteurs zelf (Biezveld/Mathot) volgen geen vaste volgorde en laten hun klassen vaak zelf het volgende onderwerp kiezen.
4. Zie bijvoorbeeld de speciale practicum-serie die is ontwikkeld door S. Feiner-Valkier van de Universiteit van Eindhoven.