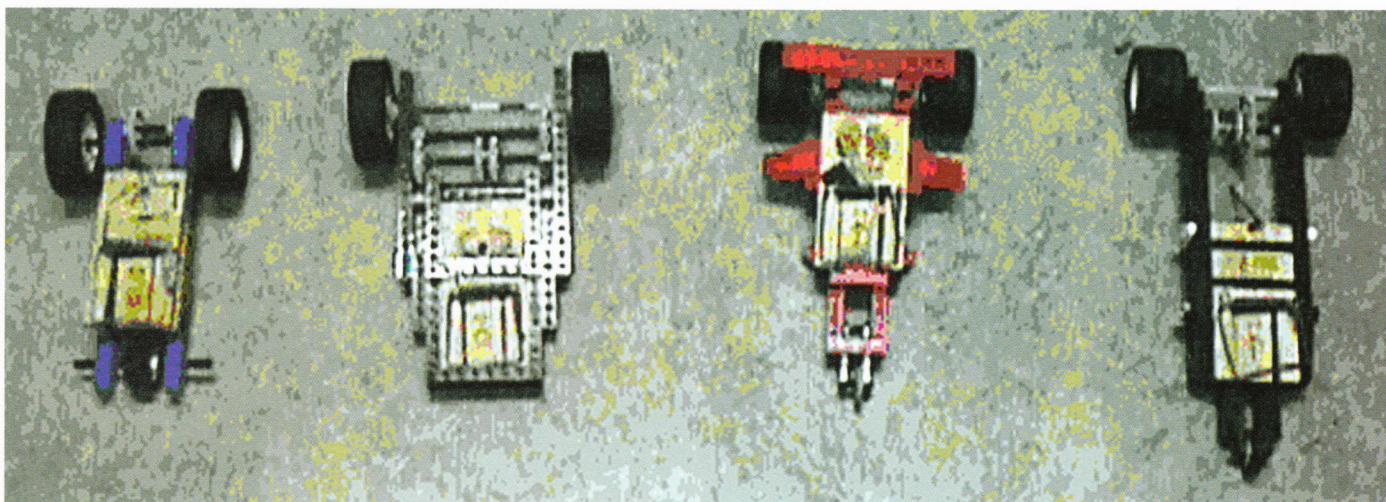


ER ZIJN ER GEEN TWEE HETZELFDE. ZE PRESTEREN -NET ALS LEERLINGEN- ALLEMAAL VERSCHILLEND. LEERLINGEN VAN HAVO-4 WERKEN GEMOTIVEERD EN HARD AAN HUN ONTWERPOPDRACHT. HUN DOCENT (MARCEL DEES) IS NIEUWELING OP HET GEBIED VAN TECHNISCH ONTWERPEN IN DE KLAS EN AANGENAAM VERRAST. DE OPDRACHT 'MUIZENVALAUTO' BLIJKT HEEL GESCHIKT TE ZIJN OM HAVO-4 LEERLINGEN EEN BOEIENDE INTRODUCTIE IN TECHNISCH ONTWERPEN TE GEVEN. IN DE LAATSTE, STRESSVOLLE WEKEN VAN HET SCHOOLJAAR GAAN ZIJ GEÏNSPIREERD AAN HET WERK. KOM DAAR MAAR EENS OM! "ECHT LEERZAAM, EN EERLIJK GEZEGD Zouden we eerder voor technische natuurkunde kiezen dan we normaal gedaan zouden hebben" melden Janno en Wilco. De opdracht is afkomstig uit het netwerk Technisch Ontwerpen van de TUD. "Moet u volgend jaar weer doen, meneer" is het advies van de leerlingen. Ook dát overkomt een natuurkundeleraar niet ieder dag.....



Figuur 1: Vier ontwerpen stellen zich voor.

TECHNISCH ONTWERPEN - EEN EERSTE KENISMAKING

EEN AANZET TOT INTEGRATIE IN HET NATUURKUNDEONDERWIJS

Technisch ontwerpen is een onderdeel van het onderwijs in de bovenbouw, dat lang niet altijd uit de verf komt. In de methodes komt het zijdelings ter sprake. In het centraal schriftelijk examen wordt het niet getoetst. Je moet technisch ontwerpen als docent echt een plaats *willen* geven, anders verdwijnt het onopgemerkt. Hetzelfde geldt voor practica, maar deze hebben bij docenten natuurwetenschappen van oudsher een duidelijker plaats.

Toch is technisch ontwerpen opgenomen in het examenprogramma van de vakken Natuurkunde, Scheikunde, Biologie en Algemene Natuurwetenschappen. Alleen al om die reden moet er aandacht voor zijn. Belangrijker nog is dat het een beeld geeft van technisch bezig zijn, wat van belang is voor leerlingen die een technische vervolgopleiding of een technisch beroep overwegen.

"Ook ik heb de afgelopen jaren natuurkunde gegeven zonder aandacht te besteden aan technisch ontwerpen. Mijn aandacht ervoor werd gewekt door contacten met de ontwikkelgroep Technisch Ontwerpen van Techniek 15+ regio west¹, door diverse workshops op conferenties en door contacten met mensen die enthousiast waren over hun ervaringen met ontwerp opdrachten in de klas.

Aankankelijk had ik enige huiver voor het beginnen met ontwerp opdrach-

ten. Vanzelf vanwege mijn geringe ervaring ermee. Ook vanwege de dikke brochures van de SLO² (overigens met goede inhoud) die ik eerst wilde doorworstelen. De leermomenten richting Natuurkunde zag ik niet zo. Toch wilde ik het experiment met technisch ontwerpen erop wagen. Mocht het wat worden, dan kan ik het verder opnemen in het curriculum", aldus Marcel Dees.

DE OPDRACHT

Leerlingen met het profiel N&T uit HAVO 4 krijgen aan het eind van het schooljaar per tweetal de opdracht een voertuig te maken dat wordt aangedreven door een gespannen muisenzval. Het voertuig moet zo v er mogelijk komen. De kosten voor deze opdracht zijn bescheiden: de muisenzval kost ongeveer f2,50 en leerlingen moeten zelf constructiemateriaal leveren (Lego, Meccano of K'nex). Verder zijn er geen bijzondere hulpmiddelen nodig. De opdracht is een praktische opdracht (PO), waaraan 10 studielast-uren besteed moet worden.

De opdracht spreekt tot de verbeelding. Zodra hij bekend is begint de hele klas naarstig te zoeken. Idee en borrelen op -ook onwerkbaar. Vervelend is het dan, dat je als leraar wat logistieke, logboek- en verslagopmerkingen kwijt moet. Met dat noodzakelijke kwaad kan men uiteindelijk leven. De rand-

voorwaarden en de beoordeling zijn nu duidelijk voor iedereen.

De opdracht bestaat uit twee A4-tjes. Dat is ook ongeveer het maximum wat je een leerling voor een praktische opdracht kunt áádoen. Voor een verkleind voorbeeld zie figuur 2 (bestand: art124902.doc); de volledige tekst kunt u downloaden en voor eigen gebruik aanpassen op <http://www.tn.tudelft.nl/didactiek>

Enige weken voordat de praktische opdracht begint, krijgen de leerlingen een introductie in technisch ontwerpen. Daarbij wordt de inleiding van de SLO-brochure 'Ontwerphandleiding'³ gebruikt. In twee bladzijden wordt daar aangegeven wat een ontwerper doet en uit welke stappen het ontwerpproces bestaat. De leerlingen doorlopen bij de opdracht met de muizenval de in de opdracht genoemde 5 stappen van het ontwerpproces. De ontwerphandleiding voor profielwerkstukken, zoals die in de ontwikkelgroep Technisch Ontwerpen van de TU Delft is geproduceerd⁴, is nog concreter en geeft veel steun. Docent Dees: "Ik vind het belangrijk dat leerlingen bij het ontwerpen niet direct oplossingsgericht gaan werken, maar als echte ontwerpers een analyse maken van het ontwerpprobleem en zoveel mogelijk alternatieven formuleren. Ze moeten niet direct aan de slag gaan met materialen, maar eerst de opdracht grondig doordenken en daarbij hun fysieke kennis gebruiken."

De opdracht zelf is nog nieuw, noch origineel. In de VS wordt zij al een aantal jaren gegeven. Er worden er zelfs grootschalige wedstrijden georganiseerd⁵. Hij is ook in Nederland gebruikt.

ERVARINGEN

De leerlingen leveren na het volbrengen van de opdracht de volgende zaken in: een rijdend voertuig, hun logboek en een verslag waarin het totale ontwerpproces, zoals zij dat hebben doorlopen, is beschreven. De structuur van het verslag moet overeenkomen met de vijf stappen van hun ontwerpproces. Alle tweetallen presenteren hun prototype tijdens een wedstrijd. De afgelegde afstand wordt gemeten.

Het enthousiasme waarmee de leerlingen met de opdracht bezig zijn, is verrassend. Uitspraken van leerlingen als "Doen we dit volgend jaar weer?" en "Als ik er meer tijd voor had gehad, had ik nog veel kunnen verbeteren" en uitspraken van collega's "Ben jij ervoor verantwoordelijk dat die jongens voordurend met hun lego bezig zijn?" getuigen daarvan.

Het wedstrijdaspect geeft een extra inzet. Leerlingen proberen tijdens het ontwerpproces hun resultaten voor elkaar geheim te houden. Ze doen geheimzinnig: hun unieke vondst moet vooral niet door anderen gebruikt worden. Zo'n sfeer wil je als leraar graag koesteren. Je herkent het als een kostbare bron van écht leren. Het ontwerpproces wordt gestuurd doordat de leerlingen een aantal 'GO/NO GO' momenten hebben. Zo verzekert de docent zich van een goede procesgang.

Tien identieke muizen vallen resulteren in tien voertuigen met verschillende prestaties. De leerlingverslagen en -logboeken zijn persoonlijke documenten geworden en daardoor zeer verschillend.

Er spreekt betrokkenheid uit.

"Het was een leuke en leerzame opdracht om te doen, er zijn op zich best wel veel aandrijvings-mogelijkheden, daarom is het best lastig uit te zoeken welke de beste is.Al met al was het een leuke praktische opdracht, die in een leuke tijd te doen valt. Vooral het materiaalgebruik vonden wij leuk en origineel, omdat onze kindertijd weer naar boven borrelde."

"Helaas werden we iets van 4e. Maar goed, wel een hoop lol gehad. Deze opdracht moeten ze volgend jaar ook doen. Echt leerzaam, en eerlijk gezegd zouden we eerder voor Technische Natuurkunde hebben gekozen dan we normaal gedaan hebben. Je hebt nu in een korte tijd veel problemen moeten verhelpen."

Niet iedereen krijgt uiteindelijk dezelfde beoordeling en de auto die het verste komt krijgt ook niet het hoogste cijfer, daarvoor is het ontwerp-proces verslag te belangrijk.

Leerlingboekje

klas: H4, N&T
slu: 10 uur per leerling
benodigde hulpmiddelen:
♦ muizenval (wordt verschaft),
♦ eigen materiaal (bv. lego, knexx, meccano, karton, plastic, hout, ...)
uitvoering: groepsopdracht voor 2 leerlingen
logboek: ja
presentatievorm: ontwerp (verslag) + prototype

ontwerpopdracht: muizenvalauto

Opdracht:

Ontwerp een voertuig dat voortbewogen wordt door een muizenval. Streef naar een oplossing die een zo lang mogelijke weg kan afleggen.

Eisen:

1. De af te leggen weg van het voertuig is rechthoekig.
2. De ondergrond is vlak, hard en effen.
3. De energie mag alleen overgebracht worden op het horizontale vlak (niet springen, vliegen o.i.d.)
4. De muizenval is de enige energiebron voor de aandrijving van het voertuig.

Bij het ontwerpproces worden de volgende stappen doorlopen:

Zie beschrijving op de achterkant

Het proces is cyclisch, bv. na stap 4 terug naar 2...

In te leveren, uiterlijk 22 juni 2001 (elke werkdag later ½ punt aftrek):

- ♦ Het ontwerp(verslag) met daarin een omschrijving van de vijf stappen van het ontwerpproces.
- ♦ Een logboek per leerling!
- ♦ Het prototype.

Het logboek

Het logboek omvat meer dan alleen per werkzame dag een beschrijving van de activiteiten. Je beschrijft er het gehele ontwerpproces in! Neem er bijvoorbeeld een schrift voor.

Beschrijving van de stappen van het ontwerpproces:

1. Stel een programma van eisen (PvE) op.

Aan welke eisen/wensen moet de oplossing voldoen? Formuleer zo concreet mogelijk. Eisen moeten meetbaar zijn; geef aan hoe je ze zou kunnen meten. Bespreek de eisen met je leraar. Houd rekening met wat op school wel en niet mogelijk is (randvoorwaarden).

2. Beschrijf deelfuncties en bedenk voor elke deelfunctie (deel)oplossingen.

Bedenk functies die het product moet vervullen; welke verschillende dingen moet het product allemaal doen? Maak zelf zo'n tabel naar het voorbeeld hieronder.

functies	uitwerkingen			
	1	2	3	4
1				
2				
enz.				

Laat de functies door je docent controleren. Na akkoord, kun je verder gaan met het bedenken van manieren waarop elke functie vervuld zou kunnen worden. Bedenk zoveel mogelijk uitwerkingen per functie. Geef elke uitwerking weer met een schets en/of enkele trefwoorden. Zet ook die in de tabel. Daarmee maak je ideeën over belangrijke onderdelen duidelijk aan anderen.

3. Formuleer een ontwerpvoorstel.

Je gaat nu kiezen. Ga voor alle uitwerkingen na of en in welke mate aan de eisen (PvE) is of kan worden voldaan. Selecteer de meest belovende combinatie van uitwerkingen. Houd rekening met de randvoorwaarden. Schrijf ook op hoe je tests wilt uitvoeren en waarmee. Motiveer je keuzen! N.B. Hier zit dus ook een theoretische onderbouwing in!

4. Maak en test het ontwerp

Maak een eerste model (prototype) van het ontwerp. Je schrijft in je logboek wat je achtereenvolgens doet en welke problemen je tegenkomt.

Dan volgt de testfase. Die kan heel uitgebreid zijn. Misschien moet je na een test wel besluiten om je model aan te passen of een nieuw model te maken. En daarna dat nieuwe model testen. Enz. Laat in deze fase je logboek regelmatig zien! Geef een beschrijving van de testprocedure(s) en de resultaten. Maak eventueel grafieken om metingen inzichtelijker te maken. Noteer ook duidelijk welke veranderingen of verbeteringen je hebt aangebracht om het alsnog te laten werken.

5. Evalueer het ontwerp

Ontwerp: Leg kort uit hoe het werkt. Bepaal in welke mate het voldoet aan het PvE. Trek op basis van onder andere de testresultaten conclusies. Zet de voordelen en nadelen op een rijtje.

Beoordeling.

Je wordt beoordeeld op:

- ♦ de kwaliteit van elke van de stappen in het ontwerpproces
- ♦ de zelfstandigheid bij het ontwerpproces
- ♦ de informatieve kwaliteit van je logboek
- ♦ de kwaliteit van je metingen
- ♦ het natuurkundig gehalte in je ontwerp
- ♦ de kwaliteit van je verslag

Figuur 2.

HET ONTWERPPROCES

Elk tweetal levert eerst een Plan van Aanpak (PvA) in. Ze plannen dus wanneer ze welke stappen van het ontwerpproces op welke plaats doen. Slechts een deel van de uitvoering van de opdracht gebeurt klassikaal: de introduc-

tie van de opdracht, de laatste les voor de inleverdatum en de wedstrijd. De rest van de uitvoering vindt plaats in zelfstudietijd, tijdens lesuitval en thuis.

PvE

Tegelijkertijd met het PvA stellen de leerlingen een Programma van Eisen (PvE) op. Veel van de eisen volgen direct uit de opdracht. Leerlingen nemen verder in hun PvE op: minimale massa, solide, weinig wrijving, gebruik eigen of goedkope materialen.

Het bijhouden van een uitgebreid logboek is voor hen een noviteit. Een enkeling vergeet zijn ontwerpproces uitgebreid te beschrijven. Enige aansporing blijkt echt nodig. Terwijl de ene leerling iets verandert aan het prototype, zie je de ander schrijven (figuur 3).



Figuur 3.

Zo lukt het een echt bijgehouden logboek te krijgen en geen verplicht nummer, dat pas na afloop van het proces wordt gestart. Maar dat is ook nodig om het ontwerpproces systematisch te doorlopen.

DEELFUNCTIES EN UITWERKINGEN

De opdracht luidt: 'Beschrijf deelfuncties en bedenk voor elke deelfunctie (deel)oplossingen'; daarna wordt de functietabel gegeven als format. Het begrip 'functie' is voor deze leerlingen erg abstract. Veel leerlingen beschrijven in dit stadium andere zaken, bijvoorbeeld eisen of onderdelen.

"Daarna was ik van plan de deelfuncties te maken, maar omdat er verwarring ontstond, wat precies het verschil was tussen programma van eisen en deelfuncties hebben we dat eerst aan elkaar duidelijk gemaakt/uitgelegd Ik was ziek, dus bleef thuis, thuis heb ik de deelfuncties verder uitgewerkt en afgerond, dit was meer werk dan ik in het begin gedacht had." (groep 10, p18)

Van de tien groepjes leerlingen komen 6 groepjes met een tabel: de functie-

tabel. Anderen zien het tabelkarakter over het hoofd, gebruiken wel het woord 'deelfunctie' en bedenken ook (deel)oplossingen.

Tabel 1 geeft een voorbeeld van 'deelfuncties'

Deelfuncties

1. Het wagentje moet aerodynamisch zijn om de luchtweerstand zo gering mogelijk te maken
2. Het wagentje moet zich zo ver mogelijk voortbewegen
3. Het wagentje moet zo soepel mogelijk rijden
4. Het wagentje moet het een paar keer uit kunnen houden
5. De muizenval moet een zo groot mogelijke aandrijvingskracht uitoefenen

Tabel 1: Deelfuncties

Tabel 2 geeft een voorbeeld van een 'functietabel', zoals die door leerlingen is uitgewerkt

Die opdracht leidt tot interpretatie verschillen. Dit is op zich niet zo verwonderlijk: technisch ontwerpen is betrekkelijk nieuw en de begrippen, die daarbij gebruikt worden moeten nog een eensluitende betekenis krijgen. Het blijkt moeilijk om eerst het product te analyseren. Nogal wat leerlingen schetsten op dit punt van het proces al een oplossing en hebben blijkbaar de neiging om stap 2 van het beschreven proces over te slaan.

"Het lijkt me echter noodzakelijk dat de 'ontwerpers' eerst divergerend nadenken over het product: wat moet de auto allemaal kunnen en welke mogelijkheden kan ik daarvoor verzinnen. In hun logboeken geven leerlingen dan ook aan dit onderdeel in eerste instantie niet zo spannend te vinden.

Nu is het bij deze opdracht ook moeilijk om de auto in functies te omschrijven. Ik kan er vier bedenken: rijden, overbrenging, 'in elkaar blijven zitten' en energieopslag. Dit bleek een erg abstracte stap voor deze leerlingen. Diegenen die een analyse maakten (maken konden), deelden de auto op in onderdelen. Dat lijkt me overigens bij deze opdracht niet verkeerd. Alleen je merkt dat ze gelijk al denken aan een bepaalde structuur van de auto: bijvoorbeeld iets met tandwielen of iets met een touwtje of iets met een hefboom. Op een mogelijke andere structuur komen ze dan niet meer. Die beslissing wordt onbewust gemaakt en helaas niet op grond van een gemotiveerde keuze voor wat beter is."

We zien echter graag dat leerlingen eerst in alternatieven denken, voordat ze met een weloverwogen en beargumenteerd ontwerpvoorstel komen. De volgende keer behoeft deze gehele stap dus meer sturing.

FORMULEER EEN ONTWERPVOORSTEL

De eerdere stappen leiden dan tot een ontwerpvoorstel. Leerlingen kiezen en die keuze motiveren. Vooral dat afwegen van alternatieven is lastig. Is 'kiezen' tussen iets en niets nog wel echt kiezen?

'Het gebruikte materiaal is technisch Lego, dit omdat we daarover beschikken en omdat het niet al te zwaar is. Ook is het heel makkelijk om iets te veranderen.'

Functies	Uitwerking			
	1	2	3	4
1 Rijden	Wielen met rubberen rand	Rups banden	3 Wielen -> 1 voor en 2, achter dit is minder stabiel, maar wel lichter.	4 Wielen -> 2 voor en 2 achter, dit is heel stabiel, maar wel iets zwaarder
2 Kracht van de bron overbrengen op de as	Door een touwtje	Door een elastiek	Door een veer	Door een tandwiel-constructie
3 De val moet vast zitten op de wagen	Vast klemmen tussen het frame		Vast tapen	
4 Na aandrijving uit kunnen rijden	Een mechanisme dat zonder de aandrijving uit kan rijden.			
5 Zover mogelijk rijden	Licht en met weinig kracht		Zwaar en met veel kracht	

Tabel 2. Functietabel

De leerlingen beschrijven en/of tekenen hun eerste ontwerp. Het geven van een theoretische onderbouwing moet kennelijk meer nadruk krijgen, want hun logboek levert nogal wat herkenbare maar qua onderbouwing zwakke uitspraken:

Voorbeelden van logboek-fragmenten:

'Zo dun mogelijke wielen (zonder argumenten)',

'We hebben de muizenval gewoon zo gelaten. Een hefboom erop bouwen leek ons geen goed idee. De auto wordt dan ten eerste veel zwaarder en hij trekt veel minder snel op en daar moet onze auto het juist van hebben.'

'De wielen moeten zo min mogelijk wrijving hebben met het wegdek. Met 3 wielen is er waarschijnlijk minder wrijving (Dit weten we niet zeker, nu moet het gewicht van het autootje door drie wielen gedragen worden in plaats van door vier).'

Leerlingen worstelen met natuurkundige concepten: massa, versnelling, wrijving, kracht (of bedoel ik energie?), tijd en afstand (wat is 'lang').

'Maar er zit juist kracht als energie in de muizenval opgeslagen'

'Des te groter de aandrijvingskracht, des te meer kracht hij levert, des te verder hij gaat'

'De aandrijving moet zo direct mogelijk zijn, want dan gaat er zo weinig mogelijk kracht en dus snelheid en dus afstand verloren.'

'De wielen zijn eigenlijk de kracht van het ver komen'

'We moeten deze kracht omzetten in afstand'

ner, zwaardere, lichtere, langere, kortere, dikkere en dunnere onderdeel. De muizenval legt de meeste afstand af als hij een hefboom van 19 cm, de grote wielen van 9,0 cm en de achteras van 0,5 cm gebruikt.

We hebben in totaal wel 10 keer de auto veranderd of zelfs weer opnieuw opgebouwd.'

Leerlingen doen metingen aan hun ontwerp en trekken daaruit conclusies.

'Nieuwe verandering, nog grotere wielen met een diameter van 16 cm.

Afstand: 7 à 8 m.

Toen kwam het idee om alleen nog maar grote achterwielen te gebruiken en de hele voorkant eraf te halen.

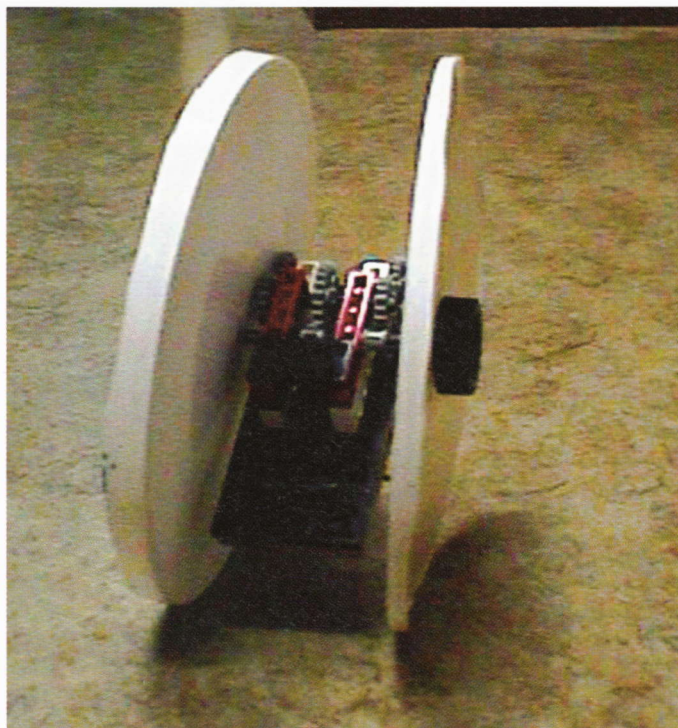
Afstand: 15 m)



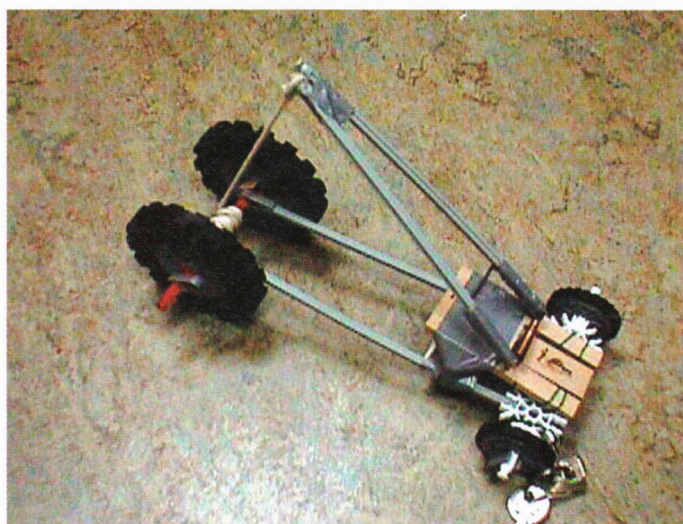
Figuur 5: Tijdens het ontwerpproces moet het prototype tussentijds goed opgeborgen kunnen worden.

EVALUEER HET ONTWERP

Het beoordelen van hun prototype levert niet zo veel bijzonders. De eisen zijn open geformuleerd. Aan de eis 'zo ver mogelijk rijden' wordt voldaan. De wedstrijd zelf toont de leerlingen dat er blijkbaar heel andere oplossingen mogelijk zijn, dan de richting waarin zij dachten. Het minst succesvolle



Figuur 6: Het winnende ontwerp.



Figuur 4: Een veelbelovend vierwielig ontwerp: de hefboomauto.

Voor leerlingen is het onder woorden brengen van deze zaken heel verhelderend. Hier ligt, vinden wij, een belangrijk winstpunt van dit 'experiment': op conceptueel niveau kan een ontwerpopdracht veel betekenen.

Voor de leraar is het zeer instructief te merken hoe de leerlingen in deze situatie spontaan omgaan met de natuurkundige begrippen. Daar mag nog wel wat aandacht aan worden besteed.

MAAK EN TEST HET ONTWERP

Aan het maken en vooral het testen en verbeteren van hun auto beleven de leerlingen erg veel plezier. Het gebeurt tamelijk systematisch. De verschillende onderdelen van de auto (soort en grootte van de wielen, soorten assen, overbrenging met touw/elastiek/tandwielen, ...) worden stuk voor stuk nagegaan. In dit stadium komt ook het cyclische karakter van het ontwerpproces goed tot zijn recht.

'We hebben alle onderdelen vergeleken met elkaar en verwisseld met grotere. Klei-

ontwerp rijdt ca. 2 meter, de middenmotors haalden de 6 meter en het beste ontwerp kwam 19 meter ver. De toppers in de VS leggen meer dan 100 meter af, maar dat is maar niet onthuld in de les.

De wedstrijd gaat vanzelf over in een evaluatie van opdracht en uitvoering. De opdracht wordt zeer positief gewaardeerd; de leerlingen willen volgend jaar nóg een aantal ontwerp opdrachten. Ik hoop hun wens te kunnen inwilligen: rondom het ontwerp proces is nog veel te leren.

Bij het vergelijken van hun ontwerpen ontstaat een zeer vruchtbare discussie over de concepten en de gebruikte principes.

WINST

Als belangrijke effecten van het uitvoeren van deze opdracht zien wij:

- dat leerlingen goed moeten nadenken over natuurkundige begrippen,
- een groeiend enthousiasme voor het vak,
- een positieve waardering van techniek en het uitdragen van die waardering richting andere leerlingen en
- dat er een (extra) brug geslagen is tussen de belevingswereld van de leerlingen en het vak.

Deze ontwerp opdracht is voor de natuurkundeleraar ook een experiment en ook daaruit zijn conclusies te trekken. Naast de genoemde winstpunten zien wij volgende:

- Qua lengte past een ontwerp opdracht goed in het curriculum,
- De begeleiding van de leerlingen bij hun ontwerp proces is goed te doen,
- Een ontwerp opdracht hoeft qua organisatie niet problematisch te zijn. In dit geval is er zelfs geen binding met het natuurkundelokaal noodzakelijk,
- Gezien de manier van werken van de leerlingen m.b.t. de functieanalyse, is er de volgende keer op dit punt meer begeleiding nodig: aansturen, voor- en laten inleveren voor een 'go/no go'-beslissing.

- Het opnemen van technisch ontwerpen in Natuurkunde onderwijs voegt daaraan heel wat toe. Wil het echt een plaats krijgen, dan kan het niet blijven bij het geven van af en toe een ontwerp opdracht, maar moet er nagedacht worden over een leerplan. Gelukkig is daarover de nodige literatuur beschikbaar. Marcel Dees: "Ik zal met de leerlingen oefenen op deelvaardigheden van het technisch ontwerpen middels korte opdrachten. Cycluszooming⁶ is wellicht een bruikbare methode hiervoor". **X**

NOTEN

1. Afgelopen jaar heeft binnen de Ontwikkelgroep Technisch Ontwerpen van Techniek 15+ regio west een team van medewerkers van de TU Delft en docenten uit het VWO een ontwerp opdrachten ontwikkeld voor het natuurkunde onderwijs op het VWO. Meer informatie is te vinden op www.tn.tudelft.nl/didactiek.
2. De ontwerpklapper van de SLO bestaat uit vier onderdelen: een ontwerplogboek, een ontwerp handleiding, een docent handleiding en ontwerp opdrachten. De klapper is te bestellen bij de SLO maar ook te downloaden via www.slo.nl; voortgezet onderwijs, 2^e fase, natuur en techniek, technisch ontwerpen.
3. SLO-uitgave *Technisch Ontwerpen in de bovenbouw van havo en vwo, Suggesties voor een leerplan*. Is ook te downloaden via www.slo.nl.
4. Sonneveld, W. *Handleiding PWS technisch ontwerpen*. Te downloaden via www.tn.tudelft.nl/didactiek/PWS.pdf.
5. <http://www.eecs.umich.edu/~coalitn/sciedoutreach/funexperiments/quickndirty/week/moustrap.html>, http://www.elanco.k12.pa.us/schools/gshs/departments/science/Physics/Projects/moustrap_car_project.html en ook http://www.docfizzix.com/how_work.htm
6. Zie op www.tn.tudelft.nl/didactiek/cycluszooming

Uit de oude doos.

Hierin worden grotere of kleinere artikelen uit vroegere jaargangen van Faraday, NVON-maandblad, Velebi-blad en NVOX geplaatst. De teksten worden opgenomen zoals ze destijds werden geplaatst, dus inclusief eventuele spellings- of grammaticale onvolkomenheden en zonder veranderingen in destijds gebezigd taalgebruik.

A.J. de Wever

Uit de oude doos

Faraday

jaargang 38 no.7

maart 1969

STAATSSECRETARIS VAN ONDERWIJS STELT NATUURKUNDELERAREN IN GEBREKE

Auteur: Dr. J. Ph. Steller

Zijne excellentie Mr.J.H.Grosheide is er in geslaagd bij de uitreiking van de prijzen voor de natuurkunde-olympiade 1968, zonder de feestvreugde te verstoren, zonder dat niet-fysici het ook maar hebben opgemerkt, precies de vinger op de wonde plek te leggen. Mr.Grosheide zei o.a.: Ik ben een alpha en heb nooit iets van natuurkunde begrepen, en even later: Ik heb diepe bewondering voor iemand die een natuurkundeprijs wint, ja zelfs voor iemand die een voldoende haalt voor natuurkunde.

Hiermee is nu precies gezegd wat er mis is met ons natuurkunde-onderwijs.

We proberen de alpha's, die noch aanleg, noch belangstelling voor natuurkunde hebben, toch *natuurkunde te leren* i.p.v. te trachten hen te *laten begrijpen wat natuurkunde is*. We verdrinken hen in een overvloed van halfbegrepen uit het hoofd geleerde regels over veel stof i.p.v. hen aan enkele met zorg gekozen onderwerpen te laten *ervaren* hoe de natuurkunde, en de natuurkundige, werkt. De staatssecretaris heeft reeds jaren geleden de eerste steen gelegd van de weg naar de verbetering van ons natuurkunde-onderwijs toen hij de "Staatscommissie modernisering natuurkundeleerplan" installeerde. De naam is veelzeggend: het gaat niet om een moderne leer-

stoflijst of een leerstoflijst met moderne onderwerpen, maar om een modern *leerplan*.

Wij verwachten van de staatscommissie dan ook in de eerste plaats *geoperationaliseerde onderwijsdoelen*, eventueel gevolgd door een *zeer korte* basislijst van begrippen (zoals kracht, druk, arbeid en energie) die de leerling na 2 jaar onderbouw moet kunnen hanteren.

Naast deze basislijst, die veel minder moet zijn dan een minimumprogramma, kan dan aan de hand van andere begrippen en onderwerpen getracht worden de onderwijsdoelen te bereiken. Op deze wijze is er ruimte voor onderwijs-research, individueel of in teamverband. Gezocht zal moeten worden naar die onderwerpen en die didactieken die zich goed lenen voor het bereiken van de gestelde onderwijsdoelen.

Op deze wijze bestaat er gegronde hoop dat een volgende generatie staatssecretarissen, en andere leidinggevende functionarissen in Staat, Kerk en Bedrijfsleven, bij voorkomende gelegenheden zal zeggen: "Mijn belangstelling en mijn capaciteiten lagen (en liggen) niet op het terrein van de fysica, mijn natuurkundekennis is dan ook zeer gering maar ik begrijp wat natuurkunde is, wat de natuurkundigen willen en hoe zij het trachten te bereiken".