

In de tweede fase is er accent gelegd op het onderwijs in vaardigheden. Een voor velen nieuw onderdeel daarin vormt het technisch ontwerpen. In een voorgaand artikel (Inzoomen op de ontwerpcyclus¹) is beschreven hoe door middel van de methode 'Cycluszooming' het technisch ontwerpen in de klas kan worden aangeleerd. In november 2001 deden leerlingen van zeven klassen (havo en vwo) van de Gereformeerde Scholengemeenschap Randstad (GSR), tijdens het vak Algemene NatuurWetenschappen, ervaring op met het uitvoeren van een aantal opdrachten volgens deze methode. Deze sessie, waaraan ongeveer 160 leerlingen en 4 docenten hebben deelgenomen, leende zich uitstekend om te onderzoeken in hoeverre de methode effectief is voor het ontwikkelen van ontwerpvaardigheden. In onderstaand artikel doe wij verslag van de resultaten van het onderzoek dat in die periode werd uitgevoerd. In dit onderzoek werd niet alleen gekeken naar de ontwikkeling van ontwerpvaardigheden, maar ook naar de mate waarin de motivatie van de leerlingen voor en de interesse in het technisch ontwerpen en de techniek veranderde.

CYCLUSZOOMING IN DE PRAKTIJK

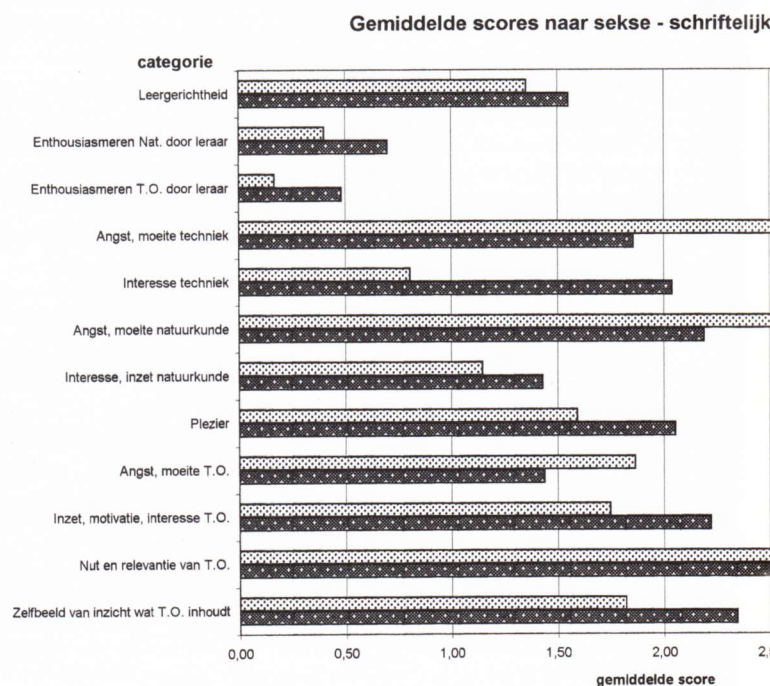
DE AANPAK VAN DE OPDRACHTEN EN DE OPZET VAN HET ONDERZOEK

Als voorbereiding op het uitvoeren van de ontwerp opdrachten bestuderen de leerlingen van de GSR enkele paragrafen uit hoofdstuk 2 van de ANW-methode Solar. De docent geeft een introductieles over technisch ontwerpen. Hij legt technisch ontwerpen aan de hand van sprekende voorbeelden uit. Vervolgens vullen de leerlingen ten behoeve van het onderzoek een eerste enquêteformulier met meerkeuzevragen in. Dan gaan ze aan de slag met de aanleeropdrachten (drie à vier stuks)². Die opdrachten zijn ingedeeld in drie categorieën. Iedere categorie omvat een deel van het ontwerpproces (voor meer detail wordt verwezen naar het artikel 'Inzoomen op de Ontwerpcyclus'). Gedurende vier lessen worden de opdrachten uitgevoerd in groepjes van drie of vier leerlingen. Zij krijgen hierbij begeleiding. Gedurende deze periode observeert de onderzoeker de verrichtingen van zowel leerlingen als docenten. Na afronding van de opdrachten vullen de leerlingen een tweede enquête in. Ten slotte worden de docenten door de onderzoeker geïnterviewd. (Zie de ontwerpcyclus op p. 209).

Met de beide enquêtes en de observaties wordt het inzicht van de leerlingen in het technisch ontwerpen, de ontwikkeling van hun ontwerpvaardigheden en de beleving (nut, interesse, moeite en plezier) van het ontwerpen gemeten (zowel voorafgaand, tijdens als na het uitvoeren van de opdrachten). Hiernaast wordt ook de beleving (interesse, moeite) van het vak natuurkunde en van de techniek beoordeeld. Door de resultaten van beide enquêtes te vergelijken wordt, mede op basis van de bevindingen van de observaties, de effectiviteit van het werken met de methode 'Cycluszooming' zichtbaar. De resultaten van de twee enquêtes zijn weergegeven in figuur 1 en 2. Bij de hier gepresenteerde figuren zijn de resultaten gesplitst naar sekse, waardoor ook sekseverschillen duidelijk naar voren komen. De scores voor de diverse kenmerken zijn uitgezet op een schaal van 0 tot 4 (daarmee aansluitend op eerder onderzoek).

DE ONTWIKKELING VAN ONTWERPVAARDIGHEDEN

Tijdens de observaties valt op dat, na een wat onwennig begin, de leerlingen snel vertrouwd raken met de bedoeling van de ontwerp opdrachten. Een groot deel van de leerlingen doorloopt, naar ons oordeel, maar ook naar het oordeel van de andere docenten, een snelle leercurve. Ze krijgen inzicht in het ontwerpproces (vooral het belang van een gestructureerde aanpak en het divergente denken wordt duidelijk) en zijn in staat de diverse stappen van het ontwerpproces zelf-



Figuur 1 Gemiddelde scores naar sekse – schriftelijk interview (enquête)

standig uit te voeren. In veel opdrachten wordt er gezocht op de ontwerpfasen waarin een programma van eisen moet worden opgesteld en waarin meerdere oplossingen ten aanzien van die eisen moeten worden geformuleerd. Op het gebied van die vaardigheden wordt een belangrijke verbetering geconstateerd.

Of het inzoomen een gunstige bijdrage levert aan het doorgronden van het ontwerpproces als geheel kan met dit onderzoek niet worden aangetoond. Hoewel door het werken met minimaal drie kleine ontwerp opdrachten alle fasen van de ontwerpcyclus aan bod komen, bestaat de indruk dat door het 'fragmentarische karakter' van de opdrachten het totaalbeeld van de ontwerpcyclus door de leerlingen uit het oog wordt verloren. Ook melden diverse leerlingen het jammer te vinden niet een geheel ontwerp te mogen uitvoeren gebaseerd op één ontwerpprobleem.

Zowel in de eerste als de tweede enquête wordt de leerlingen gevraagd of ze van zichzelf vinden dat ze begrijpen wat technisch ontwerpen inhoudt. Uit de resultaten van de eerste enquête blijkt dat de leerlingen van zichzelf vinden dat ze enigszins weten wat het inhoudt. De meisjes zijn hierin wat bescheidener dan de jongens. Na het uitvoeren van de opdrachten zeggen de leerlingen dat hun inzicht aanzienlijk is toegenomen. Dat geldt vooral voor de meisjes, waarvoor de gemiddelde score toeneemt (gemiddelde score van 1,82 naar 2,74).

Met de tweede enquête wordt ook het inzicht in het belang van divergent denken en een gestructureerde aanpak bij het probleemoplossen gemeten. Het inzicht in het belang van een gestructureerde aanpak scoort hoog (gemiddelde score 3,01; 93 % van de leerlingen onderkent het belang). Het inzicht in het belang van divergent denken scoort bovengemiddeld (gemiddelde score 2,44; 71

'Voorbeeldopdracht Cycluszooming'

Opdracht: Fietsslot

Individueel:

1. Lees onderstaande tekst aandachtig.

'Vorige week donderdagavond kwam ik mijn buurman tegen. Zijn hoofd was rood aangelopen en hij keek niet echt vriendelijk. "Avond buurman, beetje laat vanavond?" vroeg ik voorzichtig. En toen barste hij los: "Die @#%*!#Y5\$# hebben mijn fiets weer eens gestolen. Had ik net zo'n super beugelslot gekocht. Was bijna nog meer waard dan mijn fiets. Niet open te krijgen dat ding. Maar hij paste niet om een lantaarntje of hekje, dus fiets weg en slot weg. Eerst had ik nog zo'n lange kabel. Die kon je mooi om ieder hekje of paal heen krijgen. Maar die was wel bijna 2 meter lang en moest ik om mijn zadelpomp heen slaan. Dat fiets dus niet echt lekker. Bovendien beschadigde hij mijn lak. Maar goed, dat slot hebben ze dus doorgeknipt!

Ik ontwerp zelf wel een slot. Ze mogen het niet door kunnen knippen, ik moet mijn fiets er overal mee aan vast kunnen zetten, het moet mooi opgeborgen kunnen worden, ik wil er geen last van hebben, ik .. ik....."

"Rustig maar buurman, 't komt allemaal wel weer goed. Kopje koffie?"

2. Beschrijf de opdracht die mijn buurman zich zelf stelde (p.s. mijn buurman heeft twee linker handen). Doe dit aan de hand van een zogenaamd 'programma van eisen' (PvE, zie tabel 1) In het PvE beschrijf je wat het slot moet kunnen (de functionele eisen) en waar het aan moet voldoen (zoals concurrerende prijs, er mooi uitzien etc.). Verzin zelf ook nog wat deelfuncties en eisen.

Groep:

3. Vergelijk jullie antwoorden en stel samen een definitief PvE vast.

Individueel:

4. De (hoofd)functie(s) van het product kun je vaak splitsen in een aantal deelfuncties. Maak een tabel (tabel 2) met de deelfuncties van het slot en de overige eisen die je er aan stelt.

Groep:

5. Vergelijk jullie antwoorden en stel samen een definitieve lijst van deelfuncties en eisen vast.

Individueel:

6. Hoe zou je kunnen voldoen aan de deelfuncties en overige eisen. Geef in de tabel meerdere deeloplossingen voor alle deelfuncties/eisen.

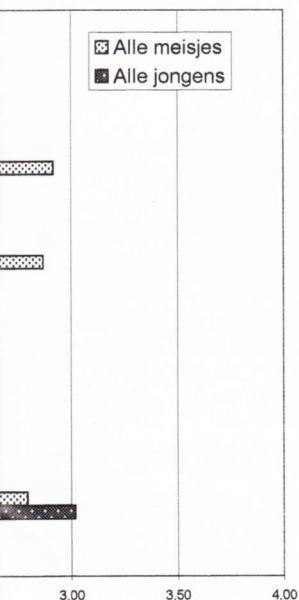
Tabel 1 Programma van eisen

1	4
2	5
3	6

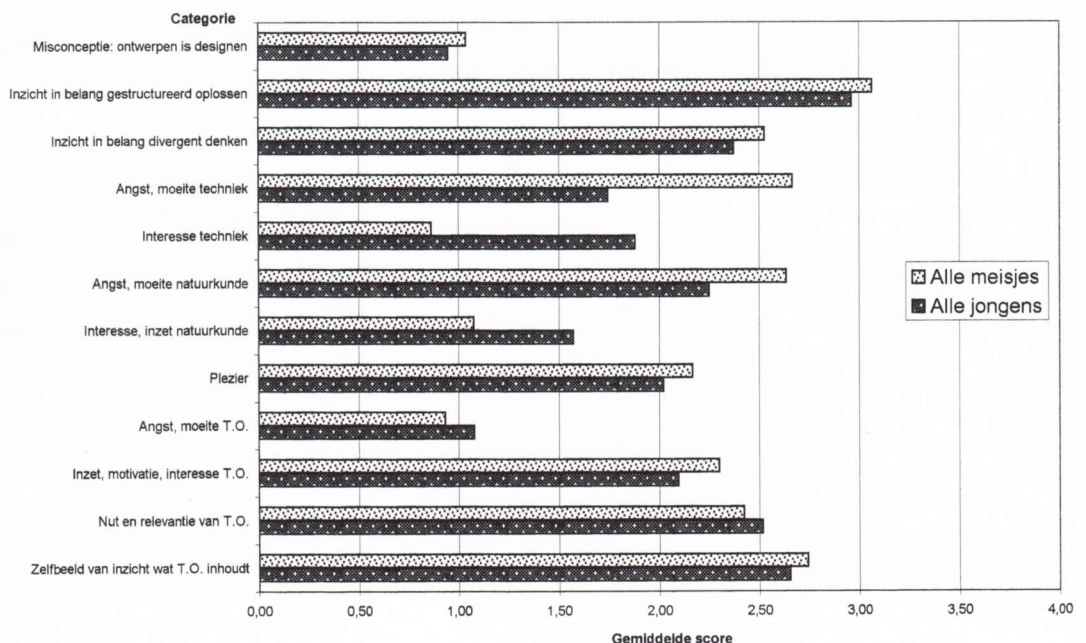
Tabel 2 Deelfuncties, eisen en deeloplossingen

Deelfuncties/ Eisen	1	2	3	4

lerlingen interview nr. 1



Gemiddelde scores naar sekse - schriftelijk leerlingen interview nr. 2



Figuur 2 Gemiddelde scores naar sekse – schriftelijk interview (enquête) 2]

% van de leerlingen onderkent dit belang). Uit de resultaten blijkt ook dat de meisjes iets hoger scoren op deze leerlingkenmerken dan de jongens.

De resultaten uit de enquêtes ondersteunen het gunstige beeld dat tijdens de observaties is ontstaan ten aanzien van het effect van de kleine aanleeropdrachten op de ontwikkeling van ontwerpvaardigheden bij leerlingen.

DE BELEVING VAN HET ONTWERPEN

Een belangrijke vraag die het onderzoek tracht te beantwoorden is hoe de leerlingen het technisch ontwerpen beleven in de zin van angst en moeilijkheid, plezier, inzet en interesse en nut en relevantie. Deze leerlingkenmerken zijn onderzocht aan de hand van de beide enquêtes en kregen ook aandacht tijdens de observaties en de docenteninterviews.

Het nut en de relevantie die de leerlingen aan het ontwerpen toekennen is hoog. De gemiddelde score bij de eerste enquête voor dit ken-



mee zeggen te hebben. Aanvankelijk zijn die redelijk laag voor de jongens (gemiddelde score 1,44) en matig voor de meisjes (gemiddelde score 1,86). Na het uitvoeren van de opdrachten is de angst voor het ontwerpen en de moeite die de leerlingen daarmee zeggen te hebben lager (gemiddelde score 1,01). De vermindering voor de meisjes is aanzienlijk: een afname van de gemiddelde score van 1,86 tot 0,93. De jongens (gemiddelde score 1,08) worden voorbij gestreefd!

Ook het plezier dat de leerlingen in het ontwerpen zeggen te hebben neemt significant toe na het uitvoeren van de opdrachten. Die toename (gemiddelde score toegenomen van 1,85 tot 2,09) is vooral toe te schrijven aan de meisjes. Aanvankelijk zijn vooral de havo-meisjes gereserveerd (gemiddelde score van 1,10!), maar na het uitvoeren van de opdrachten zijn zowel de vwo- als de havo-meisjes aanzienlijk positiever op dit punt.

Met behulp van de eerste enquête werd ook het prestatie- dan wel leergericht gedrag van de leerlingen voorafgaand aan het uitvoeren van de opdrachten gemeten. De leerlingen blijken vrij prestatiegericht gedrag te vertonen. Bij het observeren van het uitvoeren van de opdrachten wordt dit gedrag voor de jongens bevestigd. Bij veel jongens gaat het er om de opdrachten zo snel mogelijk af te ronden met een minimaal acceptabel resultaat. De meisjes blijken echter tijdens het uitvoeren van de opdrachten aanzienlijk meer leergericht dan zij in de eerste enquête aangeven. Ze zijn zeer procesgericht, zorgvuldig in het uitvoeren van de opdrachten en stellen veelvuldig vragen. In geen van de klassen wordt de sfeer als competitief ervaren. Vrijwel alle leerlingen werken met plezier aan de taken, in een situatie waarin veel vrijheid van handelen bestaat. Ook het op een praktische manier met een vak bezig zijn, in dit geval het vak ANW, spreekt de leerlingen, naar het oordeel van de docenten, aan.

Zowel de inzet als de motivatie voor, de interesse en het plezier in het technisch ontwerpen zijn met het uitvoeren van de kleine ontwerp-opdrachten duidelijk toegenomen, terwijl de angst voor het technisch ontwerpen en de moeite die de leerlingen daarmee zeggen te hebben is afgenomen. Dit geldt zeker voor de meisjes. Uitgaande van de ervaringen met de bij het onderzoek betrokken leerlingen, mag geconcludeerd worden, dat het werken met kleine ontwerp-opdrachten volgens de methode 'Cycluszooming' de beleving van het ontwerpen positief beïnvloedt.

DE BELEVING VAN HET VAK NATUURKUNDE EN DE TECHNIEK

Om te kunnen beoordelen hoe de beleving van het vak natuurkunde en de techniek zich verhouden tot, en eventueel beïnvloed worden door, de beleving van het technisch ontwerpen, worden de leerlingkenmerken inzet en interesse en angst en moeite eveneens voor zowel het vak natuurkunde als de techniek gemeten.

De interesse van de leerlingen in en inzet voor het vak natuurkunde



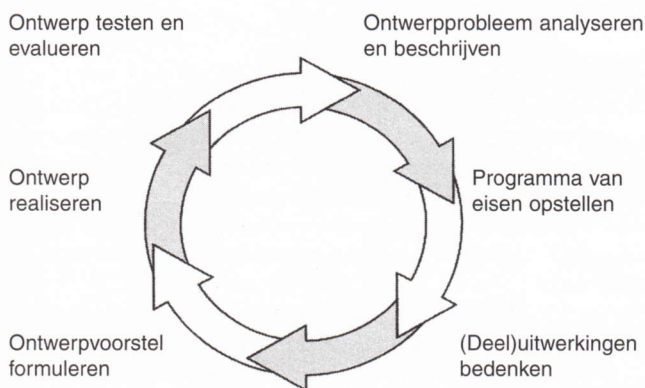
merk bedraagt 2,92 (88% van de leerlingen scoort bovengemiddeld [score >2]), en is daarmee één van de meest extreme resultaten van het onderzoek. Opvallend is dat bij de tweede enquête, dus na het afronden van opdrachten, nut en relevantie lager scoren (gemiddelde score 2,47; 74% van de leerlingen scoort bovengemiddeld). De hogere gemiddelde score bij de eerste enquête zou verklaard kunnen worden door de aandacht die door de school aan het ontwerpen wordt besteed. Als je hier vier à vijf lessen aan gaat besteden dan zal het ontwerpen wel belangrijk zijn. De leerling beoordeelt het nut en de relevantie van het ontwerpen aan de hand van deze focus. Na het uitvoeren van de opdrachten zijn zij echter beter in staat een eigen oordeel te vormen.

De inzet en de motivatie voor en de interesse in ontwerpen scoren in de eerste enquête neutraal (gemiddelde score 2,01). De jongens zijn wat deze aspecten betreft positiever dan de meisjes (gemiddelde score 2,22 voor de jongens versus 1,75 voor de meisjes). Na het uitvoeren van de opdrachten is dit beeld echter veranderd. Dit kenmerk scoort nu hoger (gemiddelde score van 2,01 naar 2,19). Opvallend is dat de toename bij de meisjes groot is, vooral op het havo (gemiddelde score alle meisjes van 1,75 naar 2,30) terwijl er bij de jongens zelfs sprake is van een lichte afname (gemiddelde score van 2,22 naar 2,10). Dit tekent de gereserveerde houding die de meisjes ten aanzien van het technisch ontwerpen innemen op het moment dat zij hiermee nog niet bekend zijn. Op het moment dat de meisjes daadwerkelijk met de opdrachten aan de slag gaan, valt echter hun enthousiasme en inzet op. Blijkbaar is de houding die de meisjes innemen ten aanzien van het ontwerpen sterk afhankelijk van de (positieve) ervaring die ze daarmee opdoen.

Een grotendeels vergelijkbaar beeld bestaat ten aanzien van de angst voor het technisch ontwerpen en de moeite die de leerlingen daar-

vallen aanzienlijk lager uit dan die voor het technisch ontwerpen, terwijl de angst voor dit vak en de moeite die de leerlingen daarmee zeggen te hebben aanzienlijk hoger zijn. Hiermee steekt de beleving van het vak natuurkunde ongunstig af bij de beleving van het technisch ontwerpen. Ook de interesse van de leerlingen voor de techniek valt lager uit dan die voor het ontwerpen, terwijl weer de angst voor de techniek en de moeite die de leerlingen daarmee zeggen te hebben hoger scoren. Na het uitvoeren van de opdrachten neemt de interesse van de jongens voor techniek iets af, terwijl de interesse van de meisjes iets toe neemt. De significantie van deze verschillen is echter laag. Ook zijn de angst voor en de moeite met techniek voor zowel de jongens als de meisjes afgenomen. Ook hier is de significantie van de verschillen echter gering.

“NATUURKUNDE EN TECHNIEK ZIJN MOEILIK EN SAAI, MAAR ONTWERPEN IS BEST WEL LEUK”



Dat het technische ontwerpen qua beleving gunstig afsteekt ten opzichte van het vak natuurkunde en de techniek, wordt tijdens de observatie van de verrichten van de leerlingen diverse malen bevestigd door verscheidende opmerkingen van leerlingen in die richting. Een illustratieve opmerking in die zin luidt ongeveer als volgt: “natuurkunde en techniek zijn moeilijk en saai, maar ontwerpen is best wel leuk”. Blijkbaar wordt het ontwerpen als een belangrijk aspect van de techniek niet door de leerlingen onderkend. Alhoewel het aannemelijk is dat de interesse in de techniek positief wordt beïnvloed door het maken van de technische ontwerp opdrachten, gezien het enthousiasme waarmee de leerlingen daaraan werken, wordt dit oorzakelijk verband niet door het onderzoek aangetoond.

DE ROL VAN DE DOCENT

Met de invoering van de tweede fase en het studiehuis is de leerling meer centraal komen te staan. Ook de positie van de leraar is veranderd, maar zijn rol is niet minder belangrijk geworden. Het is nu zijn taak leerprocessen van leerlingen op gang te brengen en hen vervolgens zo goed mogelijk in die processen te begeleiden. Daarbij moet hij een plezierig en activerend werkklimaat zien te scheppen. Deze invulling van zijn rol is zeker ook van toepassing voor het met succes invulling geven aan de eisen die ten aanzien van ontwerpvaardigheden aan leerlingen worden gesteld.

Een belangrijke taak van de docent is het begeleiden van de leerlingen tijdens het uitvoeren van de ontwerp opdrachten. Het is essentieel dat hij zich hier goed op voorbereidt. Op dit moment is er een redelijke hoeveelheid informatie beschikbaar die de docent daar mee kan helpen. In het algemeen zijn docenten nogal terughoudend om met het ontwerpen aan de slag te gaan. Uit de invulling die de GSR aan het technisch ontwerpen heeft gegeven, blijkt dat met een goede voorbereiding en met goede materialen technisch ontwerpen succesvol kan worden aangepakt. Het valt bij de aanpak van de GSR op dat voor dat succes de achtergrond van de docent qua opleiding of ervaring met technisch ontwerpen niet zo relevant zijn, maar dat vooral zijn

duidelijk en activerend instructiegedrag en enthousiasme doorslaggevend zijn.

CONCLUSIE

Samenvattend kan op grond van het onderzoek worden geconcludeerd dat het werken met kleine ontwerp opdrachten, waarbij wordt ingezoomd op een deel van het ontwerp proces, leerlingen in korte tijd het inzicht in alle fasen van het ontwerp proces verschaft en dat zij hiermee kennismaken met een belangrijk deel van de vereiste vaardigheden met betrekking tot ontwerpen. De inzet en de motivatie voor en het plezier in het technisch ontwerpen zijn boven verwachting hoog. De interesse voor het ontwerpen is met het uitvoeren van de ‘Zoom-opdrachten’ in aanzienlijke mate gewekt, terwijl de angst voor en de moeite die de leerlingen aanvankelijk met het ontwerpen dachten te hebben aanzienlijk zijn afgenomen, vooral voor de meisjes. Het succesvol zijn van de kleine ontwerp opdrachten hangt in belangrijke mate af van de rol van de docenten. De goede begeleiding, een enthousiaste opstelling en het creëren van een activerende werksfeer waarin de leerling met plezier en in vrijheid aan de opdrachten kunnen werken, zijn daarbij de belangrijkste ingrediënten. **x**

NOTEN

1. Frederik, i. & Sonneveld, W. (2003). Inzoomen op de ontwerp cyclus. NVOX, 28 (2), p. 80-82
2. Enkele van de opdrachten zijn terug te vinden op <http://www.tn.tudelft.nl/technischontwerpen> en ook als de aanleeropdrachten op de cd-rom van Techniek 15+ (bijgevoegd bij NVOX, 28e jaargang, nr. 3)