Zeven lessen in ruimtemeetkunde

S.L. Kemme
R.U. Groningen

Samenvatting

De ervaringen opgedaan met het Hewet-boekje "Ruimtemeetkunde" – voor de 5e en 6e klas – in de vierde klas van een gymnasium, staan centraal in dit artikel. De conclusie luidt dat zeker het begin van het boekje háálbaar is in de vierde klas, maar ook dat het gewénst is: een kennismaking met ruimtemeetkunde kan voor de leerlingen een steun zijn bij het maken van de keuze wiskunde A en/of B.
Verder wordt o.a. ingegaan op de rol van de context bij dit boekje bij deze leerlingen.

Summary

Solid geometry is returning to the curriculum of upper secondary education in the Netherlands. Student material, developed by the researchgroep OW & OC was used in a small scale experiment for 15 year old students. Although this material was developed for somewhat older students it is the opinion of the teacher that it can and should be used in this early stage as well.

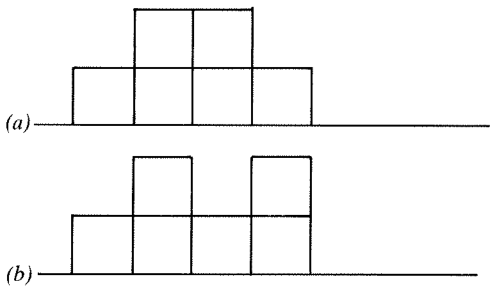
Het begin

Het is begin juni. Eigenlijk zouden we nog wat wiskunde 2 moeten doen in klas 4 van het gymnasium, maar ik vind de resterende tijd daarvoor te kort en te rommelig. Bovendien ligt de keuze voor wiskunde 2 voor de leerlingen al vast en is het wat flauw om leerlingen die geen wiskunde 2 hebben gekozen nu nog met dat vak te confronteren. De eerste hoofdstukken van RUIMTEMEETKUNDE van HEWET lijken me een goed alternatief. Het is een goede oefening in ruimtelijk denken en dit kan voor alle leerlingen van belang zijn. Ik besluit de eerste 7 hoofdstukken te kopiëren en verwacht daarmee ruim in de stof te zitten. Vergeleken met andere scholen vind ik de leerlingen van deze klas behoorlijk goed in wiskunde. Ze hebben een behoefte aan intellectuele uitdaging. Bij een wat moeilijk proefwerk zitten ze met rooie koppen te zwoegen en hebben ze nauwelijks tijd om te spieken.

De eerste les

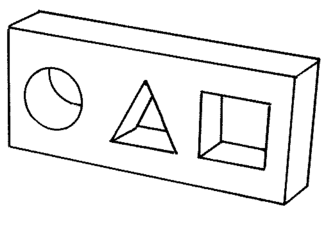
De stencils worden uitgedeeld.
"Ruimtemeetkunde? Dat kan ik niet."
"Wat ziet het er leuk uit!"
"Moeten we dat allemaal nog doen voor de vakantie?"
"Is dit leuk meneer?"
De leerlingen gaan aan het werk. De eerste drie opdrachten zijn gauw gemaakt. Ze vinden het flauw. Bij opdracht 4 beginnen de discussies pas.

► 4. *Een aantal kubusjes (van gelijke grootte) is zo op één tafel gegroepeerd dat fig. (a) het vooraanzicht en fig. (b) het zijaanzicht van het bouwsel is.*



a. *Hoeveel kubusjes kunnen er* hoogstens *gebruikt zijn?*
b. *En hoeveel kubusjes zijn er* minstens *gebruikt?*

Toch komen ze er allemaal zonder problemen en materiële hulp uit. Ook de wig van Wallis (opdracht 6) en de sterrekundige opdrachten uit hoofdstuk 2 lopen vlekkeloos.

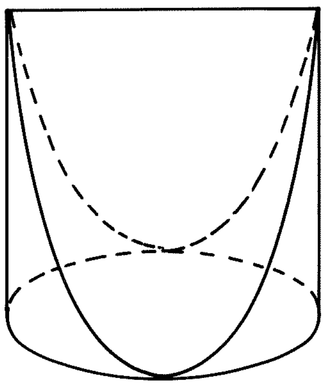


► 6. *In een houten plank zijn drie gaten gemaakt in de vorm van een cirkel, een gelijkbenige driehoek en een vierkant. De middellijn van de cirkel, de basis en de hoogte van de driehoek en de zijde van het vierkant hebben alle dezelfde lengte. Een kurk is zo gesneden dat hij in* elk *van de drie gaten past en elk gat geheel kan verduisteren. Hoe ziet zo'n kurk eruit?*

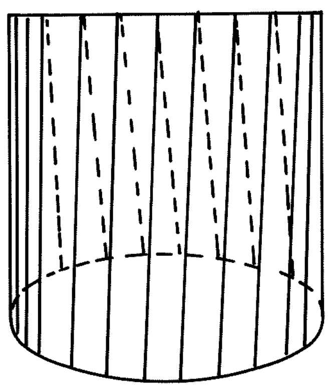
Het huiswerk is: hoofdstuk 2 afmaken.

De tweede les

We beginnen met het doornemen van het huiswerk. Els heeft van een kurk de wig van Wallis proberen te maken. Het materiaal is eigenlijk te grof. Er springen koekjes af bij het maken, maar het idee komt goed over. De wig gaat rond. Daarna vraag ik om een ruimtelijke tekening van het voorwerp. Tot mijn grote verbazing hebben een aantal dat al gedaan. Willem heeft de mooiste, die komt dan ook op het bord:

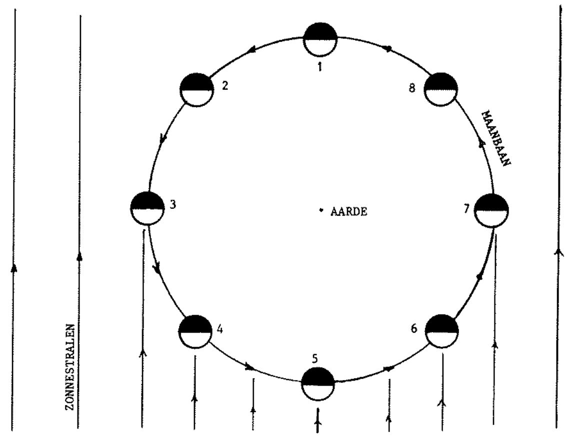


Ik had zelf iets heel anders bedacht:



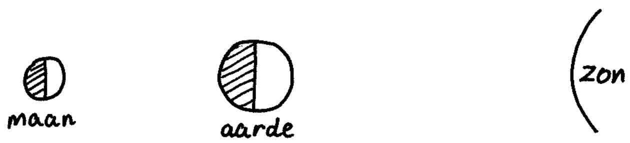
Dat oppervlak wordt begrensd door allemaal rechte lijnen. De hele figuur is eigenlijk opgebouwd uit gelijkbenige driehoeken die op de basis-cirkel zijn gezet. Echt een studeerkamer-oplossing. Ik hou hem maar achter mijn kiezen. Bij opdracht 11 stel ik de volgende vraag: "Soms zie je de maan wel eens overdag, hoe komt het dat je nooit de volle maan overdag kunt zien?"

Hieronder zie je een schets van het rondje dat de maan in 29 dagen om de aarde maakt. Omdat de lamp die de maan verlicht zo ontzettend ver weg staat, zijn haar lichtstralen evenwijdig getekend.



► *11. Van "boven" af gezien zie je uitsluitend halve maantjes, maar vanaf de aarde is het maangezicht gevarieerder. Teken de maangezichten die je vanaf de aarde ziet als de maan achtereenvolgens de standen 1, 2, ..., 8 inneemt.*

Ha, daar heb ik ze. Verwarring alom. Er komen een aantal antwoorden als: "omdat de maan door de aarde verduisterd wordt". Alleen Els komt eruit, met behulp van een tekening:



en een redenering: "Als je de zon kunt zien op aarde (overdag), kun je niet tegelijkertijd de maan zien." Dat deze uitspraak geen algemene geldigheid heeft laat ik nu maar even zitten. Dat is een probleem van de tweede orde.

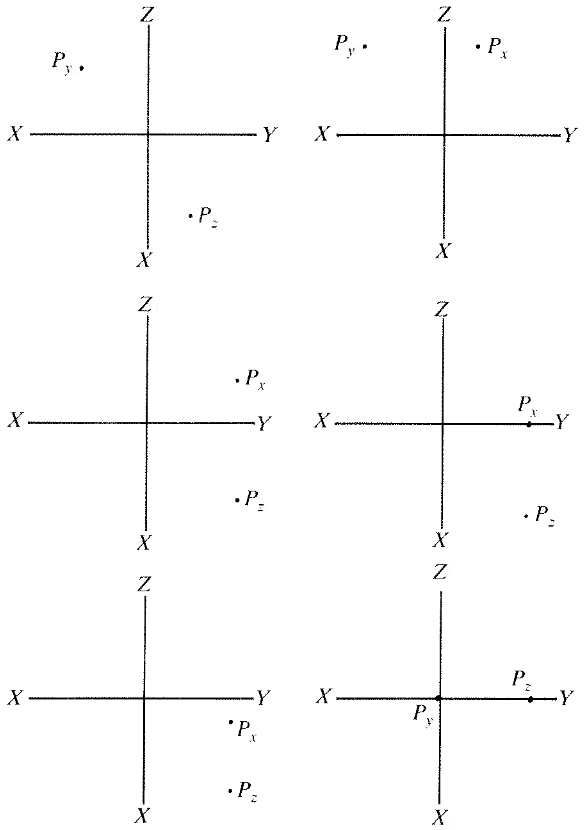
Opvallend bij deze eerste hoofdstukken vind ik het ontbreken van verbazing bij de leerlingen. Ze maken de opdrachten zoals ze die gewend zijn te maken bij Moderne Wiskunde. Ze wandelen van de ene naar de andere opgave, steeds op weg naar het goede antwoord. Het maakt niet veel bij ze los. Misschien had ik er zelf wat meer conflict-stof in moeten leggen.
Vanaf hoofdstuk 3 komt er weer echte wiskunde naar hun gevoel. De verhalen zijn verdwenen en er komen weer herkenbare wiskundige zaken aan de orde: assenstelsels, coördinaten, projecties.
Bij opdracht 19 moeten ze zelf een ruimtelijk assenstelsel in elkaar zetten met plakken en knippen. Daar voelen ze zich natuurlijk te groot voor. Je kunt het ook wel tekenen.
De meeste leerlingen komen in deze les tot opdracht 21.

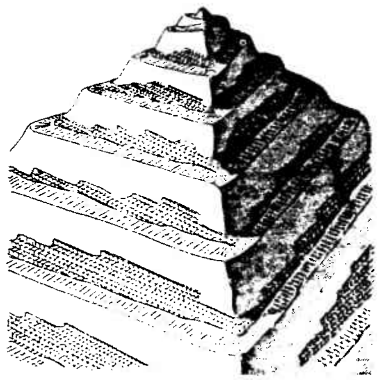
Huiswerk: hoofdstuk 3 afmaken.

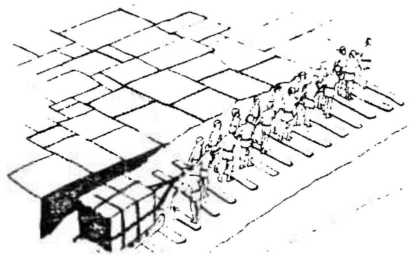
De derde les

We bekijken eerst de resultaten van opdracht 21.

*►*21. Van een punt P zie je in een aantal gevallen twee van de drie projecties getekend. Teken in elk van die gevallen het derde projectiepunt. (* betekent: zie werkblok).*





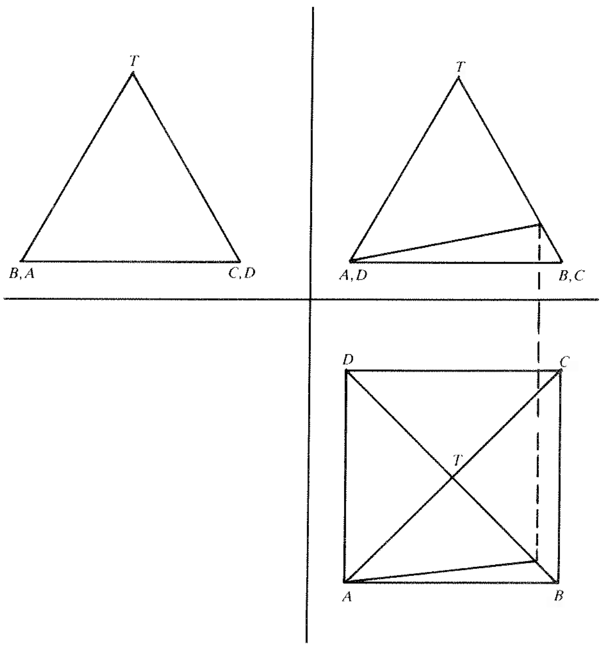


Ewout, zo'n beetje de pias van de klas, zal de antwoorden wel even op het bord tekenen. Dat gaat pijlsnel. Ik vraag om uitleg erbij. Een algoritmische uitleg ligt voor de hand. En die komt er ook: je gaat van P_y naar rechts, van P_z naar boven, dan is het snijpunt van die twee lijnen P_x. Bij de vijfde opdracht gaat het mis. "Die kan niet", zegt Ewout, "want P_x moet in het YZ-vlak liggen". Daar zit wat in. Een strikvraag dus. Maar niet iedereen is het daarmee eens. P_x kan ook onder het XY-vlak liggen en P_y dus ook. Deze leerlingen zijn dus duidelijk losgekomen van het materiële model waarin gesuggereerd wordt dat je alleen maar met positieve assen te maken hebt. Dat verklaart het antwoord van Ewout. Blijft over de mogelijkheid van een strikvraag. Het is maar net hoe je het bekijkt.
Die interpretatie waarbij het punt P onder het XY-vlak ligt is lang niet voor iedereen duidelijk. Ik haal het lokaal erbij, wijs de x, y en z-as aan en laat Ewout met behulp van voorwerpen de plaats van het punt P met bijbehorende projecties aangeven. Dat heeft succes. Ook het idee dat een punt onder de vloer kan liggen slaat aan. Bij opdrachten 25 èn 26 had ik moeilijkheden verwacht.

*▶25. *De tekening hiernaast toont een Egyptische piramide in aanbouw. De enorme hoeveelheid zware steenblokken (voor de piramide van Cheops werden er ongeveer 2.300.000 van gemiddeld $2\frac{1}{2}$ ton gebruikt) werden omhoog gesleept via spiraalsgewijs aangelegde hellingen ...*
In je werkboek zie je drie projectietekeningen van een piramide en het begin van zo'n spiraalweg naar de top. De volgende weggedeelten gaan even steil omhoog als het beginstuk.
a. Teken het vervolg van die spiraalweg (in de drie projectiefiguren) tot je twee keer de piramide rond bent.
b. Hoe kun je uit de figuur het hellingspercentage van de spiraalweg berekenen?

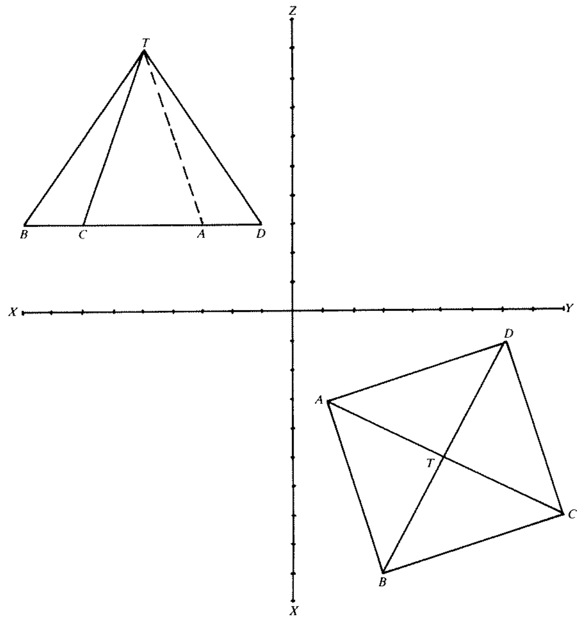
▶ 26. *Bekijk opnieuw een spiraalweg om de piramide TABCD, beginnend in punt A. De keerpunten op de ribben TB, TC, ... noemen we achtereenvolgens A_1, A_2, ...*
a. Stel $TA = 1$ en $TA_1 = r$.
Wat weet je van de lengte van TA_2, TA_3, enz.
b. Na hoeveel rondgangen heb je meer dan 80% van de te overwinnen hoogte afgelegd in het geval $r = 0,9$?
En na hoeveel rondgangen ben je de top op ongeveer 5% van de te overwinnen hoogte genaderd?

Dat komt aardig uit. Bijna niemand heeft iets. Zelfs het tekenen van de spiraalweg in het werkblad levert onoverkomelijke problemen.



Het hele idee van herhaling met een verkleiningsfactor is hen ontgaan. Opdracht 26 kan ik alleen maar duidelijk maken aan de hand van de speciale keuze $r=\frac{1}{2}$.
Bij het rondlopen door de klas kom ik erachter dat een aantal leerlingen al bij 24 is vastgelopen.

*▶24. *In de tekening zie je de Y- en de Z-projectie van een piramide.*
  a. *Waarom is de lijn TA in de Y-projectie gestippeld?*
  b. *Teken de X-projectie van de piramide.*
  c. *Wat zijn de coördinaten van de hoekpunten van de piramide?*
  d. *De piramide wordt afgeknot d.m.v. een vlak parallel met het grondvlak; de afgeknotte piramide is half zo hoog als de oorspronkelijke piramide.*
  Teken de drie projecties van de afgeknotte piramide in je werkboek (gebruik een andere kleur).
  e. *Wat zijn de coördinaten van de hoekpunten van het bovenvlak van die afgeknotte piramide?*



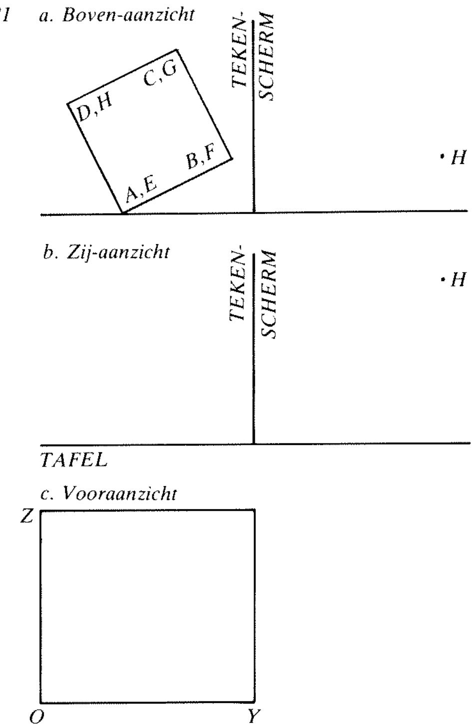
Vooral Agnes en Marja beweren dat ze zich er absoluut niets bij kunnen voorstellen. Die help ik door ter plaatse het XY-vlak uit het werkblad te knippen en het assenstelsel in elkaar te vouwen. In deze vorm weten ze onmiddellijk hoe ze de tekening af moeten maken, ook als het werkblad weer is uitgevouwen.
Had ik nu toch bij opdracht 19 moeten eisen dat er geplakt en geknipt werd? Nee, niet iedereen in deze klas heeft dat nodig, alleen voor Agnes en Marja bleek het achteraf een essentiële steun.
Huiswerk: hoofdstuk 4 tot en met opdracht 31.

De vierde les

De tijdgeest begint al aardig toe te slaan. De animo om in de les te werken neemt af. Het loopt tegen het eind van het jaar. Er komt nog één proefwerk voor wiskunde. Met het voorbespreken, het geven en het nabespreken is dat een intermezzo van bijna een hele week. In opdracht 31 zitten de meeste problemen.

*▶31. a. *In figuur 31a van je werkblok zie je een bovenaanzicht van de kubus (nu scheef op tafel), het tekenscherm en de plaats van het oog (H). Geef op het tekenscherm de plaatsen aan waar je de hoekpunten op het scherm ziet.*
  b. *Teken in fig. 31b het zijaanzicht van de kubus (stippel de onzichtbare ribbe). Geef op het scherm nauwkeurig aan hoe hoog je elk van de acht hoekpunten ziet.*
  c. *In fig. 31c zie je het tekenscherm in vooraanzicht. Voor het gemak hebben we dat scherm van een coördinatenstelsel voorzien (oorsprong linksonder, Y-as horizontaal, Z-as verticaal).*
  In de figuren 31a en 31b kun je de Y- en Z-coördinaten van de hoekpunten van de "kubus-op-het-scherm" opmeten met je passer. Teken die punten nauwkeurig op het scherm. Voltooi nu de perspectieftekening van de kubus (onzichtbare ribben stippelen).
  d. *Neem de X-as langs de tafelrand (positieve richting naar de waarnemer toe). Wat zijn de coördinaten van de plaats van het oog? Kijk nog eens naar je perspectieftekening vanuit dat punt.*

*31

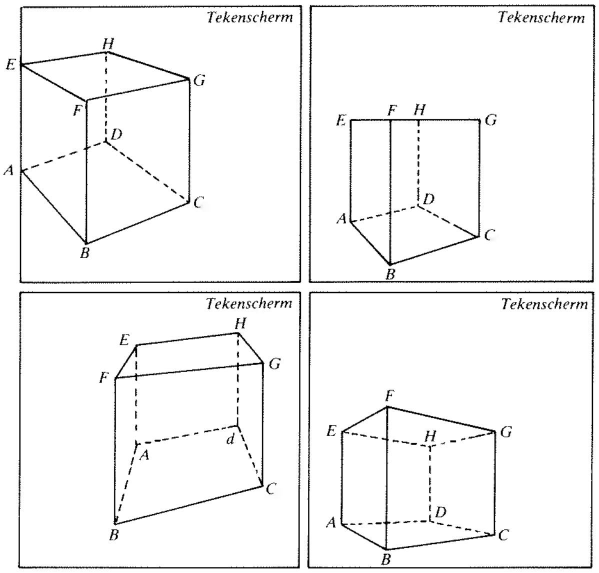


Nu hebben meer leerlingen er moeite mee zich de situatie voor te stellen. Ik moet op een echte tafel aangeven hoe die kubus staat en waar het tekenscherm geplaatst is. Ook denken sommigen dat je op het tekenscherm het derde zij-aanzicht moet tekenen. Ze verwijzen daarbij naar de vliegtuigtekening en het fototoestel van de vorige hoofdstukken. Dat is niet zo gek bedacht. Die suggestie dringt zich vooral op door de weergave van de situatie met behulp van boven- en zij-aanzicht. Centrale en parallel-projectie lopen hier door elkaar. Voor de weergave van de situatie is de parallel-projectie gebruikt, de opdracht moet een centrale projectie opleveren.
In verband met het komende proefwerk is er geen huiswerk.

De vijfde les

De eerste helft van de les is gevuld met het teruggeven en bespreken van het proefwerk. Voor de tweede heb ik mezelf gewapend met een groot aantal viltstiften (uitwisbaar), transparanten die ingeplakt zijn in een kartonnen raamwerk en een uitneembaar draadmodel (van rietjes met speciale hoekstukjes) van een kubus. Aan een aantal reacties in de vorige les heb ik gemerkt dat de leerlingen er geen notie van hebben hoe zo'n perspectieftekening van een kubus gemaakt is en wat dat te maken heeft met de plaats van het oog. Zelfs Jeroen, die scheepsontwerper wil worden en me al eens in het geheim gevraagd heeft of je daarvoor ruimtelijk moet kunnen tekenen, waar hij trouwens aardig goed in is, ziet niet dat het oog bij de eerste tekening van opdracht 32 boven de kubus moet zitten omdat je het bovenvlak kunt zien.

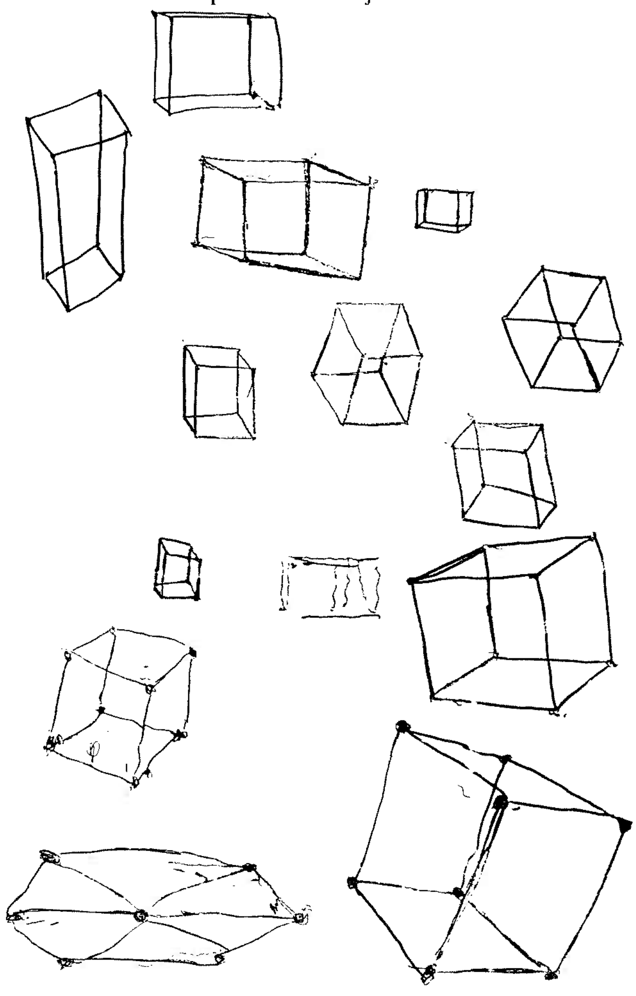
▶ *32. We laten de kubus in dezelfde positie t.o.v. tekenscherm en tafel (zie ▶ 31) en variëren de plaats van het oog. Zo ontstaan vier nieuwe perspectieftekeningen. Ga bij elk van de vier na waar ongeveer de plaats van het oog moet zijn.*



Ik vind dat leerlingen eerst zelf maar eens een echte perspectieftekening moeten maken voordat we verder gaan.
Door een gelukkig toeval staan de tafels in een kring opgesteld. Alleen Ewout, die natuurlijk in het midden is gaan zitten, moet ik verjagen om de kubus midden in de kring te kunnen neerzetten. De stiften en de transparanten worden uitgedeeld met de opdracht de kubus op het transparant te tekenen door één oog dicht te knijpen en door het transparant naar de kubus te kijken. Het materiaal is eigenlijk te slap om echt nauwkeurig te kunnen werken, maar het gaat net. Veel leerlingen helpen elkaar: de ene houdt het transparant op zijn plaats, de ander tekent. Veel leerlingen proberen de kubus helemaal na te tekenen door meteen de ribben te trekken. Ik geef de suggestie dat je alleen maar de hoekpunten hoeft over te nemen om vervolgens rustig achter je tafel met een liniaal de ribben erin te tekenen. De moraal van opdracht 30 was dus toch niet zo erg overgekomen.

▶ *30. Dürer suggereert dat de tekening van de luit stipsgewijs wordt gemaakt. Op de prent van De Caes is het niet zo goed te zien, maar ook daar lijkt het erop of de kubus stip-voor-stip op het scherm komt. Is dat handig van die twee "kubisten"?*

Er wordt luidruchtig maar enthousiast gewerkt. Ze komen achter hun tafel vandaan en nemen andere standpunten in. Met de bordespons worden oude en mislukte figuren uitgewist. Bijna allemaal houden ze het transparant verticaal, evenwijdig aan de opstaande ribben van de kubus. Sommigen zijn verbaasd dat ze zo'n kleine figuur krijgen. Je moet wel heel dicht bij de kubus gaan staan om een tekening te krijgen van de afmeting van het transparant. Het doet me denken aan de afmetingen van de zon en maan. Die lijken ook behoorlijk groot aan de hemel, pas op een foto zie je dat het eigenlijk niks voorstelt.
Ik vraag ze om eens uit te vissen welke lijnen op de tekening evenwijdig zijn gebleven. Daar komt niet zo veel uit. Waarschijnlijk speelt de onnauwkeurigheid hier een te storende rol.
Vervolgens vraag ik om het transparant bijna horizontaal te houden en zo de kubus eens te bekijken. Verbazing alom. Ze vinden dat ze figuren krijgen die helemaal niet meer op een kubus lijken.



De leerlingen zijn ongeveer 20 à 25 minuten bezig. Dat is lang genoeg. De meeste hebben het dan wel zo'n beetje gezien. Ze beginnen elkaar na te tekenen en de spons wordt voor andere doeleinden gebruikt. Achteraf realiseer ik me dat ik er veel meer uit had kunnen halen. Bijvoorbeeld door te vragen of ze zó wilden gaan staan dat de tekeningen van opdracht 32 op het papier komen. Het ging me er echter in eerste instantie om de leerlingen te laten ervaren hoe een perspectieftekening van een kubus ontstaat en dat is aardig gelukt.

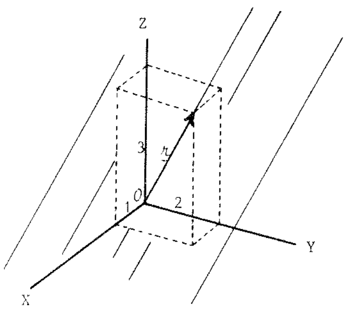
De zesde les

We beginnen met hoofdstuk 5: parallelprojecties. Ik vertel iets over het verschil in schaduw van zonlicht en van een lamp en deel de werkbladen bij opdracht 37 en 38 uit, met de opdracht om 37 te maken zodat we die straks kunnen gaan bespreken. Vanwege de tijdgeest heb ik besloten de zelfwerkzaamheidsogenblikken wat meer te structureren in overzichtelijke eenheden waarbij er meteen een klassikaal ogenblik volgt. Er zijn verder geen bijzondere problemen. Het tempo blijft wat laag. De rest van het hoofdstuk is huiswerk.

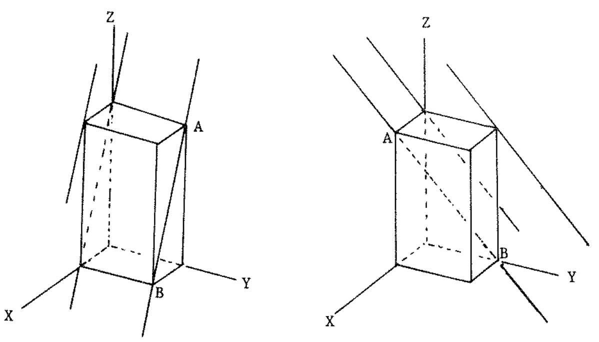
De zevende les

Bij de bespreking van opdracht 39 ontstaat er verwarring over de begrippen richtingsvector en projectierichting.

De projectierichting bij een parallelprojectie kan t.o.v. een coördinatenstelsel worden vastgelegd door middel van een richtingsvector r.
De oorsprong kiezen we als beginpunt voor r.
De kentallen *van* r *zijn juist de coördinaten van zijn eindpunt.*
Voorbeeld (zie figuur):
r = *(1,2,3)*



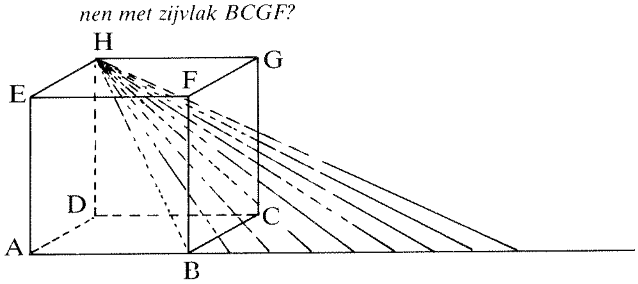
► *39. Geef bij elk van onderstaande plaatjes (de kentallen van) de richtingsvector van de parallelprojectie.*
Het blok heeft de zijden 1, 2 en 3 resp. langs de X-, Y- en Z-as. Eén projectiestraal gaat door de punten A en B.



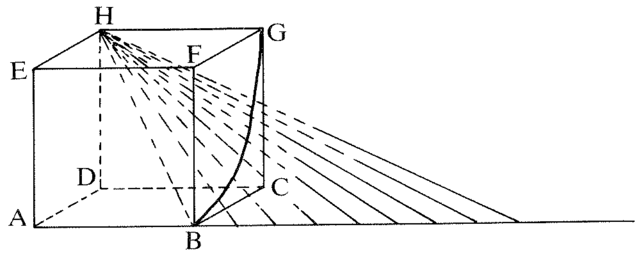
In figuur 5.1. wijst de richtingsvector naar boven. Dat is strijdig met het zon- en schaduwverhaal dat ik in de vorige les verteld heb. Bovendien wordt er bij fig. 5.2. en 5.3. op het XY-vlak, dat is de grond, geprojecteerd en dat is weer helemaal in overeenstemming met mijn zonlicht-theorie. Sommige leerlingen hebben dan ook (1,0,−3), andere (−1,0,3) als projectievector gekozen. We kiezen uiteindelijk voor de zonlicht-interpretatie.

Paul heeft me al herhaalde malen verzekerd dat hij dit een vervelend onderwerp vindt. Hij doet dan ook niet veel in de les. Toch tekent hij nu snel en feilloos de projecties van fig. 5.2 en 5.3 op het bord, zoals gevraagd wordt in opdracht 40.
Bij de bespreking van de oplossing werpt ook hier de zonlicht-theorie haar vruchten af. Vooral om te kunnen begrijpen waarom je ook de projectie van de opstaande ribben moet tekenen bij fig. 5.3. Alleen Agnes verklaart dat ze het nog niet ziet. Ik geef haar mijn draadmodel van de kubus. Samen met haar buurvrouw komt ze zo tot een tekening van de schaduw en dus van de gewenste projectie.
Hoofdstuk 6 kun je best overslaan. Dat is een voorbereiding op een later hoofdstuk waar ik toch niet meer aan toekom. De overgang van hoofdstuk 5 naar hoofdstuk 7 (over ruimte-constructies) is eigenlijk heel vanzelfsprekend. In de les wordt met hoofdstuk 7 begonnen. Ik zie een aantal leerlingen klungelen met opdracht 59.

*►59. *Het punt H is verbonden met de punten op het verlengde van AB. Waar liggen de snijpunten van die verbindingslijnen met zijvlak BCGF?*



Met als resultaat:



De figuur op het werkblad is misleidend. De overgang van stippellijn naar streep suggereert de doorsnijdingspunten. Wat gestippeld is kun je niet zien. Ik moet een heel verhaal vertellen over draden vanuit H, vastgeknoopt aan AB, die in één vlak liggen, vóórdat ze snappen wat er aan de hand is.

De achtste les

Dit is de voorlaatste les, maar het blijkt de laatste te zijn, dat betekent dat er geen wiskunde wordt gedaan.

Tot slot

Meestal worden contexten gebruikt als instap-situatie van waaruit de wiskunde haast vanzelf "naar boven komt drijven". Hoofdstuk 1 en 2 geven de indruk zo te zijn bedoeld. In mijn lessen kwam daar niet veel van terecht. Ook de inleidende opdrachten bij perspectief werden door de leerlingen als flauw en gemakkelijk ervaren. Ik had daar zelf in de les veel meer aan kunnen doen, maar achteraf realiseer ik me dat ik de contexten

en het concrete materiaal heel anders heb gebruikt. Niet als instap maar als hulpmiddel achteraf bij het oplossen van het wiskundige probleem. De leerlingen haakten vooral in op de wiskundige problemen zèlf. Kunnen ze die aan, dan is er niks aan de hand. Lukt het niet, dan komt de praktische situatie, het verhaal of het concrete materiaal op de proppen. Daarbij blijft het oplossen van het probleem zèlf centraal staan. De leerlingen mogen zo vaak terugvallen op de context of het materiaal als ze zelf willen, tòt het niet meer nodig is.
Bij het gebruik van contexten als instap-situatie wordt door velen het gevaar gevoeld dat leerlingen niet los kunnen komen van die situaties en dus aan de wiskundige abstractie of het wiskundige probleem niet toekomen. Ook bij de hier gevolgde methode zit dat gevaar erin. Het doel ligt echter duidelijker en ook dat het verhaal slechts een hulpmiddel is dat je eigenlijk niet nodig hebt bij de oplossing van het probleem. Als leraar zul je voortdurend en consequent duidelijk moeten maken dat je eerst moet proberen het probleem op te lossen. Ik ben er niet zeker van of me dat bij een aantal leerlingen gelukt is. Daarvoor was de lessenserie waarschijnlijk te kort.
Uit mijn verslag blijkt dat ik wel wat kritiek heb op het HEWET-materiaal van Ruimtemeetkunde. Iedereen moet maar voor zichzelf bepalen wat hij daarmee doet. Aan veel van mijn kritiek kan ik zelf tegemoet komen door de lessen wat anders in elkaar te steken. Daar kom je pas achter als je het een keer gedaan hebt.
Ruimtemeetkunde, zeker het begin daarvan, is haalbaar in de vierde klas. Het is ook gewenst dat daar in de toekomst aandacht aan wordt besteed, al is het maar voor 7 lessen. In de toekomst zullen de leerlingen in de vierde klas een keuze tussen wiskunde A en/of B moeten maken. Een kennismaking met ruimtemeetkunde zoals hier is beschreven, kan daarbij een enorme steun zijn.
Overigens lijkt het me nodig dat er een lange lijn voor ruimtemeetkunde komt in het wiskunde-programma vanaf de brugklas. Het is geen onderwerp dat je zomaar in twee jaar kunt leren, daarvoor is een meer geleidelijk opgebouwd programma nodig.

12 NOVEMBER

Jaarvergadering/studiedag 1983: 'Vak-beweging'

De jaarvergadering van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren wordt gehouden op 12 november 1983 in het gebouw van de SOL, Archimedeslaan 16, Utrecht.
Door de Vakgroep Onderzoek Wiskundeonderwijs en Onderwijs Computercentrum (OW & OC) en de Stichting Leerplan Ontwikkeling (SLO) wordt in samenwerking met de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW) een programma voorbereid waarbij nieuwe ontwikkelingen in en om het wiskundeonderwijs centraal staan, vandaar het thema 'Vak-beweging'.
In zeven werkgroepen kan men die dag deelnemen aan activiteiten op het gebied van:
1 BOVO: verhoudingen op het breukvlak van basisonderwijs en voortgezet onderwijs.
2 Voortgezet rekenen.
3 Burgerinformatica.
4 Heterogene groepen.
5 Introductie functies.
6 Hewet, de groei in wiskunde A.
7 Hewet, de ruimte in wiskunde B.
Er komt nog een boekje over deze zeven onderwerpen. Bij aanmelding voor de jaarvergadering/studiedag krijgt men dit boekje thuis gestuurd.
Tevens zal er een plenaire lezing worden verzorgd door **Alan Bishop** uit Cambridge.
De agenda voor de jaarvergadering, tevens uitnodiging voor de leden, komt in één van de volgende nummers van Euclides.
Men kan zich aanmelden voor de jaarvergadering/studiedag door overschrijving van *f* 14,50 (voor de lunch) naar girorekening 143917 van de NVvW te Amsterdam (voor 1 november aanstaande). Niet-leden zijn welkom, zij betalen *f* 25,–.
Houd 12 november 1983 vrij voor de jaarvergadering/studiedag met onderwerpen voor wiskundedocenten van *alle schooltypen.*