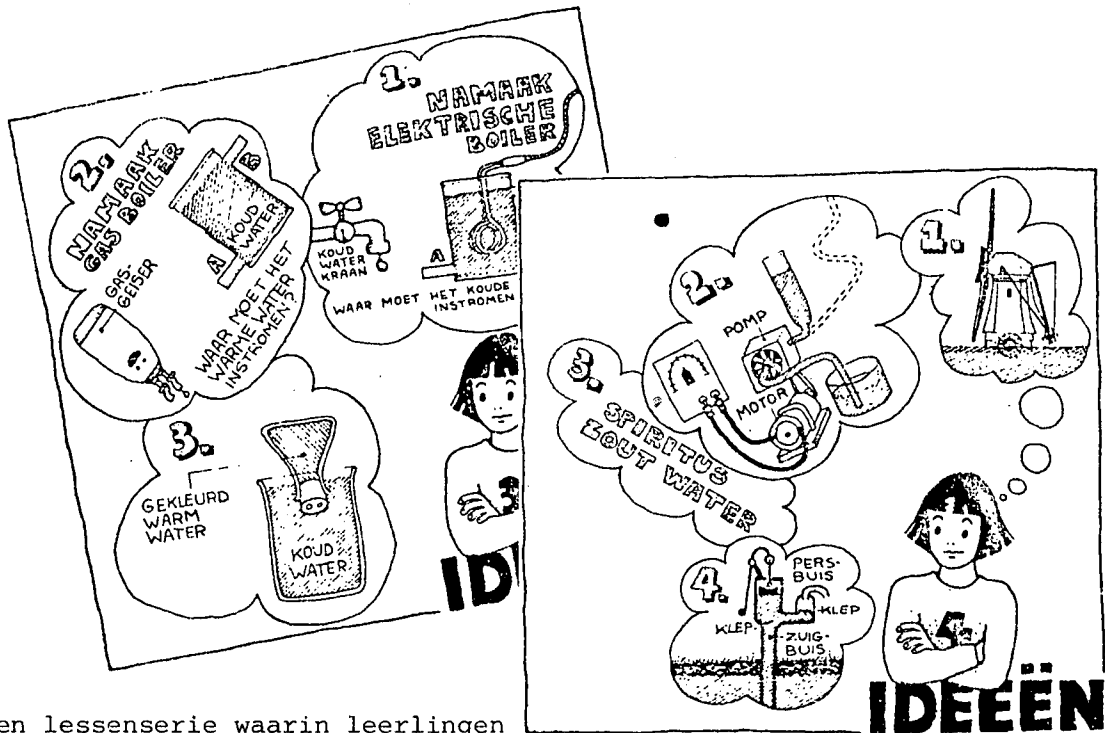


Aantekeningen voor de Leraar en Apparatuurgids

Werken met Water



Een lessenserie waarin leerlingen

- onderzoekend bezig zijn met water en enkele verschijnselen zoals stroming, oppervlaktespanning, lichtbreking, electriciteitsgeleiding enz.
- naar aanleiding van een proef vragen leren stellen voor een vervolgonderzoek en dat ook uitvoeren
- samen met anderen een proef voorbereiden en deze aan de klas demonstreren
- een demonstratie beoordelen aan de hand van afgesproken criteria.

Experimentele uitgave voor de tweede klas mavo, havo en vwo.

Samengesteld door de projectgroep PLON, met medewerking van projectleraren.



© 1983 Rijksuniversiteit Utrecht

Deze aantekeningen voor de leraar maken deel uit van experimenteel lesmateriaal. Overname of referentie uitsluitend na toestemming van de medewerkers van het PLON, Lab. Vaste Stof, Postbus 80.008, 3508 TA Utrecht.

Voorwoord	3
Didactische opzet	4
Het lessenplan	6
Verantwoording	7
1. Het thema "Werken met Water"	7
2. "Aanrommelen" en "handelend begrijpen"	8
3. De instructie over het stellen van werk vragen	8
4. Groepswerk	9
5. Demonstraties	9
Het lesmateriaal	10
1. Het themaboek	10
2. Apparatuur en werkmateriaal	10
3. Extra lesmateriaal	11
De voorbereiding	12
De instructie "werk vragen stellen"	14
Werk vragen stellen - lesverloop	16
De oriëntatie op thema en werkwijze	20
1. De inhoud van het thema	20
2. Het lessenplan	20
3. De beoordeling	20
De aanrommel - fase	21
1. De organisatie van het aanrommelen	21
2. De rol van de leraar	22
3. Afsluiting	23
Het verslag en het waterboek	24
De pas op de plaats	25
1. Inleiding	25
2. Een voorbeeld	25
Demonstraties	26
De samenvatting	29
De beoordeling	30
De afronding	34
Doelen voor leerlingen	35
Doelen voor de leraar	37
Boeken en audio-visuele media	38
Lerarenvragenlijst	43
Bijlagen:	
D1 Rommelen in science	47
D2 Operationele vragen stellen en stimuleren	54
D3 Gestelde vragen	58
D4 Het omgekeerde glas	60
D5 Voorbeeld proefwerk vragen "Werken met Water"	61
AV1 Films over water(leiding)	77
Apparatuurgids	79

INHOUD

Deze "Aantekeningen voor de Leraar" kan worden besteld bij:

BV Uitgeverij NIB
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404-21624

De prijs is f 10,-.

U bent betrokken bij het PLON-experiment; fijn dat u meedoet! We hopen dat u deze "Aantekeningen Voor Leraren" interessant zult vinden. Deze AVOL is zowel bestemd voor hen die "Werken met Water" voor de eerste keer geven als voor hen die er al ervaring mee hebben. Allerlei ervaringen met "Werken met Water" op proef- en volgscholen zijn erin verwerkt.

De AVOL geeft informatie over de didaktische opzet van het thema "Werken met Water" en bespreekt de verschillende fasen van het lessenplan.

Het laatste deel van deze AVOL is een gids voor de apparatuur en bevat ook details over de proeven.

Op blz. 43 is een vragenlijst opgenomen. U kunt uw enthousiasme en kritiek daarin kwijt. We stellen het zeer op prijs als u die lijst nadat u het thema heeft gegeven wilt invullen en opsturen.

Goede vaart!

Het PLON-theam
Lab. Vaste Stof
Rijksuniversiteit Utrecht
Postbus 80.008
3508 TA Utrecht

februari 1983



En Bram hield het vast.
"Water", zei hij, toen hij weer thuis was, "water kun je zien, en je kunt 't ook niet zien!"
Ja. Bram was af en toe heel wijsgerig!
"'t Is er dat staat vast!
Water kun je zien, want een vol glas ziet er anders uit dan een leeg glas. En een glazen bol, met water gevuld, werkt als een lens. De vorm van de glazen bol blijft 't zelfde, maar toch verandert er iets aan. Het water verandert dus het uiterlijk van de dingen, zonder dat je het water zelf ziet. Dat is een eigenaardige kwestie. Als nou de hele wereld eens alleen uit water bestond, zou je het dan kunnen zien? Proeven en voelen wel natuurlijk, maar zien?"
Bram praatte hardop. Dat deed hij altijd, als hij moeilijke zaken uit elkaar ploos.

Er is een film "lenzen van water" (Niam nr. 1777) voor wie de foto aanspreekt.

DIDACTISCHE OPZET

"Werken met Water" is gemaakt voor een periode van ca. 14 lessen van 50 minuten. Het is het derde thema in de tweede klas cursus van het PLON en wordt nog gevolgd door "Leven in Lucht", "Terugblik" en "IJs-Water-Stoom". Het is de bedoeling dat het thema voor kerstmis wordt afgerond.

In het thema wordt tijd uitgetrokken - meer tijd dan in het algemeen wordt toegestaan - om vrij en ontdekkend te werken. De leerlingen krijgen een aantal proefopstellingen aangeboden en er wordt ze toegestaan iets te maken, iets te proberen of uit te proberen, iets uit te vinden zonder er nog veel van te "leren" en zonder al te nadrukkelijke instructies. De sturing zit hem in de opstellingen zelf en in de veranderingen die leerlingen erin aanbrengen. We noemen dat de "aanrommel-fase" of oriëntatie-fase.

De bedoeling van het aanrommelen is het ruimte geven aan leerlingen om zelf ervaringen met aspecten van water op te doen. Immers zelf iets ervaren levert de beste voedingsbodem voor verdere ontdekkingen. Door dit zelf aanrommelen krijgen leerlingen de ruimte zich zelf vragen te stellen en gewoon dingen uit te proberen (= op een "onbewuste" vraag antwoord te geven).

Voor het realiseren van de aanrommel-fase zijn 7 proef-situaties bedacht. Bij elke proef-situatie hoort een "waterblad" waarop een korte inleidende instructie staat met de uitnodiging om zelf verder te experimenteren ("aan te rommelen"). De leerling krijgt het waterblad tegelijk met de proefopstelling aangeboden zodat vooral de proefopstelling sturend is. Om deze overgang van aanrommelen naar onderzoeken te begeleiden, wordt een instructie gegeven in het stellen van zogenaamde "werkvragen". Vragen die leerlingen zichzelf stellen naar aanleiding van een waargenomen verschijnsel (het optrekken van water in papier) worden onderscheiden in twee soorten:

1. Vragen die een beroep doen op kennis van anderen (een boek, de leraar). Meestal zijn dat vragen die met "waarom" beginnen. Ze worden "opzoekvragen" genoemd als de leerling erbij kan vertellen waar hij die kennis denkt te halen.
2. Vragen die de leerlingen zelf door een proefje kunnen beantwoorden. Deze worden "werkvragen" genoemd als de leerlingen een idee hebben wat voor een proef dat is.

Bij deze instructie gaat het er vooral om de leerling duidelijk te maken dat hij een activiteit moet ondernemen (proef doen, boek opzoeken) om het antwoord op een vraag te krijgen. In "Werken met Water" wordt de leerling gestimuleerd zijn vragen zo mogelijk te (her)formuleren zodat hij ze zelf kan onderzoeken met een proef. Het zijn dan werkvragen geworden. Deze instructie wordt vóór de aanrommelfase gegeven.

Na de aanrommel-fase wordt het stellen van werkvragen dan geoefend aan de hand van een of twee van de opstellingen uit de aanrommel-fase. De leerlingen krijgen de gelegenheid zelf één of meer werkvragen te stellen en er een antwoord op te vinden. Dit noemen we de "onderzoeksfase". In deze onderzoeksfase worden ook de (eventueel verplichte) onderzoeken uit het themaboek gedaan. Van hun ervaringen in hun onderzoek maken de leerlingen een waterboek, waarin ze hun ervaringen en hun conclusies neerslaan.

De ervaringen van de leerlingen in de aanrommelfase liggen nog veel meer op "handelingsnivo" en het is daarom moeilijk om die op te schrijven. Daarom worden er dan minder hoge eisen gesteld aan het opschrijven van hun ervaringen.

DIDACTISCHE OPZET

Er is bij "Werken met Water" ook tijd uitgetrokken voor demonstraties door leerlingen en het beoordelen van demonstraties. Hierdoor worden vaardigheden als samenwerking, overdracht van kennis en kritische instelling geoefend. Bovendien lenen demonstraties zich ervoor enige gemeenschappelijke kennis op te bouwen.

Ten behoeve van de demonstraties zijn 6 demonstratie-werkbladen beschikbaar: over de zwaarte van zoet en zout water, over de voortplanting van geluid onder water, over elektriciteitsopwekking door stromend water, over de centrale verwarming, over golven en over eb en vloed.

De beoordeling van "Werken met Water" vindt plaats door een cijfer te geven voor de kennis die is verworven bij (enkele van) de wateronderzoeken. Dit kan op basis van gemeenschappelijke vragen in een proefwerk. Daarnaast kan er een - per groep/leerling verschillende - beoordeling worden gegeven voor de uitgevoerde demonstratie, voor de werkvraag en het uitwerken daarvan en voor het waterboek. De kennisaspecten daarvan kunnen ook worden getoetst in het proefwerk waarin dan een deel van de vragen niet gemeenschappelijk zijn, maar per groep of leerling verschillen.

Het lessenplan kan in schema als volgt worden weergegeven:

oriëntatieperiode	onderzoekperiode	demonstratieperiode	afronding
<ul style="list-style-type: none">- werkvragen leren stellen- aanrommelen- verslag maken	<ul style="list-style-type: none">- pas op de plaats werkvraag oefenen- onderzoek uitvoeren en opschrijven- waterboek maken	<ul style="list-style-type: none">- normen vaststellen- demonstraties voorbereiden- demonstratie houden	<ul style="list-style-type: none">- samenvatting- proefwerk

HET LESSENPLAN

Deze AVOL is gebaseerd op het volgende lessenplan. Doordat er nogal wat keuzen voor de docent/leerlingen zijn te maken, kan het lessenplan per school/klas verschillen zonder dat de essentiële elementen van "Werken met Water" tekort worden gedaan.

les	plan	kommentaar
1 en 2	<ul style="list-style-type: none"> - klassikale instructie: stellen van werk vragen - korte inleiding op het thema 	<p>zie blz. 14 e.v. voor een uitgewerkt lesschema.</p> <p>zie blz. 20.</p>
3,4,5	<ul style="list-style-type: none"> - bespreking van de aanrommelfase <ul style="list-style-type: none"> . overzicht van de opstellingen . eventuele eisen t.a.v. minimum aantal, verslag e.d. . beschikbare tijd - groepsindeling - beginnen met aanrommelen - "aanrommelen" - pas op de plaats: klassikaal werk vragen oefenen aan de hand van een experiment voor de klas 	<p>zie blz. 21 e.v. voor enkele overwegingen daarbij.</p> <p>hierna verslagen inleveren; zie blz.24 bijv.n.a.v. de opstelling "stroombak" of "een gat in de waterleiding"; zie blz. 25 e.v.</p>
6,7,8	<p>in groepen stellen van een eigen werk vraag en deze onderzoeken.</p> <ul style="list-style-type: none"> - verplichte onderzoeken en keuzeonderzoeken doen - waterboek maken 	<p>eerst verslagen terug geven</p> <p>zie blz. 24</p>
9	<p>klassikaal demonstraties verdelen</p> <p>normen opstellen</p>	<p>zie blz.26 e.v. voor de gang van zaken rond de demonstraties.</p>
10,11,12	<p>afwisselend in groepen en klassikaal demonstraties voorbereiden, houden en beoordelen.</p>	
13	<p>samenvatting door de leraar</p>	<p>zie blz. 29</p>
14	<p>(gedifferentieerd) proefwerk</p>	<p>zie blz. 30 e.v. en bijlage D5 voor enkele suggesties voor een (gedifferentieerd) proefwerk.</p>

VERANTWOORDING

1. HET THEMA "WERKEN MET WATER"

In de PLON-leergang van de tweede klas wordt een rondgang gemaakt langs stoffen om ons heen en hun gedrag. Na metalen komt water en daarna lucht. In het laatste thema van de tweede klas komt water weer terug en wordt vooral ingegaan op fase-overgangen.

We hopen dat water, zoals metalen en lucht, een bruikbaar aangrijpingspunt is om leerlingen vertrouwd te doen raken met fysische aspecten in hun leefomgeving:

stroming, spiegeling aan het oppervlak, golven, waterdruk, drijven etc. Bovendien is gebleken dat leerlingen genieten van het bezig zijn met water als zodanig: "lekker nat".

JAARPROGRAMMA 2-MAVO/HAVO/VWO	
	aantal lessen
Een eerste verkenning	6
Mensen en metalen	12
Werken met water	14
Leven in lucht	16
IJs, water, stoom	20
	<hr/>
	68

In "Mensen en Metalen" hebben de leerlingen kennis gemaakt met het kiezen en uitvoeren van een eigen onderzoekje. Zij hebben daarbij ondervonden dat het belangrijk is een goed idee te hebben wat ze willen onderzoeken, hoe ze dat willen doen, wat daarvoor nodig is en hoelang ze ermee bezig zullen zijn. Verder hebben ze zich bezig gehouden met het overdragen van hun kennis aan hun medeleerlingen op de Tentoonstelling Over Metalen (TOM). Al deze aspecten (leren onderzoeken, leren rapporteren) worden in de loop van de tweede klas verder uitgewerkt. In "Werken met Water" worden twee dingen in het bijzonder aangescherpt: het opstellen van een goede onderzoeksvraag en het overbrengen van informatie naar de klas door een rapportage. De leerlingen worden via het "aanrommelen" en het stellen van "werkvragen" gebracht tot het stellen van een onderzoeksvraag. In de demonstratieperiode wordt de vaardigheid demonstreren geoefend.

In het thema "Leven in Lucht" dat op "Werken met Water" volgt worden de vaardigheden in de projektperiode verder ontwikkeld met het doel een compleet onderzoekje op te zetten vanaf het verzinnen van onderwerpen via het kiezen ervan, het opstellen van een onderzoeksvraag, plannen en uitvoeren van het onderzoek tot en met de rapportage in een of andere vorm. In het laatste thema van de tweede klas, "IJs-Water-Stoom" krijgt vooral het kiezen van een onderzoek en het schriftelijk verslag de nadruk.

VERANTWOORDING

2. "AANROMMELEN" EN "HANDELEND BEGRIJPEN"

We geloven dat het zelf rommelen met materiaal een belangrijke stimulans is voor verdere ontdekkingen. Is het niet zo dat kinderen al van jongs af aan door zelf bezig te zijn stoffen doelbewust leren gebruiken?

Ze kunnen spatten met water, het laten stromen, ze kunnen zeepbellen blazen, enz. Ze zijn in staat deze stoffen te hanteren in konkrete gevallen en met konkrete doeleinden voor ogen.

We hebben geleerd dat ook dit een vorm van begrijpen is. Zelfs een voorwaarde voor het "verklarend" begrijpen.

Aanrommelen heeft de bedoeling de leerling op dit - handelend - nivo van begrijpen kennis te laten maken met water op basis van zijn eigen ervaring en zijn eigen kunnen.¹⁾

Maar deze - handelende - vorm van begrijpen betekent nog niet dat de leerling wat hij ziet ook begrijpt in de zin zoals volwassenen dat bedoelen: dat hij kan verklaren wat er gebeurt. Daarvoor is het nodig dat hij leert te kijken, vragen te stellen, gegevens te verzamelen en proeven te analyseren die door hem zelf in elkaar gezet zijn.

Door daarover te praten en na te denken begint hij te ervaren dat je door zo te werken dingen te weten komt die je eerder niet wist en vragen op het spoor komt die je je niet eerder had gesteld. En is dat niet één van de essenties van de natuurwetenschappelijke vorming?

3. DE INSTRUKTIE OVER HET STELLEN VAN WERKVRAGEN

De overgang van "rommelend" bezig zijn naar "onderzoekend" bezig zijn is niet goed voorspelbaar.

Voor de ene leerling gaat het snel, voor de andere duurt het langer. Of in de ene situatie gebeurt het meteen, in de andere pas na enige tijd. In de proefperiode van het PLON is gebleken dat leerlingen de mogelijkheden die ze kregen om zelf proeven te bedenken niet voldoende vonden.²⁾ Bij leraren bestond er twijfel of leerlingen wel de vaardigheid hebben om "uit de konkrete situatie te stappen" en er een vraag over te stellen. In de overtuiging dat het stellen van vragen de basis is van onderzoeksgedrag is er daarom voor gekozen in "Werken met Water" een gerichte instructie over het stellen van vragen op te nemen. Daarbij ligt de nadruk op het onderscheiden van onderzoekbare vragen: de z.g. werk vragen en vragen waarop alleen een antwoord van een ander of door een boek kan worden gegeven (opzoekvragen). Het artikel van Dorothy Alfke over het stellen van operationele vragen waarvan een vertaling in bijlage D2 is opgenomen was daarbij een belangrijke stimulans.³⁾

¹⁾ Het idee van een "aanrommelfase" wordt goed beschreven in een artikel van David Hawkins: "Messing about in Science". Een vertaling van dit artikel is in bijlage D1 opgenomen.

²⁾ Evaluatierapport Werken met Water 1976-1977, Interne publikatie.

³⁾ Zie een gevalsbeschrijving van de lessen "Werken met Water" 2e versie PLON0Z 78-0911.

VERANTWOORDING

Het gevaar bestaat dat de overgang van "rommelen" naar "onderzoeken" door het te snel (moeten!) stellen van werk vragen wordt verstoord. Daarom hebben we ervoor gekozen de instructie "werk vragen stellen" nog geen verplichte gevolgen te laten hebben in de "aanrommelfase". Pas bij de "pas op de plaats" komt het stellen van werk vragen terug en moeten de leerlingen een werk vraag stellen over een proefsituatie die voor de klas herhaald wordt of één die ze zelf gedaan hebben. In de daaropvolgende "onderzoeksfase" gaat het stellen van "werk vragen" (en eventueel ook "opzoek vragen") een belangrijke rol spelen. Op die vaardigheid wordt ook later (o.a. "Leven in Lucht", "Bruggen") een beroep gedaan. In de praktijk is gebleken dat we met het stellen van werk vragen een bruikbaar en fundamenteel hulpmiddel hebben gevonden om het eigen onderzoeksgedrag te stimuleren.

4. GROEPSWERK

Bij PLON-lessen is groeps werk vaak nodig om verschillende activiteiten gelijktijdig te kunnen realiseren. Groeps werk is dan een middel om te kunnen differentieren tussen leerlingen waar het betreft hun leeractiviteiten. Toch is het niet alleen deze organisatorische redenen die voor groeps werk doet kiezen. Een reden is ook dat kennis en vaardigheden tenslotte moeten functioneren in samenwerkingsrelaties en daarom ook het beste in zulke situaties kunnen worden aangeleerd.

5. DEMONSTRATIES

In het PLON-leerplan wordt systematisch aandacht besteed aan vormen van rapportage en demonstratie door leerlingen.

In "Een Eerste Verkenning" en "Mensen en Metalen" hebben leerlingen vooral geoefend met rapportage-vormen. Een belangrijk aspect daarvan was het leren verwerken en verwoorden van je eigen leerervaringen, je bewust te worden van wat je leert.

Door bij "Werken met Water" aandacht te geven aan demonstraties door leerlingen, worden twee andere aspecten van rapportage en demonstraties vooral benadrukt:

- het helpt om je te leren richten op overdracht naar anderen;
- het helpt naar anderen te leren luisteren en feed-back te leren geven op zowel de inhoud van de demonstratie als op de presentatie en de overdrachtstechniek.

Dit is een vaardigheid die aan te duiden is als "kritisch luisteren".

Demonstraties hebben tevens de functie om enige kenniselementen gemeenschappelijk te maken. Het blijkt dat leerlingen de leerstof van de demonstraties zeer goed onthouden!

HET LESMATERIAAL

1. HET THEMABOEK

Voor het thema "Werken met Water" is voor de leerlingen een themaboek beschikbaar. Verder kunnen de scholen beschikken over een set geplastificeerde "waterbladen" die bij de proefsituaties voor het "aanrommelen" gelegd kunnen worden en over een set "demonstratiebladen" waarvan elk leerlingengroepje er één krijgt in de demonstratieperiode.

Het themaboek is voor alle leerlingen bestemd. Van de sets "waterbladen" en "demonstratiebladen" kunnen de scholen het best een beperkt aantal (bijv. 5) bestellen. Themaboek en de sets waterbladen en demonstratiebladen kunnen besteld worden bij:

B.V. Uitgeverij N.I.B.
Postbus 144
3700 AC Zeist
Tel. 03404-21624

2. APPARATUUR EN WERKMATERIAAL

Praktikum- en werkmateriaal moet door de school zelf worden verzorgd. In de apparatuurgids vindt u een overzicht van het praktikummateriaal per thema. Voor een jaar-overzichtslijst kunt u zich richten tot het PLON.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen basis (B) materiaal (dat is datgene wat nodig is om minimum doelen te bereiken) en extra (E) materiaal (o.a. ten behoeve van keuze-opdrachten).

Een school die met PLON gaat werken wordt aangeraden het eerste jaar alleen het basismateriaal aan te schaffen. Het extra-materiaal kan in de jaren daarna aangeschaft worden. De keuzemogelijkheden die in het eerste jaar beperkt zijn kunnen zo in latere jaren uitgebreid worden. Het voordeel daarvan is ook dat de leraar dan meer ervaring heeft met de organisatie van het praktikummateriaal in de klas.

Voor aanschaf van praktikummateriaal kunt u zich richten tot diverse firma's. Met Breukhoven BV te Rotterdam heeft PLON een samenwerkings-overeenkomst, waarbij Breukhoven BV de levering van PLON-apparatuur op zich neemt.

Deze heeft apparatuur voor de tweede klas vanaf 1982 beschikbaar.

Voor de derde en vierde klas zo spoedig mogelijk daarna.

Voor inlichtingen daarover:

Breukhoven BV
Mathenesserlaan 400
Postbus 6044
3002 AA Rotterdam
Tel. 010-767688

Voor overleg en advies (bijvoorbeeld gefaseerde aanschaf) kunt u op het PLON Wim Kamphuis of Ad van Gameren bellen (tel. 030-532718 en 532717).

HET LESMATERIAAL

3. EXTRA LESMATERIAAL

- De set van 7 geplastificeerde "waterbladen" is bedoeld om leerlingen steun te geven bij het werken in de aanrommelfase. Elke school heeft er een beperkt aantal van nodig om naast de "aanrommel"-proeven te leggen.
- De set "demonstratiebladen" is bedoeld ter instructie van de leerlingengroepen bij het voorbereiden van hun demonstratie. Elke school heeft er dus een beperkt aantal nodig.
- Er zijn twee bij het thema behorende films. Eén over de golfbak, bedoeld om de leerlingen te richten op waar ze naar moeten kijken, wat ze moeten zien. Deze film kan gebruikt worden bij het demonstratieblad "het ontstaan van golven". De film "Eb en vloed" is bedoeld voor gebruik bij het gelijknamige demonstratieblad.

DE VOORBEREIDING

De organisatie van "Werken met Water" is niet zo eenvoudig gezien de grote verscheidenheid aan experimenten. Voordat je het weet ben je als leraar verstrikt in de materiaalproblemen. Bovendien is de kans op een "natte" les erg groot.

Ervaringen hebben geleerd dat bij een goed doordacht lessenplan en een goede organisatie van het materiaal "Werken met Water" een succes wordt.

Hieronder geven we enkele tips die ons noodzakelijk lijken voor een goede voorbereiding. Op elk van de punten wordt later in deze AVOL nader ingegaan.

- Beslis: Of u de themaboeken of aan het begin van de lessenserie uitdeelt of pas na het aanrommelen. Dit heeft consequenties voor de aanrommelfase (zie blz. 21 e.v.)
- Beslis: Welke opstellingen u kiest voor de oriëntatiefase en voor de oefening in het stellen van werkvragen.
- Beslis: Welke eisen u stelt aan de leerlingen tijdens de aanrommelfase: moeten ze bijvoorbeeld aan u melden wat ze doen of zijn ze daar vrij in, moeten ze een bepaald minimum aantal doen, aan welke eisen moet het verslag voldoen? Hoeveel tijd gunt u ze?
- Beslis: Welke onderwerpen u voor de demonstraties gaat kiezen en hoe u de demonstraties gaat organiseren. Beslis of u zelf bepaalde criteria voor de beoordeling wilt stellen, of dat samen met de klas wilt doen.
- Beslis: Hoe u de leerlingen beoordeelt: wat de inhoud en samenstelling van het proefwerk zal zijn en of u het waterboek, het eigen onderzoek, de demonstraties en eventueel de manier van werken ook wilt beoordelen.
- Zorg: Dat u het materiaal zo goed mogelijk kent. Eigenlijk zou u alle proeven een keer moeten doen en de mogelijkheden ervan onthouden.
- Zorg: Dat er in de klas een duidelijk en voor iedereen zichtbaar lessenplan hangt. Bespreek dit met de leerlingen en wijk er alleen in bijzondere omstandigheden en in overleg met de klas van af!
- Zorg: Dat de noodzakelijke apparatuur, gereedschappen en weggooi-materialen er zijn en dat het zo toegankelijk is dat de leerlingen het kunnen vinden en kunnen opruimen. Het mag u tijdens de lessen niet veel tijd meer kosten.

DE VOORBEREIDING

De materialen die u nodig hebt voor de waterbladen, wateronderzoeken en demonstratiebladen staan beschreven in de apparatuegids, maar het kan u (of uw toa) helpen om de proeven eerst zelf te doen en zo eigen uitwerkingen te kiezen.

De ervaringen wijzen uit dat het doen van de benodigde inkopen en het klaarmaken van het materiaal voor de proeven 6-7 uur werk vraagt. Daar staat tegenover dat daarmee de proeven voor de hele periode zijn voorbereid.

Moet u zuinig zijn dan is met een beetje goede wil van uw leerlingen 1 set voor elke proef genoeg. Alleen het materiaal voor de opstijgproef moet u in 12-voud hebben. Ze moeten dan af en toe even op elkaar wachten of eerst wat anders doen. Flexibeler bent u als u 2 sets van elke proef hebt (of van de meeste). Dit laatste zal in ieder geval nodig zijn als u veel groepen van 2 leerlingen hebt of veel leerlingen die alleen werken.

Zorg dat u een reserve-voorraadje hebt van onderdelen die kapot kunnen gaan of verbruikt worden.

De kosten van materiaal (1 à 2 sets per proef) blijken ongeveer f50,- te zijn.

Naast de spullen voor de proeven heeft u eventueel een filmprojektor nodig (evt. met spiegel en doorzichtscherf), voor de leerlingen die één van de films voor de demonstratiebladen willen gebruiken. Het draaien van een filmpje beïnvloedt de rest van de klas erg, dus u zou hem enigszins kunnen afschermen (of gebruik het kabinet).

Zorg voor voldoende handdoeken voor tafels, apparaten en handen. Een vloertrekker en/of dweil voor de vloer is niet overbodig!

Een praktikumlokaal is voor "Werken met Water" bijna onmisbaar. Veel wordt gewonnen als er ruimte is waar proefopstellingen kunnen blijven staan. Enkele proeven kunnen daartoe eventueel in het kabinet worden opgesteld. Ook de leerlingen kunnen daar dan aan werken.

DE INSTRUKTIE "WERKVRAGEN STELLEN"

De bedoeling van de instructie "werkvragen stellen" is dat leerlingen leren dat er vragen zijn die ze zelf met behulp van een experiment kunnen onderzoeken in tegenstelling tot vragen waarin ze afhankelijk zijn van de leraar (meestal "waarom"-vragen). Deze laatste vragen blijven belangrijk, kunnen erg interessant zijn en er kan door de leraar wel degelijk aandacht aan besteed worden. Daarom hebben deze vragen een aparte naam gekregen: "opzoekvragen". Maar deze opzoekvragen moeten ook "operationeel" gemaakt worden door aan te laten geven waar de leerlingen de informatie vandaan halen. Als je wilt dat leerlingen zelfstandig experimenten gaan doen, dan zul je ze in die vragen moeten temperen. In "Leven in Lucht" wordt meer de nadruk op "opzoekvragen" gelegd.

Op basis van het artikel in bijlage D2 hebben wij in een 2e, 3e en 4e klas vwo een onderzoek gedaan naar wat voor soort vragen leerlingen ~~zich~~ stelden.

Leerlingen moesten daartoe (zoals in het artikel) een poreus papier in het water houden en de stijghoogte tegen de tijd meten. Ondertussen moesten ze zich zoveel mogelijk afvragen wat hun verbaasde. Daarna moesten ze uit al hun vragen die vragen selecteren die naar hun idee met een experiment te beantwoorden waren. In de eerste twee lessen is dit helemaal uitgewerkt.

Bij het analyseren van deze vragen bleek dat er 4 vraagtypen bestaan die leerlingen min of meer als operationeel aanduiden. Ze volgen hieronder.

In je eigen les moet je maar eens kijken of je dit herkent.

1. Bij het stellen van de vraag denken de leerlingen het antwoord te weten. Er is dus geen behoefte om het verder uit te zoeken, er is vaak zelfs geen behoefte de vraag op te schrijven.

De vraag is voor de leerlingen niet motiverend. Een voorbeeld: twee leerlingen vragen zich af of het water eeuwig zal blijven stijgen. Ze antwoorden meteen daarop: "Ja, tot het op is". Ze zeiden daarna: "Dat hoef je niet te onderzoeken, dat is logisch".

Een ander voorbeeld: "Waarom stijgt het water?" Leerlingen antwoorden: "Omdat het papier zuigt, dat zie je toch! Dat is nou een stomme vraag". Door zo'n antwoord in twijfel te trekken, zullen leerlingen het experiment wellicht gaan uitvoeren.

2. De leerlingen weten het antwoord niet op een vraag en gaan een experiment bedenken om het uit te vissen. Ons is het erom te doen dat leerlingen dit soort vragen stellen.

Een voorbeeld: tot hoelang zal het water blijven stijgen?
Antwoord: dat moet je uitzoeken door de tijd op te nemen!

DE INSTRUKTIE "WERKVRAGEN STELLEN"

3. De vragen die de leerlingen stellen leiden niet direkt tot een experiment, maar moeten nader geduid worden.

Een voorbeeld: "Is het mogelijk dat het water verdampt, waardoor het minder hoog lijkt?"

Een dergelijke vraag zal met behulp van een gesprek of het lezen van een leestekst omgevormd moeten worden tot een werkvraag zoals: "Zal het sneller stijgen, als ik om het papier doorzichtig plastic vouw (zodat het water niet meer kan verdampen)?"

4. Sommige vragen hoeven niet via een experiment te worden opgelost, maar kunnen eventueel via encyclopedie/leestekst/iemand vragen, tot een oplossing leiden.

Een voorbeeld: "Wordt papier zo gemaakt dat het poreus is, waar bestaat papier eigenlijk uit?"

Als "opzoekvraag" luidt deze: "Waar kan ik in de bibliotheek vinden waar papier uit bestaat en hoe papier gemaakt wordt?"

Een andere mogelijkheid is: "Aan wie kan ik vragen waar papier uit bestaat en hoe papier gemaakt wordt?"

Een deel van deze vraag is ook om te zetten tot een werkvraag: "Zal massief (niet poreus) papier ook water opnemen? (zoals schrijfpapier)".

De belangrijkste aktiviteit van de "instructie werkvragen" is: de leerlingen aanzetten om hun vragen zo om te vormen dat ze weten wat ze moeten doen om het antwoord te vinden (met een proef: werkvragen; een beroep doen op de kennis van anderen: opzoekvragen).

Ons gaat het vooral om vragen zoals genoemd in 2. Je ziet echter dat vragen zoals 1, 3 en 4 omgevormd kunnen worden tot operationale vragen. Het is ons gebleken dat het samen met leerlingen omvormen van vragen tot werkvragen het leukste en het belangrijkste is. Ze zijn daarvoor het meest gemotiveerd!

Ons is ook gebleken dat leerlingen uit deze klas goed kunnen leren wat operationele vragen zijn en dat de meeste ze kunnen leren stellen. In het artikel in bijlage D2 staat dat dit ook bij lagere-school-leerlingen kan.

WERKVRAGEN STELLEN - LESVERLOOP

De lessen zoals ze hieronder staan zijn ver uitgewerkt omdat ze gebruikt zijn bij het onderzoek in verschillende klassen en er een vergelijking gemaakt moest kunnen worden.

Dit is nadelig in de zin dat alles vastligt; maar voordelig in de zin dat de bedoelingen duidelijk worden.

Les 1

0.00 min. Welkom, begin van de les

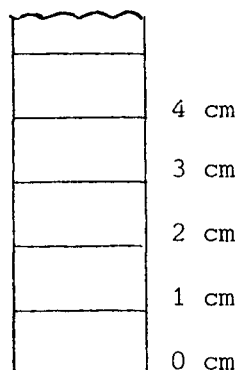
0.05 min. Vertellen over de bedoeling van de les en kort het tijdschema van deze les op het bord laten zien, zodat leerlingen weten wat ze kunnen verwachten.

Op elke bank of tafel staat een bekerglas eventueel gevuld met water, een statief met klem. Verder liggen er één of twee strookjes papier van $\pm 5 \times 20$ cm. (Het soort papier dat je vaak vindt in toiletten om je handen te drogen: probeer het uit!). Verder is er per groep een lineaal, een potlood, een horloge/stopwatch en schrijfpapier.

0.10 min. Aan de leerlingen vertellen wat ze moeten doen. Ze krijgen zinnen te horen als: Straks steek je het papier in het water en dan zie je het water stijgen. Om daarover gegevens te krijgen moet je op je vel schrijfpapier de volgende tabel maken.

tijd (min.)	stijghoogte (cm)
0	0 cm
$\frac{1}{2}$	
$1\frac{1}{2}$	
2	

En op het papiertje dat je in het water steekt moet je de volgende cm-verdeling maken



Straks hang je het papiertje aan statief en statiefklem en steek je het papier in het water tot het waternivo precies op nul staat, je meet de tijd op en je begint de tabel in te vullen.

Verder doe je het volgende: over alles wat je ziet en niet begrijpt en over alles wat je weten wilt, stel je een vraag.

WERKVRAGEN STELLEN - LESVERLOOP

Je moet proberen zoveel mogelijk vragen te stellen en je moet niet bang zijn een vraag een stomme vraag te vinden. Alle vragen zijn goed. (Dit benadrukken!)

Deze vragen schrijf je op je papier naast je tabel.
(Het opschrijven is nodig omdat leerlingen er de volgende les verder mee moeten.)

- 0.15 min. Leerlingen voeren het experiment uit. Groepen niet groter dan 2 of 3 leerlingen. De leraar loopt rond en stimuleert de leerlingen vragen te stellen en ze op te schrijven.
- 0.30 min. Eind experiment, spullen weg.
- 0.31 min. De leraar geeft de leerlingen de volgende opdracht: "Zet een streep op je papier onder wat je tot nu toe gedaan hebt.
Probeer van alle vragen die jij tot nu toe hebt opgeschreven die vragen aan te geven, die jij naar jouw idee zelf met behulp van een experiment zou kunnen beantwoorden.
Je mag je vraag eventueel veranderen, schrijf die verandering op. Je mag er ook nieuwe vragen bij bedenken, schrijf die ook op.
Als je tijd hebt kun je één (of meer) van je uitgekozen vragen oppakken en aangeven hoe dat experiment er dan uit zou zien."
- 0.45 min. Einde opdracht, innemen van de bladen (of leerlingen bewaren ze). *functie?*
- Huiswerk: - Geef van 2 van de vragen die je met een experiment kan beantwoorden aan hoe dat experiment eruit zou zien.
- Geef van 2 van de vragen, die je niet met een experiment kan beantwoorden aan waar je zou moeten zoeken of wie je zou moeten vragen om het antwoord te krijgen.
- 0.50 min. Einde les.

Les 2

- 0.00 min. Welkom, begin van de les
- 0.05 min. Vertellen over de bedoeling van deze les. Leerlingen krijgen zinnen te horen als: Vorige les hebben jullie een experiment gedaan en daar vragen over gesteld. Daarna hebben jullie de vragen uitgekozen die je naar jullie idee zelf zouden kunnen beantwoorden door er een experiment over te doen.
Deze les gaan we verder en we gaan kijken welke vragen ieder heeft bedacht en welke daaruit zijn gekozen. Daarna gaan we kijken wat we daarvan kunnen leren.
- 0.10 min. Vragen inventariseren op het bord (of flap).
De eerste groep vertelt welke vragen ze gevonden hadden (alle vragen uit het 1e deel van de 1e les, boven de streep). De

WERKVRAGEN STELLEN - LESVERLOOP

- langzaam*
- tweede groep vult het aan. De derde groep evenzo. Wellicht is een klustering makkelijk. Zie daarvoor een voorbeeld in bijlage D3.
- 0.25 min. Een moraliserende opmerking zou kunnen zijn: "moet je eens kijken wat er bij zo'n eenvoudig experiment wel allemaal niet te zien en te bevragen is". Nu volgt een klassediskussie waarbij die vragen geselecteerd worden die met behulp van een experiment te beantwoorden zijn. Ga daartoe alle vragen na en zet een sterretje bij die vragen die volgens de klas operationeel zijn. (Gebruik dat woord niet, wij noemen die vragen later "werk-vragen"). Hierbij kan herinnerd worden aan het tweede deel van de vorige les (na de streep) en aan het huiswerk. Besteed ook aandacht aan de "waarom-vragen". Veel van deze vragen kunnen zo worden omgebouwd dat duidelijk wordt waar de leerlingen zelf het antwoord kunnen opzoeken (opzoekvraag) of zelfs worden omgebouwd tot werkvragen. Toen wij dit met onze groep leerlingen deden, gebeurde er iets interessants: De vraag "waarom valt het papier niet uit elkaar?" en de vraag "waarom gaat het op het laatst langzamer?", werd door het gros van de groep als niet-operationeel bestempeld. Er waren twee meisjes die deze vraag wel onderzoekbaar vonden. Zij hebben bij ons de kans gekregen dat onderzoek ook uit te voeren en toen bleek dat ze eigenlijk de vraag bedoelden "zal het papier uit elkaar vallen als het doornat is?" De tweede vraag werd door hen later omgevormd tot "zuigt het ene papier sterker dan het andere papier?"
- Op blz. 2 van het artikel "operationele vragen stellen" (bijlage D2) wordt zoiets ook gesteld, namelijk dat leerlingen eigenlijk een andere vraag bedoelen dan die ze feitelijk stellen.
- TIP: Bij het omvormen van een vraag tot een werkvraag helpt het vaak om je de vraag te stellen: "Wat kan ik veranderen aan de proef, zodat ik dat te weten kom?" Veel leerlingen komen dan ineens op het spoor!
- Na deze ronde is het goed bij een of twee operationele vragen te bekijken hoe je die experimenteel zou kunnen onderzoeken: wat heb je nodig, hoe zou je 't doen? Leraren die leerlingen in staat willen stellen een vraag ook werkelijk uit te zoeken zullen nog 1 les moeten plannen of ze zullen leerlingen zo'n werkvraag moeten laten "bewaren" om later te gebruiken als "onderzoek". Wateronderzoek 10 ("Hoe smaller hoe hoger") biedt daarvoor een aanknopingspunt.

WERKVRAGEN STELLEN - LESVERLOOP

0.45 min. Samenvatting:

Leerlingen zouden iets moeten horen als: Jullie hebben gezien dat je je tijdens experimenten veel vragen kunt stellen en je hebt ook gezien dat er vragen bij zijn, die je zelf met behulp van een proef kunt onderzoeken. In de natuurkundeles krijg je vaak je kans zelf iets uit te zoeken.

De bedoeling van deze 2 lessen is dat je geleerd hebt hoe je vragen kunt stellen die je zelf aan kunt.

Bij deze samenvatting kunt u gebruik maken van het stukje over "leren vragen stellen" op blz. 11 en 12 van het thema-boek.

DE ORIENTATIE OP THEMA EN WERKWIJZE

In het begin van deze lessenserie zult u, denken wij, met de leerlingen tenminste aandacht moeten besteden aan de volgende drie punten: de inhoud van het thema, het lessenplan en de beoordeling. Het is misschien beter een en ander pas ter sprake te brengen na de instructie "werkvragen stellen".

1. DE INHOUD VAN HET THEMA

Voor een orientatie op de inhoud van het thema kunt u een klassegesprek over bladzijde 5 van het themaboek houden.

U kunt het klassikale gesprek afwisselen door kort in praatgroepjes de voorbeelden van wat ze al weten over water aan te laten vullen.

Probeer te bereiken dat de leerlingen zin krijgen om te gaan beginnen. Pas ervoor op geen valse verwachtingen te wekken. Bedenk dat er in dit soort gesprekken een moment komt waarin de motivatie alleen gespannen blijft als er wordt begonnen!

2. HET LESSENPLAN

Hiervoor is het handig als u het lessenplan in groot formaat in de klas ophangt.

U kunt op het lessenplan data invullen en het kort bespreken. De leerlingen weten dan steeds hoeveel tijd ze ergens voor hebben. Aan de hand van het lessenplan bespreekt u met de leerlingen wat ze ongeveer moeten doen in elk van de periodes van het lessenplan. Hoe dat lessenplan ingevuld wordt kunt u met de klas bespreken aan de hand van blz. 6 t/m 10 van het themaboek, tenminste, als u voor de daarin geschetste opzet kiest (er zijn natuurlijk vele andere uitstekende mogelijkheden).

3. DE BEOORDELING

Hierover vertelt u of er een proefwerk komt, en over welke stof. U kunt duidelijk maken dat er bij "Werken met Water" doelen zijn die *voor iedereen* gelden. Dit zijn de doelen die horen bij bepaalde wateronderzoeken, bij demonstraties en bij de oefening werkvragen stellen. En dat er verder doelen zijn die *per groep* gelden. Voor een orientatie op die doelen kunnen de bladzijden 13 en 14 van het themaboek gebruikt worden. Zie verder het hoofdstuk "beoordeling" in deze AVOL.

DE AANROMMEL-FASE

1. DE ORGANISATIE VAN HET AANROMMELEN

De plaats van de proeven

De bedoeling is dat de proefopstellingen op één vaste plaats in de klas klaar staan. De voorkeur gaat uit naar wandtafels, de docententafel en/of een tafel in het kabinet, zodat de papieren van de leerlingen droog op de bank blijven. De leerlingen veranderen dan steeds van plaats en het materiaal blijft staan.

De waterbladen

U kunt de waterbladen bij de proefopstelling neerleggen. Sommige docenten zetten alleen de proeven in de klas en verstrekken de waterbladen pas als de leerlingen erom vragen. Dit sluit goed aan bij het idee van aanrommelen. In dat geval moeten de leerlingen niet beschikken over het themaboek, want daarin staan de waterbladen (verkleind) afgedrukt.

De groepssamenstelling

Ofschoon we het gewenst vinden dat leerlingen dingen samen doen, brengt het karakter van "aanrommelen" met zich mee dat er vaak individueel of in tweetallen wordt gewerkt. Bij een vaste groepsamenstelling betekent dit dat leerlingen dus binnen de groep differentiëren.

Binnen de opzet passen ook wisselende, meer toevallig samengestelde groepen: bijvoorbeeld een groepje dat zich vormt doordat een leerling zich voegt bij iemand anders, die al ergens mee bezig is. Als u kleine groepen toelaat heeft dat consequenties voor het aantal opstellingen: u heeft er dan meer nodig.

Als u wisselende groepen toestaat is het belangrijk dat u een systeem heeft waarmee u bij kunt (laten) houden waar iedereen mee bezig is. Dit systeem zal afhangen van de wijze waarop u het doorlopen van de proeven organiseert.

Het doorlopen van de opstellingen door de leerlingen

De gedachte achter de oriëntatieperiode is dat de leerlingen aan verschillende opstellingen rommelen, om zo een variëteit aan belevenissen met water te ervaren.

De leerlingen zijn vrij om te kiezen wat ze willen doen en wanneer, binnen bepaalde grenzen (bijvoorbeeld de beschikbare tijd, het aantal opstellingen e.d.)

Er zullen leerlingen zijn die steeds maar weer een andere opstelling kiezen en zo al rommelend een heleboel eigenschappen van water te weten komen zonder in deze fase al te verdiepen.

(Er zijn leerlingen die na 2 lessen vol trots melden dat ze alle waterbladen hebben gedaan!).

DE AANROMMEL-FASE

Leerlingen kunnen zelf kiezen wat ze willen doen en wanneer.

Dit betekent:

- De oriëntatie-opstellingen zijn in de klas aanwezig. (Als een groep ermee klaar is wordt hij in zijn oorspronkelijke staat teruggebracht, zodat anderen ermee aan het werk kunnen).
- Er is materiaal om verdiepingen te doen aan de hand van zelf-gemaakte werkvragen. De leerlingen weten hoe ze dat materiaal moeten vinden.
- U begeleidt de verschillende "overgangen" zowel administratief (u laat bijhouden waar iemand mee bezig is) als inhoudelijk (u heeft aandacht zowel voor het moment van stoppen en voor het moment van opnieuw beginnen).

Overzicht houden

Om *overzicht* over de klas te houden en een beetje te weten waar iedereen mee bezig is, zijn er verschillende oplossingen waaruit u kunt kiezen.

- u vraagt elke leerling (of elk groepje) u aan het eind van elke les te vertellen wat ze de volgende keer gaan doen. Op elk moment dat ze hun plannetje veranderen zeggen ze dat tegen u. U houdt dit bij op kaartjes of op een stuk papier.
- U hangt een flappapier aan de wand met de namen van alle leerlingen langs één as en de lessen langs de andere. U vraagt de leerlingen daarop steeds in te vullen wat ze gaan doen en/of gedaan hebben. Dit systeem heeft wat meer flexibiliteit maar vraagt wat meer discipline.
- U vraagt de leerlingen zelf aan te tekenen wat ze doen en bekijkt dat pas naderhand.
U kunt daarvoor een stencil uitdelen waarin de gemeenschappelijke aspecten van het lessenplan door u zijn ingevuld en waarop de leerlingen de rest invullen.

Om ervoor te zorgen dat leerlingen weten welke proeven wel en welke proeven niet "bezet" zijn, kunt u eventueel ook werken met een soort kaartsysteem. Voor de klas liggen kartonnetjes met de nummers van de proeven erop. Er zijn evenveel kartonnetjes als er proeven zijn. Als leerlingen een proef doen, pakken ze een nummertje en de andere leerlingen weten dat die proef bezet is en kunnen aan een andere proef gaan werken.

2. DE ROL VAN DE LERAAR

Helpen bij verdergaan

Probeer bij het moment van verder gaan de leerling zelf te laten zeggen wat hij heeft gedaan en hoe hij dat heeft beleefd en help hen met suggesties die daarop aansluiten: "Weet je wat jij moet doen, probeer eens een werkvraag te stellen over de stevigheid van water, bespreek die dan even met me en ga die daarna uitzoeken. Ik ben benieuwd wat je daarvan vindt" (voor de leerling die oppervlakte-

DE AANROMMEL-FASE

spanning heeft gedaan en vraagt hoe dat nou komt), of: "Vond je het niet zo leuk? Misschien was het teveel gepuzzel. Heb je "een gat in de waterleiding" al gedaan? Dat gaat veel gemakkelijker". (voor een leerling die "in het water kijken" moeilijk vond). Het lijkt ons erg belangrijk dat u de mogelijkheden van het thema erg goed kent. Dit kan u helpen de fase waarin de leerlingen hun draai moeten vinden en zo maar wat doen zo kort mogelijk te houden. Als u de mogelijkheden voldoende kent kost het u niet veel tijd om alle leerlingen op hun spoor te kunnen zetten!

Technische vragen beantwoorden

De leerlingen zullen u wel overvallen met allerlei soorten vragen. Het lijkt ons belangrijk dat u een onderscheid probeert te maken tussen vragen die een technische en organisatorische oplossing hebben (over materiaal, hoe iets moet e.d.) en vragen die te maken hebben met wat ze aan het leren zijn. Probeer in elk geval de technische en organisatorische vragen - meestal vragen over hoe ze iets moeten doen - *kort en zakelijk* te beantwoorden.

Praten over de stof

Probeer de *technische termen* in gesprekken over de stof te vermijden. Moedig de kinderen aan woorden te ontwikkelen en te gebruiken uit hun eigen woordenschat - woorden zoals zij ze hebben gebruikt in de werkbladen: "stevigheid", "bij elkaar houden", "zwaarte" enz. Er is op dit niveau geen behoefte aan wetenschappelijke uitdrukkingen als "oppervlaktetenspanning", "cohesie", "soortelijke massa". De taal van de leerlingen is kleurrijker en in elk geval betekenisvoller voor hen.

3. AFSLUITING

Als afsluiting van een waterblad maken de leerlingen een kort verslag van wat ze gedaan en gezien hebben en beantwoorden ze een eindvraag. Aangezien de essentie van het aanrommelen het *doen* is en het voor veel leerlingen een hele stap is om dat onder woorden te brengen, hoeven aan de verslagen geen hoge eisen gesteld te worden. Het is wel nodig dat er korte verslagen gemaakt worden omdat het formuleren van wat er gedaan is een eerste stap is om van het "handelend" niveau naar een "verklarend" niveau te komen. Het zal duidelijk zijn dat de ene leerling daarin verder kan gaan dan de andere. Sommige leerlingen kunnen in de aanrommelfase al zo ver zijn dat ze werk vragen over hun proef kunnen stellen en uitzoeken. Het lijkt ons echter niet goed om dat van alle leerlingen te verwachten. Dat komt wel na de "pas op de Plaats" (zie blz. 25 e.v.).

HET VERSLAG EN HET WATERBOEK

Het maken van een geschreven verslag hoort eigenlijk niet bij "aanrommelen". De waarde zit hem immers in het hanteren van de proefopstelling zelf en het praten daarover. Toch voelt u wellicht de behoefte iets te laten neerslaan van de activiteiten in de aanrommelfase. In onze opvatting is het voldoende als u aan de inhoud van een verslag ten aanzien van de *aanrommelfase* de volgende eisen stelt:

1. de titel of de naam van de proef staat erin;
2. er staat kort waar de proef over gaat;
3. er staat een tekening van de proefsituatie;
4. er staat in eigen woorden wat er is gedaan, gezien en beleefd;
5. er staat in eigen woorden welke vragen je, achteraf gezien, door te spelen met de proef-opstelling hebt beantwoord.

Natuurlijk staat het leerlingen die naar aanleiding van de proef gekomen zijn tot conclusies of tot werkvragen vrij om deze ook te vermelden, maar dat is dan extra. Voldoende is als voldaan is aan de eisen 1 tot en met 5.

Het lijkt ons gewenst als u de verslagen na 2 lessen "aanrommelen" inneemt en bekijkt zodat u van elke groep op de hoogte bent van hun vorderingen (zie ook verder bij "Pas op de Plaats"), zodat u een idee hebt welke leerlingen wat voor vragen - uit zich zelf - stellen. Ten aanzien van de proef of proeven in de *onderzoeksfase* moet in het "waterboek" van een of meer onderzoeken uitvoeriger verslag worden gedaan. Naast de punten 1 t/m 5 kan dan bijvoorbeeld worden toegevoegd:

6. er staan tenminste drie nieuwe werkvragen of opzoekvragen voor een vervolgonderzoek. Minstens één werkvraag is uitgewerkt;
7. er staat in wat je daarvoor gaat doen, wat je nodig hebt en waarom;
8. de waarnemingen zijn genoemd;
9. als het mogelijk is, is er een conclusie of een resultaat vermeld van het onderzoek en is aangegeven of het onderzoek antwoord heeft gegeven op de gestelde vraag;
10. tenslotte wordt een korte samenvatting van de bijbehorende leestekst gegeven.

DE PAS OP DE PLAATS

1. INLEIDING

Zoals u hiervoor al hebt kunnen lezen, zijn er vaak leerlingen die aan het aanrommelen blijven, terwijl er anderen zijn die snel met een gerichtere bezigheid starten.

De leerlingen zijn dus weer op heel verschillende manieren bezig, anderen blijven heel lang naar een verschijnsel kijken of blijven er mee spelen enz. Duidelijk is in ieder geval dat iedere leerling een eigen manier van bezig zijn, van werken, van leren heeft. Iedere leerling heeft zijn eigen methode van kennis verwerven.

Als leraar is het onmogelijk om iedere leerling apart te benaderen, hem bewust te maken van zijn methode en hem daarin verder te helpen. Dat lukt niet door tijdgebrek en ook door het feit dat niet iedere leerling elke leraar evenveel aanspreekt: heel vaak voel je als leraar niet precies aan wat je met een bepaalde leerling aanmoet. Daarom is er in het lessenplan een les als "Pas op de Plaats" ingelast. In deze les oefent u het stellen van werk vragen aan één of meer van de proefopstellingen van de waterbladen die de meeste leerlingen dan dus al kennen. U zult begrijpen dat zo'n klassikale les geen oplossing voor alle problemen is! De grote verscheidenheid aan manieren van werken die er in een klas voorkomt, blijft natuurlijk bestaan. Regelmatige begeleiding in de groepen is de enige manier om met die diversiteit om te gaan. Het met de groepen zelf doorpraten van hun werkwijzen en vorderingen blijft onmisbaar (zie de AVOL van "Een Eerste Verkenning" voor enkele suggesties voor groepsbegeleiding).

2. EEN VOORBEELD

Een klassikale bespreking van werk vragen aan de hand van één of twee van de proef-opstellingen kan heel wat leerlingen een start in de goede richting geven. Hieronder staat één voorbeeld, zoals die aan de Chr. Mavo in Putten is toegepast:

Onderwerp uit waterblad 6 "De stroombak".

Stroombak voor de klas opstellen. Elke leerling of elk groepje leerlingen moet vier vragen stellen naar aanleiding van die stroombak. Een aantal vragen zetten we op het bord en bespreken klassikaal wat "zelfwerkzame" en wat "onzelfwerkzame" vragen zijn.

Voorbeelden:

"onzelfwerkzame" vraag:	Waarom loopt het water op de ene plaats veel sneller dan op de andere?
"zelfwerkzame" vragen:	Wat gebeurt er als je een versmalling in de bak aanbrengt?
	Wat gebeurt er als je water ondieper maakt?
	Wat gebeurt er als je de goot schuiner zet?
	Wat gebeurt er als je aan één of aan beide kanten kribben aanbrengt?

Als huiswerk kunt u opgeven dat de leerlingen bij één of meer van de proeven die zij zelf gedaan hebben minstens 2 "onzelfwerkzame" en minstens 5 "zelfwerkzame" vragen verzinnen. Aan de hand van het "waterboek" zullen ze zich die proeven kunnen herinneren.

DEMONSTRATIES

De demonstraties zijn in het lessenplan "Werken met Water" aan het eind geplaatst, omdat het zo mogelijk wordt gemeenschappelijk aandacht te besteden aan het beoordelen van een demonstratie.

Een bijzonderheid van demonstraties is dat het over een onderwerp gaat dat niemand anders in de klas heeft gedaan. Laat de leerlingen zich goed oriënteren als ze een demonstratie kiezen: sommige demonstratiebladen zijn meer gericht op proeven doen, andere op literatuuronderzoek of film. Het is dus niet alleen het onderwerp dat de keuze bepaalt maar ook de manier van bezig zijn die het demonstratieblad suggereert.

Over de opzet van de demonstraties volgen we hier in grote lijnen het voorstel van Hai Verstappen (S.G. Bemmél).

De doelstellingen

De concrete opdracht die een leerling tijdens "Werken met Water" krijgt is: bereid samen met anderen een proef voor en demonstreer deze aan de klas. Je medeleerlingen zullen de demonstratie beoordelen. Om deze opdracht uit te kunnen voeren, moet de leerling een aantal vaardigheden bezitten:

- samen met de anderen iets doen: hij moet deelnemen aan de werkzaamheden en deze niet over laten aan de anderen. De leerling moet dus in een groep kunnen functioneren. De betekenis voor de leerling is: hij moet op elk moment van de voorbereiding en de demonstratie kunnen vertellen hoe ver de groep is, wat de groep gedaan heeft, enz. Deze vaardigheid noemen we samenwerking.
- demonstreren: de groep moet aan anderen duidelijk kunnen maken, wat ze hebben gedaan en gevonden, ze moeten leerresultaten kunnen overdragen. Deze vaardigheden noemen we overdracht.
- beoordelen: de leerling moet aan de hand van onderscheiden criteria een demonstratie kunnen beoordelen en zijn beoordeling kunnen toelichten. Deze vaardigheid noemen we kritische instelling.

De oriëntering

Het zou onjuist zijn deze vaardigheden van een leerling te eisen zonder hem hierop duidelijk voor te bereiden. De oefening van deze vaardigheden bezit een lange en een korte termijnplanning.

De lange termijn voorbereiding

Tijdens "Een Eerste Verkenning" houden de leerlingen een eerste demonstratie. Deze heeft als doel hen bekend te laten worden met de situatie van het voor de klas staan, een ervaren van de zich voordoende problemen enzovoorts.

De leerlingen vertellen kort wat ze hebben gedaan. Er wordt in een klassegelsgesprek geevalueerd met de uiteindelijke doelen in het achterhoofd.

Tijdens "Mensen en Metalen" organiseerde de leerlingen de TOM. Hier wordt onder meer de overdrachtsfunctie benadrukt. De overdracht vindt

DEMONSTRATIES

plaats doordat de groepjes proefwerkvragen maken en de antwoorden daarop. Daarna vindt op een soort markttuitwisseling plaats. Bovendien waarderen de leerlingen elkaar op vormgeving en overdracht door bij elke opstelling een aantal vragen te beantwoorden, die op stencil zijn gezet door de docent.

Elke groep bepaalt welke dingen zij belangrijk vindt voor de rest van de klas om voor het proefwerk te leren.

In elk thema werken de leerlingen in groepjes, waarbij telkens de samenwerking benadrukt wordt. Op het einde van elk thema wordt dit door de leerlingen zelf geëvalueerd door een vragenlijstje in te vullen.

De korte termijn voorbereiding

In het kader van het thema "Werken met Water" wordt in een korte inleiding de leerlingen de opdracht uitgelegd. De leerlingen gaan dan in groepjes de volgende vraag beantwoorden: Welke dingen zijn bij een demonstratie belangrijk? Het resultaat van deze brainstorm wordt op het bord gezet. In een klassediscussie wordt dan bepaald op welke zaken men uiteindelijk zal gaan letten. Bovendien wordt door handopsteken de gewichtsfactor bepaald. Daarna gaan de leerlingen zich voorbereiden op hun demonstratie met deze dingen in hun achterhoofd.

De normen die gehanteerd zijn, verschillen per klas.

Twee voorbeelden zijn:

Een tweede klas havo:

Achter elke vraag staat het maximaal toe te kennen aantal punten (de gewichtsfactor).

1. kan ik alles goed zien (10)
2. snap ik wat ze vertellen (10)
3. versta ik wat ze zeggen (10)
4. doet ieder lid van de groep iets (10)
5. begrijpen ze het zelf (10)
6. beantwoorden ze de gestelde vragen goed (10)
7. is het geheel goed verzorgd (10)
8. is er veel werk voor gedaan (10)

Een tweede klas atheneum

1. begrijp je wat ze vertellen (10)
2. versta ik wat ze zeggen (5)
3. kan ik alles goed zien (5)
4. begrijpt de groep het zelf (10)
5. blijft het interessant (5)
6. doet iedereen iets (10)

De werkwijze

In maximaal drie lessen worden alle demonstraties gehouden. Na afloop van elke demonstratie gaat elke leerling apart de demo beoordelen op de gekozen normen.

Daarna is er een korte klassediscussie over de demo.

DEMONSTRATIES

Het cijfer

Na afloop van alle demonstraties bepaalt de docent welk cijfer hij zou geven voor de beste demonstratie. De groep met de hoogste score krijgt dit cijfer. De docent berekent ook de standaarddeviatie van alle scores (SD). Het cijfer dat elke groep krijgt wordt dan als volgt berekend:

$$\text{cijfer} = \text{maximumcijfer} - \frac{\text{max. score} - \text{groepsscore}}{\text{SD}}$$

De evaluatie

Hoe kan de leerling nagaan of hij iets van de demonstratie heeft geleerd?

Er zijn een aantal voor de docent waarneembare evaluatie-momenten, maar ook een aantal waar de docent weinig van kan zien.

De korte klasse-discussie na elke demonstratie geeft leerling (en docent) feedback. Ook de cijfers die uiteindelijk gegeven worden, zijn voor beiden waarneembaar. Waarschijnlijk evalueert de leerling echter meer: hij kan zichzelf vergelijken met de anderen, hij praat met anderen over de demo, hij kan zijn eigen waardering vergelijken met de uiteindelijke cijfers enzovoorts.

Voor de leerling kan zo'n eenmalige terugkoppeling wel belangrijk zijn. Het verhoogt zijn zelfkennis en geeft hem mogelijkheden zijn vaardigheid verder te ontwikkelen.

DE SAMENVATTING

Veel leraren en leerlingen vinden het prettig als na alle activiteiten enkele leerstofaspecten nog eens op een rijtje worden gezet. Het is erg belangrijk dat u laat zien dat het thema "Werken met Water" meer heeft opgeleverd dan alleen enkele begrippen. Doet u dat niet dan zullen uw leerlingen bij het volgende thema wachten op de samenvatting: dat is immers het enige belangrijke! Laat u dus bij uw samenvatting merken dat u ook allerlei gebeurtenissen tijdens het thema van belang vond, bijvoorbeeld door er steeds naar te verwijzen.

De samenvatting zou ons inziens de volgende elementen moeten bevatten:

- *Wat is een werkvraag en wat is een opzoekvraag.*
Geen definitie, maar wel van een rijtje vragen over een proef kunnen aangeven wat wel en niet een werkvraag is of hoe je van een bepaalde vraag een werkvraag zou kunnen maken;
- *een samenvatting van de belangrijkste proeven en de conclusies daaruit.* Wij adviseren u deze proeven in het lokaal te zetten en ze (gedeeltelijk) nog eens uit te voeren. U herinnert aan de gang van zaken en aan de waarnemingen en helpt de waarnemingen goed te verwerken en eventuele conclusies te trekken.

Besteedt in elk geval aandacht aan de conclusies die het gevolg zijn van in de klas uitgewerkte werkvragen, ook al hoeft niet iedereen die te kennen;

- *Enkele elementen die een goede demonstratie kenmerken.*
Roep nog eens een goed voorbeeld in de herinnering en bespreek de criteria die de klas en die u zelf hebt toegepast. De leerstof van de demonstraties behoeft meestal geen samenvatting; dat gebeurt veelal bij de demonstratie zelf.

DE BEOORDELING

In 1979 is er door Frans Mulder, SOL-student, een inventarisatie gemaakt van de beoordelingsinstrumenten die in de cursus 1977 door 9 leraren gebruikt zijn. We nemen hierachter stukken van zijn verslag op met de vragen die hij wilde onderzoeken. Deze kunt u dus overslaan of, als u ze uitdagend genoeg vindt, proberen te beantwoorden.

Een overzicht van de diverse beoordelingsinstrumenten van de 9 leraren.

beoordelingsinstrument	leraarnummer								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
proefwerk	(x)	(x)	(x)	(x)		(x)	(x)	(x)	(x)
5) werkbladen nakijken		(x)	x						
waterboek				(x)		(x)	(x)	(x)	(x)
demonstraties	x	x	x	(x)			(x)	(x)	x
gesprek in groepjes		x	x		(x)				x
proefwerkvragen maken door leerlingen							x		
flap met vorderingen						x		x	

Met rondjes is aangegeven welke beoordelingsinstrumenten het eindcijfer bepaalden. De niet omcirkelde beoordelingsinstrumenten telden dus of niet mee of zorgden voor de afronding van het cijfer. Ik zal systematisch naar de verschillende beoordelingsinstrumenten en hun gebruik kijken. Telkens zal ik enkele vragen en conclusies formuleren.

- A. Het *proefwerk*. Zoals ook in de tabel is te zien, is het proefwerk verreweg het meeste gebruikt bij de beoordeling. Alleen leraar 5 heeft dit niet gebruikt. Hoe het proefwerk gegeven werd en wat de eisen waren hing nauw samen met de gevolgde werkwijze. De meeste leraren kozen voor een *gedifferentieerd* proefwerk, dat wil zeggen een proefwerk waarbij elke leerling of groep leerlingen alleen de vragen maakte welke gingen over de door hem of de groep gedane stof.

5) De toen gebruikte versie van "Werken met Water" bestond uit 23 werkbladen waarop de antwoorden ingevuld konden worden.

DE BEOORDELING

Enkele leraren (2, 3 en 4) stelden ook vragen over de demonstratiewerkbladen. Een leraar liet zijn leerlingen als deel van het leerproces zelf vragen voor het proefwerk samenstellen.⁶⁾

Er is een verschil in tevredenheid van de leraren over het proefwerk als beoordelingsinstrument. De ene leraar vindt het een goed maar eenzijdig middel om kennis te toetsen, maar een andere leraar merkt op dat hij zelf eigenlijk niet zo goed weet wat hij met het cijfer aan moet. Hij denkt echter dat het de leerlingen blijkbaar voldoening geeft om af en toe een proefwerk en een cijfer te krijgen.

Bij velen was het proefwerk het belangrijkste. Bij enkelen zelfs het enige waarop het eindcijfer van de unit was gebaseerd. Naar mijn mening heeft het proefwerk vorig jaar ook andere functies gehad dan beoordeling. Sommige leraren gaven aan het te gebruiken om de leerlingen te motiveren aan het werk te gaan, of goed op te letten ("let goed op bij de demonstraties, er worden vragen over gesteld op het proefwerk"). In alle bekeken gevallen was het proefwerk afgesproken, niemand heeft het proefwerk gebruikt om onverwacht de kennis van leerlingen te testen.

Conclusies en vragen.

1. Het proefwerk was het meest gebruikte beoordelingsinstrument. Bovendien had het in alle gevallen duidelijke consequenties.
2. Het proefwerk geeft leraar en leerlingen vaak een stuk zekerheid over inhoudelijke dingen over water.
3. Wat voor invloed heeft het op het leergedrag van leerlingen als het proefwerk wordt gebruikt om leerlingen te motiveren?

- B. *Ingevulde werkbladen en waterboek.* Zoals in de AVOL ook wordt gesuggereerd laten veel leraren hun leerlingen een waterboek maken. Bij twee leraren bestaat dit uitsluitend uit de ingevulde werkbladen. Vier leraren vragen hun leerlingen echter een soort verslag te maken waarin de werkbladen (eventueel verknipt) verwerkt zijn. Ook kunnen er kranteknipsels en stukken uit de leesteksten in, enz. In alle gevallen telde het waterboek volledig mee in de bepaling van het eindcijfer. Meestal werd op inhoud en op vormgeving beoordeeld. Leraar 8 geeft daar dan bijvoorbeeld ook aparte cijfers voor. Leraar 4 geeft aan zelf erg veel moeite te hebben gehad met zijn beoordeling van de waterboeken ("te subjectief"). In bijna alle gevallen werd het waterboek uitsluitend door de leraar beoordeeld. Alleen leraar 7 heeft in één klas een klaswaterboek laten maken. De afzonderlijke bijdragen hiervoor werden door een leerling beoor-

⁶⁾ Voor voorbeelden van proefwerkopgaven zie bijlage D5.

DE BEOORDELING

deeld. Overigens was in alle andere gevallen het waterboek een individuele zaak, dat wil zeggen: ieder maakte een eigen waterboek.

Een aantal leraren hebben het waterboek halverwege ingenomen (8 en 9). Dit gebeurde niet om te beoordelen, maar om eventueel bij te sturen. Leraar zes heeft dit niet gedaan, maar zegt dit het volgende jaar wel te willen.

Uit de enquêtes en ook uit de logboeken is mij gebleken dat veel leerlingen enthousiast aan het waterboek hebben gewerkt. Het was een kans om ook eens op een andere manier te laten zien wat ze konden. Ongetwijfeld waren er ook leerlingen die het maken van een waterboek niet zo leuk vonden en meer zagen in het proefwerk. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat sommige leraren eisten dat het waterboek voortdurend werd bijgehouden.

Conclusies en vragen.

1. Door het waterboek als beoordelingsinstrument te gebruiken geeft de leraar zijn leerlingen de kans andere vaardigheden zoals creatieve, van zichzelf naar voren te brengen.
2. Het meerdere malen innemen van het waterboek gedurende de unit heeft als voordeel dat er voortdurende controle en eventuele bijsturing kan plaatsvinden. Een nadeel is dat leerlingen nu voortdurend de spanning van het beoordelen voelen en er daardoor mogelijk met minder plezier aan werken.
3. Is het niet logischer om een groep die een tijd heeft samengewerkt en dat tot een bepaald resultaat is gekomen, ook gezamenlijk een waterboek te laten maken?

C. *Demonstraties.* Bij bijna alle leraren werden aan de hand van de demonstratiewerkbladen, demonstraties gehouden. Een groepje leerlingen moest zo'n demonstratie voorbereiden en uitvoeren.

Meestal werd de indeling hiervan aan het begin van de unit vastgesteld. De demonstratie was eigenlijk het enige veelgebruikte beoordelingsinstrument, waarbij ook de leerlingen bij de beoordeling werden ingeschakeld.

Een leraar hield alleen een gesprek, na afloop van de demonstratie, ter bewustwording van de beoordelingsaspecten (leraar 2). Andere leraren (4, 7, 8, 9) hadden een procedure bedacht waarbij de leerlingen het cijfer bepaalden. Een mogelijkheid daarbij was om leerlingen gewoon aan het hele groepje een cijfer te laten geven, al of niet volgens tevoren vastgestelde criteria. Maar ook kwam voor dat elk groepje uit de klas een bepaald facet van de beoordeling voor zijn rekening nam. Bovendien laat leraar 7 het groepje dat de demonstratie verzorgt, zichzelf becijferen.

Alleen de leraren 4 en 7 laten het zo verkregen cijfer ook werkelijk meetellen voor het eindcijfer. Veel leraren geven aan niet zo goed te weten wat met de beoordeling aan te moeten. Leraar 1 en 3 zeggen dat erg moeilijk was gebleken de demonstraties te beoordelen, uit de enquêtes van de leraren 8 en 9 zou je hetzelfde kunnen halen.

DE BEOORDELING

Conclusies en vragen.

1. Demonstratie is een beoordelingsinstrument dat als het ware uitnodigt om leerlingen bij de beoordeling in te schakelen. Veel leraren zitten wel met het probleem hoe ze dat moeten doen en wat voor consequenties ze eraan moeten verbinden.
 2. Als voordeel voor het feit dat demonstratiebeoordeling door leerlingen ook duidelijke consequenties heeft voor het eindcijfer, zie ik dat de leerlingen zien dat hun beoordeling ook serieus wordt genomen. Een nadeel is misschien dat leerlingen bang zijn harde uitspraken te doen als er duidelijke consequenties aan vast zitten, met als resultaat dat er alleen zessen en zevens uitkomen.
 3. In hoeverre is het waar dat leerlingen het onprettig vinden elkaar te beoordelen? Als het waar is wat zijn dan de oorzaken?
 4. Is het niet noodzakelijk met de klas van te voren te praten en afspraken te maken over de criteria bij de beoordeling?
 5. Leerlingen zouden moeten leren elkaar te beoordelen. Zomaar zonder meer de beoordeling in handen geven van de leerlingen is een te grote stap ineens.
- D. *Gesprekken met groepjes.* Van de overige gebruikte beoordelingsinstrumenten was het hebben van gesprekken met de verschillende groepjes eigenlijk de meest voorkomende en belangrijkste. Zoals in de tabel is te zien had de beoordeling op grond van deze (evaluatie) gesprekken meestal geen duidelijke gevolgen voor het eindcijfer. Behalve voor afronding werd het instrument toch ook nog wel voor andere doelen gebruikt. Zo schrijft één leraar (3) bijvoorbeeld dat hij aan het eind van de tweede klas aanbevelingen doet over het al dan niet kiezen van natuurkunde in de derde. Deze aanbevelingen doet hij vooral op grond van observaties en gesprekken. Uit de enquêtes en de logboeken krijg ik verder de indruk dat in de gesprekken vooral dingen aan de orde komen als: samenwerking, onderlinge taakverdeling, meting van de differentiatie binnen de groep, afspraken maken. Inhoudelijke dingen lijken daarbij dus veel minder besproken te worden. Wel ijver en inzicht (leraar 9).

Conclusies en vragen.

1. De beoordeling op grond van de gesprekken is vooral gericht op sociale en persoonsvaardigheden.
2. De consequenties van deze beoordeling zijn voor de leerlingen meestal niet precies duidelijk.
3. Hoe serieus nemen leerlingen beoordeling op gedragsaspecten, vooral als hij geen duidelijk gevolgen heeft?

DE AFRONDING

Als afronding kan een ontspannen kringgesprek georganiseerd worden. Meer als terugblik dan als een echte evaluatie. Het kan gaan over samenwerking in de groepjes, of het moeilijk was, wat er geleerd is, welke onderwerpen leuk, niet leuk waren, de manier van werken. Ook kunt u uw eigen rol kort bespreken - was uw hulp adequaat, wat vond u moeilijk om te doen, waar had u last van, wat vond u fijn.

DOELEN VOOR LEERLINGEN

Het is de bedoeling dat de leerlingen *tijdens* "Werken met Water"

- met allerlei eenvoudige opstellingen proefjes doen, iets proberen, iets veranderen, om op de hoogte te komen van allerlei verschijnselen die bij water optreden;
- praten over deze verschijnselen en ze, eventueel door de proef nog eens te doen, aanwijzen of benoemen en ze beschrijven in een tekening en/of in woorden;
- aan de hand van één of meer proeven vragen stellen en onderscheiden welke vragen ze zelf kunnen onderzoeken en welke niet;
- leren dat bij het stellen van een vraag ook hoort: wat moet er gedaan worden om het antwoord op de vraag te vinden;
- onderzoekend bezig zijn aan de hand van een zelf gestelde vraag over een proef, om zo iets meer te weten te komen;
- ervaring opdoen met demonstraties, zowel in het voorbereiden en uitvoeren daarvan als in het kritisch beoordelen daarvan

en verder:

- met plezier en met elkaar actief bezig zijn.

Het is de bedoeling dat de leerlingen *na* "Werken met Water"

- zich enkele eenvoudige proeven met water kunnen herinneren met de conclusies daaruit;
- zich een bepaald minimum aan leerstof hebben eigen gemaakt;
- in staat zijn van een aantal vragen over een proef te bepalen welke vragen "werkvragen" en welke "opzoekvragen" zijn. De meeste leerlingen kunnen bovendien een vraag die zich daartoe leent omzetten in een werkvraag;
- in staat zijn enkele factoren op te noemen die van belang zijn bij een demonstratie en enige sterke/zwakke punten kunnen noemen van een zelf gehouden demonstratie.

TOELICHTING MET BETREKKING TOT DE LEERSTOFDOELEN

Voorgesteld wordt een onderscheid te maken tussen proeven die ze zich allemaal kunnen herinneren en proeven die alleen voor bepaalde groepen in aanmerking komen. Tot de eerste behoren ook de demonstraties en een afgesproken set uit de onderzoeksfase.

We stellen de volgende set voor:

1. Leerlingen weten dat water in een poreus papier omhoogtrekt.
2. Leerlingen weten dat voorwerpen die in het water steken, geknikt lijken. Dit hebben ze allemaal gezien.
3. Leerlingen weten dat de oppervlakte van water lichte voorwerpen dragen kan en ze weten dat die draagkracht door zeep toe te voegen kleiner wordt. Dit hebben ze of zelf gedaan of het is ze getoond.

DOELEN VOOR LEERLINGEN

4. leerlingen kennen de volgende regels:
 - hoe dieper onder water, hoe groter de druk
 - druk richt zich naar alle kanten (ook zijwaarts)
 - hoe groter het hoogte-verschil, hoe sneller het water stroomt en hebben minstens één van deze proeven gedaan of gezien.
5. Leerlingen weten dat 1 liter water een massa heeft van 1 kg. Daar valt eventueel aan toe te voegen:
 - ze kunnen een hoeveelheid vloeistof met behulp van een maatglas bepalen (o.a. aflezen);
 - ze kunnen massa's met behulp van een weegschaal bepalen (o.a. aflezen);
 - leerlingen kunnen die 2 uitkomsten op elkaar delen en kunnen uitrekenen wat de massa is van één liter.
6. Leerlingen weten dat hoe meer volume van een voorwerp onder water zit, hoe groter dan de opwaartse kracht (= kracht waarmee het water naar boven duwt), is.
Dit hebben ze zelf ervaren bijvoorbeeld met een wasteil in het bad.
7. Warm water is lichter dan koud water en stijgt dus omhoog.

Van de demonstratiebladen hebben alle leerlingen het volgende geleerd:

- | | |
|--|-------|
| 8. Zout water is zwaarder dan zoet water en als beide in een u-buis staan, zijn de niveau's niet even hoog. | dem 1 |
| 9. Geluid kan zich onder water voortplanten | dem 2 |
| 10. Hoe werkt een CV-systeem in principe | dem 3 |
| 11. Met behulp van stromend water (ten gevolge van drukverschil, zie 4) kan er elektrische stroom opgewekt worden. | dem 4 |
| 12. Hoe rechte en ronde golven ontstaan | dem 5 |

De keuze van de hierboven weergegeven onderwerpen heeft de volgende redenen:

- omdat we ze interessant vonden voor alle leerlingen (doel 1, 3, 6, 9, 10, 12).
- omdat ze later in de cursus terugkomen en dan bekend geacht worden (doel 2, 4, 5, 7, 8, 11).

DOELEN VOOR DE LERAAR

Het is de bedoeling dat de leraar *tijdens* "Werken met Water":

- de doelen die hiervoor voor de leerling genoemd zijn verwerkt in criteria en daaraan afmeet/afweegt of een leerling vordert in de richting van die doelen;
- bijhoudt of bij laat houden wat elke leerling/elk groepje doet gedurende de lestijd en of de leerling vordert in die richting;
- de leerlingen stimuleert bij het doen van de proeven en aan de leerlingen laat merken dat hij belangstelling heeft voor het verloop van hun onderzoekjes;
- de leerlingen stimuleert bij het voorbereiden, uitvoeren en beoordelen van de demonstraties door de leerlingen

en verder:

- met plezier met de leerlingen werkt.

Het is de bedoeling dat de leraar *na* "Werken met Water"

- zin heeft om met de natuurkundelessen verder te gaan;
- van alle leerlingen een indruk heeft waar het de manier van werken, initiatief en gedrag in de groep betreft;
- een paar voorbeelden kan beschrijven van momenten/klasesituaties waarin hij naar eigen indruk goed functioneerde en van situaties waarin hij achteraf gezien anders had willen functioneren.

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

LITERATUUR

In bijlage AV1 is een publikatie van het VEWIN afgedrukt met o.a. een overzicht van brochures en boeken over water.

FILMS, DIA'S E.D.

Voor "Werken met Water" zijn twee PLON-films gemaakt: "golven" en "eb en Vloed". Zie daarvoor de apparatuurgids.

Er zijn geluidsopnamen van gezang van walvissen onder water beschikbaar (zie de apparatuurgids).

In de bijlage AV1 staan enkele films en diaserie's over water besproken.

SAMENWERKING MET HET NBLC EN HET NIAM

In samenwerking met het PLON heeft het NBLC lijsten gemaakt met boeken, dia's, films, tijdschriften artikelen e.d. die bruikbaar zijn als aanvulling op de thema's.

Inlichtingen bij Het Nederlands Bibliotheek- en Lectoraatscentrum

t.a.v. M. Bartling

Taco Scheltemastr. 5

Postbus 93054

2509 AB Den Haag

Tel. 070-264351

Verdere informatie en de adressen vindt u in de AVOL's "Een Eerste Verkenning" en "Bruggen".

In samenwerking met het NIAM heeft PLON-proefschoolleraar Theo Boks een aantal films uitgezocht bij verschillende thema's. Op blz. 39 e.v. vindt u zijn lijst voor het thema "Werken met Water" waarin hij korte omschrijvingen en gebruikssuggesties geeft van enkele toepasselijke films.

INLEIDING

Bij elk PLON-thema is een lijst gemaakt van mogelijk te gebruiken films en/of video-banden, die te verkrijgen zijn bij:

NIAM

Sweelinckplein 33

2502 JK Den Haag

Tel. 070-600924

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

TFC
Arnhemsestraatweg 17
6881 NB Velp (Gld)
Tel. 085-629188

De nummers voor de titels zijn die van het NIAM, staat er achter de titel de opmerking - video - dan betekent dit dat de film ook op video beschikbaar is. De nummers van het TFC zijn achter de titels vermeld.

De volgorde waarin de films/video-banden staan vermeld geven een voorkeur voor het gebruik aan: hierbij dient opgemerkt te worden dat de keuze, bij het nastreven van bepaalde doeleinden niet automatisch op de eerste films/banden hoeft te vallen.

VOOR DE 2e KLAS:

WERKEN MET WATER

1714 Water voor waterland		
1766 Stromend water	(video)	
1777 Lenzen van water		
1742 Hydraulica	(video)	TFC 111143
HA 53 Polderland	(video)	
VC 40411 Windkracht 11	(alleen video)	
1692 Ilulisat - Groenlandse ijsbergen	(video)	
1671 Stromings verschijnselen	(video)	TFC 130950
3135 Wat is water	(video)	TFC 130525
VC 40709 Golven	(alleen video)	
1639 Synthetische wasmiddelen	(video)	

1714 Water voor waterland.
16 mm film-kleur-geluid-21 ming. - 1974

Inhoud:

De film bespreekt de drinkwatervoorziening in Nederland met de daarbij behorende problemen, de verontreiniging van het milieu en de grote hoeveelheden nodig voor de industrie en bevolking. Het waterleiding-bedrijf met zijn watertorens en pompinstallaties en voorraden om pieken in het gebruik op te vangen.

De plannen voor de grote voorraad/spaarbekkens in de Biesbosch en andere moderne oplossingen komen aan het eind van de film in beeld.

Toepassing:

De film geeft een goed beeld van de drinkwatervoorziening in Nederland met zijn problemen en toekomstperspectieven. De film is een aanvulling op de diverse wateronderzoekjes en daardoor wellicht het beste te gebruiken aan het einde van het thema. De toelichting is zeer duidelijk; verdere toelichting is niet nodig, of het moet dienen als een inleiding voor een werkstuk e.d.

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

1766 Stromend water.

16 mm film-kleur-geluid-20 min. - 1976

Inhoud:

De film komt in hoofdlijnen overeen met "Water voor waterland". De aandacht aan het boren naar grondwater, in Oost Brabant, komt in deze film met meer nadruk naar voren.

Toepassing:

Deze is vrijwel identiek aan die van "Water voor waterland". De beide films zijn gelijkwaardig en zeer goed te gebruiken.

1777 Lenzen van water.

Inhoud:

Zie "Een Eerste Verkenning in de Natuurkunde".

Toepassing:

De film is hier te gebruiken om de breking van licht in water te laten zien, wateronderzoek 4.

1742 Hydraulica.

16 mm film-kleur-geluid-20 min. - 1976

Inhoud:

De film toont de "Wet van Pascal" met vele mooie voorbeelden. De toepassingen van dit principe komen te voorschijn bij bijv. de walsen en persen die in staat zijn enorme krachten uit te oefenen. De bekende toepassing in de auto, de remmen, komen eveneens aan de orde. De film geeft op deze manier een beeld uit de praktijk van de veelal abstracte hydraulische pers uit de natuurkunde.

Toepassing:

De film zal als aanvulling bij het onderzoek 5 "met minder kracht meer mans" goede diensten kunnen bewijzen. Bij demonstratie vooraf door leerlingen is het mijn inziens gewenst de leerlingen deze film eerst apart te laten bekijken. De film is ook klassikaal zonder demonstratie zeer geschikt.

HA 53 Polderland.

16 mm film-zwart/wit-strom-10 min.

Inhoud:

De film geeft een historisch overzicht van de strijd tegen het water in de polders. De molen staat hierbij centraal als waterpomp.

Toepassing:

Het is een mogelijk onderwerp, dat te koppelen is aan het wateronderzoek 8, "van laag omhoog".

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

VC 40411 Windkracht 11.

video-kleur-geluid-30 min. - 1977

Inhoud:

Scheepsrampen in de vorige eeuw waren aanleiding voor het oprichten van weerkundige diensten. Het tijdig uitgeven van stormwaarschuwingen is nog steeds één van de belangrijkste taken van het KNMI. De waarschuwingen gelden voor de koopvaardij, de marine en de pleziervaart. Het KNMI geeft ook de verwachting uit voor de golven op de Noordzee. Het getij, eb en vloed, wordt sterk beïnvloed door de storm. Aan het einde van deze "Teleacles" wordt ingegaan op de rampenplannen die gereed liggen.

Toepassing:

Deze video-band is een mogelijke aanvulling bij het onderwerp "Eb en vloed". Het niveau van deze lessen is over het algemeen te hoog voor de leerlingen van de 2e klas mavo. Het totaal beeld is interessant genoeg om de band te gebruiken.

1692 Ilulissat, Groenlandse ijsbergen en gletsjers.

16 mm film-kleur-geluid-19 min. - 1972

Inhoud:

De film geeft een indruk van het ontstaan en de levensloop van de ijsbergen en gletsjers in het gebied rondom en op Groenland, dat zelf voor 80% met ijs bedekt is. De golfstromingen nemen deze ijsbergen mee naar de Atlantische oceaan, waar ze voor het smelten een gevaar vormen voor de scheepvaart. Van de gletsjers laat men de enorme krachten zien die ze uitoefenen tijdens het verplaatsen. De grote hoeveelheden puin en rotsblokken zijn hiervan een duidelijk voorbeeld.

Toepassing:

Deze film is een goede mogelijkheid, samen met de sectie Aardrijkskunde, een indruk te geven van de onmetelijke watervlaktes op de aarde waarbij tevens een aanzet gegeven kan worden voor de "aggregatiestoestanen" waarin water kan overgaan.

1671 Stromings verschijnselen.

16 mm film-kleur-geluid-14 min. - 1972

Inhoud:

De stromings verschijnselen in vloeistoffen en gassen worden in deze film behandeld. De toepassing van deze verschijnselen in de industrie komen uitgebreid aan de orde. In de film komen een groot aantal "technische" begrippen voor, die voor het verklaren noodzakelijk zijn. Door bij een poedervormige vaste stof een gas of een vloeistof te spuiten ontstaat er een mengsel waarvan de stroming overeenkomt met die van vloeistoffen en/of gassen.

BOEKEN EN AUDIO-VISUELE MEDIA

Toepassing:

De film is moeilijk voor leerlingen van de 2e klas, een toelichting vooraf, over wat wel en niet als belangrijk moet worden beschouwd is noodzakelijk.

3135 Wat is water.

TFC 130525

16 mm film-kleur-geluid-21 min. - 1967

VC 40709 Golven.

video-kleur-geluid-30 min. - 1974 (Teleac-natuurkunde)

1630 Synthetische wasmiddelen.

16 mm film-kleur-geluid-16 min. - 1968

Deze laatste drie films zijn minder geschikt daar de onderwerpen die er in behandeld worden niet tot de "natuurkunde-mavo" behoren of te uitgebreid ingaan op de scheikundige reacties, om de verschijnselen te verklaren.

LERARENVRAGENLIJST

We zijn benieuwd naar uw ervaringen met het instructieboek "Werken met Water". Uw opmerkingen, commentaar en ervaringen kunnen wij mogelijk verwerken in de volgende versie van deze AVOL.

Wij zouden het daarom erg op prijs stellen als u onderstaande vragenlijst ingevuld zou willen toesturen naar het PLON

Lab. Vaste Stof
t.a.v. Ton van der Valk
Postbus 80.008
3508 TA Utrecht

Leest u de vragenlijst eerst even in grote lijnen door, dan krijgt u een indruk hoe u de lijst "economisch" kunt invullen, terwijl u toch uw enthousiasme en uw kritiek kwijt kunt.

OVER DE LERAAR EN DE SCHOOL

Naam leraar _____

Naam school _____ Plaats _____

Leservaring natuurkunde: _____ jaar, waarvan _____ jaar met PLON.

In welke klassen hebt u met het thema "Werken met Water" les gegeven?

(leerjaar/schooltype) _____

Hoeveel leerlingen waren dit in totaal? _____ leerlingen

Hoeveel natuurkunde-uren hebt u per week per klas beschikbaar?

ALGEMENE VRAGEN OVER HET ONDERWIJS

Hoe kwam u "Werken met Water" op het spoor?

Kent u andere PLON-thema's ja/nee

Opmerkingen hierover: _____

LERARENVRAGENLIJST

OVER "WERKEN MET WATER"

Had u een amanuensis om u te helpen ja/nee

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de technische voorbereiding
(de proeven e.d.) _____ uur

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de inhoudelijke voorbereiding
(lessenplan, proeven hierin etc.) _____ uur

Opmerkingen hierover: _____

Welke opstellingen heeft u gekozen voor de orientatie-periode?

Heeft u een proefwerk gegeven? ja/nee

Zo ja, wilt u een copie van het proefwerk bijsluiten?

Heeft u materiaal bijgemaakt; in welke vorm dan ook ja/nee

Zo ja, wilt u een copie van dat materiaal bijsluiten?

KRITIEK IN DETAIL

Wilt u steeds positieve en negatieve opmerkingen maken over de
afzonderlijke delen van het materiaal (te lang, te kort, weglaten,
inkorten, te moeilijk, voorstellen voor verbetering, etc.).

A. De waterbladen _____

B. Het themaboek

De inleiding "Werken met Water" _____

De wateronderzoeken _____

De leesteksten _____

C. De demonstratiebladen _____

LERARENVRAGENLIJST

D. AV-media

de film "golven" _____

de film "eb en vloed" _____

de geluidsopname over walvissen _____

E. de apparatuurgids _____

F. de AVOL _____

KRITIEK OP HET TOAALCONCEPT

Welke waterbladen lenen zich goed voor "aanrommelen"? Welke niet?

Welke wateronderzoeken zijn te makkelijk? Welke te moeilijk?

Welke wateronderzoeken/waterbladen moeten vervallen?

Waarom moeten ze vervallen?

Welke wateronderzoeken/waterbladen moeten worden toegevoegd?

Waarom? _____

LERARENVRAGENLIJST

Welke onderdelen van het lessenplan zou u willen veranderen?

Noemt u a.u.b. drie bijzondere voordelen van "Werken met Water"

Noemt u a.u.b. drie bijzondere nadelen van "Werken met Water"

Gaat u "Werken met Water" volgend jaar weer gebruiken? ja/nee

Rommelen in science*

David Hawkins (direkteur van Elementary Science Study van 1962-64, hoogleraar in de filosofie aan de universiteit van Colorado en directeur van het Mountain View Center for Environmental Education)

'Leuk? Het is het enige', zei de waterrat plechtig, terwijl hij voorover leunde voor de volgende slag. 'Geloof me, mijn jonge vriend, er is niets, absoluut niets anders zo de moeite waard om te doen, dan scharrelen in boten. Gewoonweg scharrelen,' ging hij dromerig verder, 'rondscharrelen-in-boten-scharrelen.'

Kenneth Grahame
The Wind in the Willows.

Als leraar aan een college heb ik lang vermoed dat de moeilijkheden van mijn studenten met het leerproces niet voortkomen uit de ingewikkelheid van het leren zelf, maar voornamelijk uit hun eigen achtergronden en de eerste jaren van hun opvoeding. Voor mij was het bijvoorbeeld duidelijk dat een student, die geen inzicht kon krijgen in de astronomie van Ptolemeus, vroeger eigenlijk niet vertrouwd was geraakt met de nogal voor de hand liggende relativiteit (betrekkelijkheid) van beweging of de eenvoudige meetkundige betrekkingen tussen licht en schaduw. Soms heeft bij deze studenten een manier van leerstof aanbieden die 'Kleuterschool Herhaling' genoemd kan worden, hun intellectuele krachten alsnog dramatisch bevrijd. Draai rond op je hak met je hoofd zo ver naar achteren dat je het plafond kunt zien — draai nu de andere kant uit en val niet om!

Tijdens mijn werk in de afgelopen twee jaar voor 'Elementary Science Study' heb ik de geweldige ervaring gehad om als gewone onderwijzer jonge kinderen, die bezig waren met science, te kunnen bestuderen. Ik ben er nu van overtuigd dat mijn vroegere vermoedens juist waren. Ik moet wel erkennen dat aan het ontstaan van deze overtuiging de andere leden van de groep een duidelijke bijdrage geleverd hebben. Wij kwamen vanuit verschillende achtergronden (college, highschool, basisschool) en hadden verschillende ideeën over onderwijs en science. Terwijl wij bezig waren met experimenteren in de klas en met het bedenken van nieuwe materialen voor leerprogramma's, kwamen we via gesprekken over onze ideeën tot een soort overeenstemming. Toch bleven er verschillen van mening. De ideeënschets die ik hierbij aanbied is dus de mijne en niet die van de groep, ofschoon die mijn denken sterk beïnvloed heeft. Deze uitwerking kan alleen maar gezien worden als een begin. Zelfs als alles juist blijkt te zijn



What is the biggest ...
roundest ...
smallest ...
flattest ...
umbrella shadow?

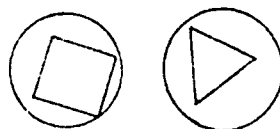


Uit: Teacher's Guide for *Light and Shadows*,
Elementary Science Study.

blijven nog vele vragen onbeantwoord en blijft er daardoor nog veel ruimte voor verdere discussie. In een zo complexe zaak als onderwijs hoort dat ook zo te zijn. Wat ik wil gaan zeggen heeft, naar mijn mening, betrekking op alle aspecten van onderwijs aan jonge kinderen. Ik zal me echter beperken tot science. In mijn beschrijving zal ik in het werken met science op school drie fasen onderscheiden. Deze fasen onderscheiden zich door de verschillende relaties die zij aanbrengen tussen leerlingen, leer-middelen en onderwijzers. Anders gezegd, in elke fase ziet de klas er anders uit. Ik beweer dat goed science-onderwijs zich beweegt van de ene fase naar de andere volgens een patroon dat zich zal ontwikkelen volgens eenvoudige principes. Daarmee is niet gezegd dat dit mechanisch gebeurt, of zich ooit zal herhalen. Er is geen noodzakelijke volgorde in deze fasen. Daarom vermijd ik een nummering 1, 2 en 3. Om ze te onderscheiden zal ik tekens gebruiken: ○, △ en □. Wellicht kan een zekere suggestie aan deze tekens niet ontzegd worden.

* Met toestemming van de redactie overgedrukt uit: 'Onderwijs in Natuurwetenschap' 2e jaargang nr. 3.

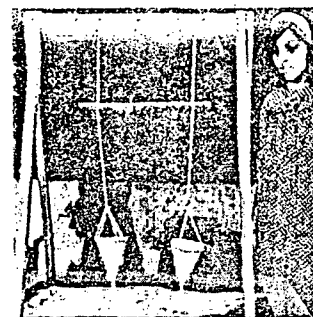
○ Fase



Er moet meer tijd zijn voor vrije en onbegeleide verkenningen. Noem het spelen, als u wilt, ik noem het werken. De kinderen krijgen materiaal — dingen — en ze mogen er mee prutsen, proberen, testen, konstrueren, experimenteren — zonder dat er van bovenaf vragen worden gesteld of instructies worden gegeven. Deze ○ fase noem ik 'Aanrommelen'. Daarbij denk ik met instemming aan de filosofie van de waterrat die in een verstrooide bui zijn boot op de over liet lopen, weer op verhaal kwam en doorging zonder zijn vreugdevolle gedachtenstroom te onderbreken:

— in boten — of met boten . . . Erin of erbuiten, het doet er niet toe. Niets schijnt belangrijk te zijn, dat is juist het mooie, de charme ervan. Of je nu weggaat of niet, of je op de plaats van bestemming aankomt, of dat je ergens anders terecht komt of dat je in het geheel nooit weggaat, je bent altijd bezig en je doet nooit iets bijzonders; en wanneer je dat gedaan hebt, is er altijd nog wel iets anders te doen, als je er zin in hebt, maar het niet doen is nog beter'.

Sommigen noemen dit soort situaties 'ongestructureerd'. Dat is misleidend. Sommige twijfelaars noemen het zelfs chaotisch, wat het niet hoeft te zijn. 'Ongestructureerd' is misleidend omdat er altijd structuur zit in wat er in een klas aangeboden wordt, zoals er een structuur te herkennen is in het wereldje van boten en de rivier, met zijn biezen, onkruiden en modder, modder die ruikt naar rozijnenkoek. Structuur in deze zin van het allergrootste belang, ze is afhankelijk van de kinderen, de onderwijzer en de achtergronden van alle betrokkenen. Laat ik een voorbeeld geven uit mijn eigen recente ervaringen. Op een ochtend werden er in een vijfde klas eenvoudige rekken uitgedeeld. Aan elk rek konden twee of drie touwtjes met gewichten bevestigd worden. Voor elke groep van twee kinderen was er zo'n toestelletje. Eerder hadden we in twee andere experimenteerklassen dezelfde toestelletjes uitgedeeld, maar toen begonnen we veel meer gestructureerd. Toen demonstreerden we de merkwaardigheden van gekoppelde slingers en stelden wij er vragen over, voordat de kinderen zelf met onderzoek mochten beginnen. Zo er nu al sprake was van leiding, dan kwam die alleen maar van het toestelletje — een slinger hoort te slingeren! Als je op deze manier begint, zo veronderstelde ik naïef, zou een tweetal uren 'Aanrommelen' wel voldoende zijn. Vrijwel meteen kwamen er twee uur bij. Uiteindelijk werden het zelfs enkele weken. Gedurende die heile

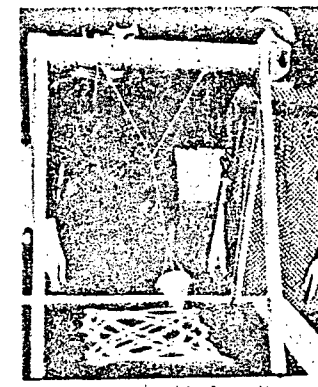


A simple salt pendulum can be made by hanging a can or cup from a single string.

- What kinds of patterns will a simple salt pendulum make?

A compound salt pendulum can be made by hanging the can or cup from a "Y" suspension. The knot made where the three strings intersect should be a slip knot. Every time the position of the slip knot is changed, the sand will drop in a new pattern.

- What kinds of patterns will a compound salt pendulum make?



Uit: Teacher's Guide for *Pendulums*,
Elementary Science Study.

tijd waren er weinig of geen momenten van verveling of verwarring. De meeste vragen, die we voorbereid zouden kunnen hebben, kwamen spontaan op.

Waarom stonden we zo'n lange periode toe? Ten eerste omdat we in onze vorige klassen gemerkt hadden, dat het lekker ging als we de kant van 'Aanrommelen' opgingen. Het ging toen minder goed wanneer we te strak vasthielden aan wat we van de kinderen verlangden. Het was duidelijk dat deze kinderen onvoldoende vertrouwd waren met slingerbewegingen en dat ze er behoefte aan hadden basiskennis op te bouwen vanuit ervaring en waarneming, voordat een meer analytische kennissoort gestalte kon krijgen en zinvol voor ze kon zijn. Op de tweede plaats konden we door de 'Aanrommel'-fase zo lang uit te laten lopen, nieuwe inzichten krijgen over de wegen waarlangs de belangstelling van de kinderen zich zou ontwikkelen en waartoe dit hen zou leiden. We werden beloond met een hoger nivo van betrokkenheid en een veel grotere


variatie van experimenten. Onze rol was slechts van de ene plaats naar de andere te gaan om te helpen, maar nooit om bewust voor te zeggen of te sturen. Ondanks, of juist dankzij het gebrek aan leiding raakten deze vijfdeklassertjes erg vertrouwd met slingers. Zij veranderden de proefomstandigheden op verschillende manieren. Ze deden proeven met verschillende lengtes en amplitudes, ze gebruikten verschillende soorten slinger gewichten. Heeft U de onderwaterslinger al eens geprobeerd? Zij wel! Er werden velerlei ontdekkingen gedaan, maar behalve onze spontane en zichtbare vreugde over de verschijnselen, kwam er van ons weinig 'volwassen' reactie. Zo werden ontdekkingen gedaan, genoteerd, gingen weer verloren en werden opnieuw gedaan. Ik denk dat juist daarom de enigszins plechtige term 'ontdekkend leren' me tegenstaat. Wanneer leren plaatsvindt op het meest fundamentele nivo, zoals het hierboven is geschetst, moet je je niet haasten. Ook al liggen bij wijze van spreken de wetten van Newton om de hoek! Wanneer het verstand bezig is met het ontwikkelen van abstrakties die zullen leiden tot fysisch begrip, zal ieder van ons eerst vele malen de grens moeten overschrijden tussen onwetendheid en inzicht, voordat hij iets werkelijk begrijpt. Feitjes, 'ontdekkingen' zonder groei naar inzicht, daarnaar streven we juist *niet*. Zulke feiten zijn net als kiemplantjes: ze zullen soms alleen gelaten moeten worden om zich te ontwikkelen tot . . .

Ik heb de 'Aanrommel'-fase toegelicht met een sprekend en duidelijk voorbeeld uit de natuurkunde. In andere vakgebieden zal het patroon verschillend zijn in detail, maar de principiële rechtvaardiging zal dezelfde zijn. 'Aanrommelen' met wat gevonden kan worden in een vijver lijkt meer op het studieveld dat de waterrat koos. In vijverwater is de ingebouwde structuur veel minder 'droog' zichtbaar dan in het geval van de slingerbeweging of van planeetbanen. In het geval van vijverwater is duidelijk dat kennismaken met alleen al de grote verscheidenheid van dingen en verschijnselen zeer belangrijk is, voordat een weg wordt ingeslagen die leidt tot basiswetten of tot de grote open vragen van de biologie. Afgezien van deze verschillen wil ik de rechtvaardiging van 'Aanrommelen' kort beschrijven.

Voor-schoolse invloeden

In de ontwikkeling van een kind is de voor-schoolse periode van zeer groot belang, omdat in die tijd de basis gelegd wordt van hun morele, intellectuele en esthetische ontwikkeling. Met de in die periode opgedane kennis en ontwikkeling komen de leerlingen naar school. Laten we voorlopig het begrip 'opvoeding' als volgt omschrijven: 'alles wat kinderen sinds hun geboorte hebben geleerd, alles wat ze zich eigen hebben gemaakt door hun omgang met de

hun omringende natuurlijke en menselijke wereld'. Als we verder een zinnige manier zouden hebben om dat alles te meten dan zou blijken dat datgene wat kinderen geleerd hebben vóór hun vijfde of zesde levensjaar al hetgeen ze daarna geleerd hebben verre overtreft. Als we echter als onderwijs alleen maar zien wat er op school gebeurt, ontkennen we die vroege spektakulaire ontwikkeling. Met alle risico's van dien! We weten dat kinderen van vijf jaar erg verschillend zijn in datgene wat ze kunnen en kennen. We weten ook dat het grootste gedeelte van die ongelijkheid veroorzaakt wordt door hun verschillende levensgeschiedenissen. Die achtergrond verhult bovendien, behalve in speciale gevallen, haast geheel de aangeboren verschillen. Hiermee hebben wij, opleiders, direct te maken in onze maatschappij, die uit morele opvattingen en tegenwoordig ook uit zuiver economische motieven zich gezet heeft tot onderwijs voor iedereen.

Om verder te gaan met wat het kind geleerd heeft en de wijze waarop het leert, moet daarom *op school* het goede begin gevonden worden. We moeten zoeken naar die bevrijdende mogelijkheden, die de kleuterschool voor het kind tot een echte speeltuin zullen maken en niet tot een droge en afschrikwekkende woestijn. Dit is beslist nodig en vraagt veel aandacht voor de manier van werken die ik de fase 'Aanrommelen' heb genoemd. In deze zin eindigt de speeltuin niet bij het eerste of tiende schooljaar, alsof men dan kinderlijke dingen opzij kan zetten. Door een goede vermenging van de -fase met andere fasen zal het 'Aanrommelen' zich in de tijd met en door het kind ontwikkelen en zodoende van karakter veranderen. Het wordt een manier van werken die niet langer kinderachtig is hoewel hij altijd kinderlijk zal blijven: het zelfgedisciplineerd proberen en verkennen dat de essentie is van creativiteit.

De verschillen in de manier van leren — en de afkeer van het leren — die de kinderen als de school begint van huis meebrengen, zijn groot. Dat is zelfs zo in een beperkt gebied met een gemeenschappelijke kulturele en economische achtergrond. Zelfs in één gezin kunnen de verschillen groot zijn. Als je dit aanvaardt en je laat je gedachten gaan over de gehele skala van kennis, kundigheden en achtergronden die de kinderen mee naar school brengen, dan zie je de waanzin van gestandaardiseerd en geformaliseerd onderwijs. Hoewel wij in feite volkomen onwetend zijn over de finesses van het leerproces moet toch één principe dogmatisch gehandhaafd blijven: er moet enige continuïteit geschapen worden in inhoud, richting en stijl van het leren. Volgens mij beginnen goede scholen *dáár* waar de kinderen *in werkelijkheid* zijn; met wat ze *in feite* beheersen, proberen ze er vervolgens achter te komen wat ze *in feite* aan het leren zijn en gaan dan door met wat hun betrokkenheid ook *werkelijk* in stand houdt.

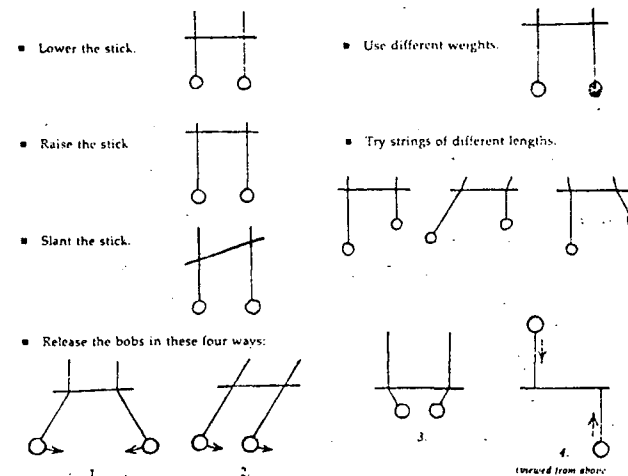
△ Fase



Als je kinderen langs een gemeenschappelijke weg leidt, zijn er altijd koplopers en achterblijvers. Gegeneraliseerd over vele jaren schoolervaring lijkt dit ogenschijnlijk het wijdverspreide geloof in enkele gefixeerde nivo's van 'bekwaamheid', en de merkwaardige opvatting met betrekking tot onder- en overprestatie te ondersteunen. Als je nu een onderwerp introduceert met een 'Aanrommel'-fase neemt dat verschil niet af, integendeel! Gezien vanuit een traditioneel standpunt betekent dit dat de situatie slechter wordt, niet beter. Maar ik beweer: de situatie wordt beter, niet slechter.

Als je na een dergelijk begin met 'Aanrommelen' de teugels weer strak wilt aantrekken en 'ter zake' wilt komen zullen sommige kinderen toevallig al jouw richting zijn opgegaan. Je zult dan denken dat je hen met succes begeleid hebt. Anderen zullen in heel andere richtingen begonnen zijn en je zult hard moeten trekken om ze weer in jouw richting te krijgen. Als je dan naar jezelf zou kijken door de ogen van deze kinderen, dan zag je jezelf meer als een sleper dan als een leider. We hebben dat duidelijk kunnen zien bij de klas waar ik het al eerder over had; een slinger lijkt een bedriefflijk eenvoudig ding, maar hij kan veel vragen oproepen in een vrij willekeurige volgorde. Daarom is de richting die het kind zelf kiest voor hem de beste.

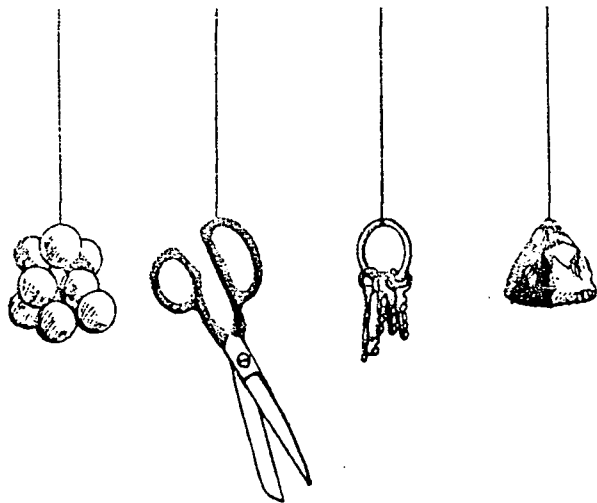
De gevolgen zijn voor de hand liggend maar het duurde lang voor ik ze zag. Indien je één keer de kinderen hun eigen leerproces laat ontwikkelen langs wegen van hun eigen keuze, dan moet je dat doorzetten en de individualiteit van hun werk *handhaven*. Je kunt niet zo beginnen en dan zeggen: 'Dat was maar even dollen.' In dat geval maak je gebruik van je autoriteit als volwassene en devalueer je wat de kinderen zelf ondertussen als erg waardevol ervaren hebben. Welnu, als 'Aanrommelen' gevolgd moet worden door, of zich ontwikkelen tot, een fase waarin het werk meer van buitenaf geleid moet worden, dan moeten er leermiddelen voorhanden zijn die 'Meervoudige Programmering' mogelijk maken. Dat zijn leermiddelen die een geschreven of getekende leidraad voor de leerlingen bevatten. Middelen die ontworpen zijn voor zoveel mogelijk verschillende onderwerpen en voor zoveel mogelijk verschillende benaderingen van die onderwerpen. De leermiddelen moeten zo gekozen zijn dat er voor bijna elke aangeboden of door het kind zelf ontwikkelde weg materiaal voorhanden is. Materiaal dat het kind kan herkennen als hulp voor hem om verder te komen op zijn weg. Moedige onderwijzers hebben soms zelf dergelijke materialen gemaakt. Maar het is duidelijk dat leermiddelenontwerpers hierbij



Uit: Teacher's Guide for *Pendulums*,
Elementary Science Study.

een enorme hulp kunnen zijn. Zij kunnen materialen ontwerpen die een rijke variatie in keuze bevatten voor leerkracht én leerling. Zo kunnen zij de leerkracht bevrijden van de taak om de kinderen te leiden of te slepen langs het vantevoren uitgestippelde pad. Zij moedigen de leerkracht aan en bieden hem logistieke hulp bij het variëren van groepsactiviteiten. Zulke leermiddelen moeten goede materialen en gereedschappen bevatten, maar bovenal veel suggesties voor startpunten, wegen om vanuit het bekende naar het onbekende te komen. In de slingerklas hadden we dit soort leermiddelen niet. We hebben ze nog steeds niet. Ik ben (nog steeds) van plan eraan te gaan werken en ik hoop dat ook anderen dit zullen doen.

Dit alles werd mij pas duidelijk op een bijzondere dag in de geschiedenis van de slingerklas. Mijn kollega was weg (ik was observer, zij de onderwijzeres). Om te komen tot wat ik zag als een meer georganiseerde fase van ons werk, kondigde ik aan dat we voor de verandering allemaal hetzelfde werk gingen doen. Ik gaf een duidelijke opdracht en de kinderen gehoorzaamden natuurlijk. Toch zag ik een onmiddellijke interesse-afname bij een deel van de klas, zodra ik mijn opdracht had gegeven. De opdracht was bedoeld om vragen te laten opkomen over de *lengte* van de slinger in geval er meerdere of vreemd gevormde voorwerpen aan het touwtje hangen. Sommigen waren tot de kiem van de vraag gekomen; anderen hadden er geen enkele aanleiding toe gehad. Als leraar beschik ik, uiteraard, over didaktische traukjes, en die werkten ook hier. Daardoor liep het wel, ondanks het feit dat niet alle leerlingen even bereid waren om zich bezig te houden met 'lengte'.



Can you get these odd shapes to swing together?

Uit: Teacher's Guide for *Pendulums*,
Elementary Science Study.

De grove bordschetsen deden het bij iedereen. In de tekeningen liet ik slingers zien die aan hetzelfde rek hingen, maar verschilden in lengte, vorm en gewicht. 'Welke zullen gelijk slingeren?' Omdat de kinderen vol echte slingers waren denk ik dat ze die bordslingers konden zien slingeren! Er ontwikkelde zich een klasgesprek waarin de inzichten geoogst werden van wat in de voorgaande weken gezaaid en gekultiveerd was. Toch bleef er bij mij een leeg, onvoldaan gevoel over. In de klas ging het alleen dan maar écht goed wanneer de leerlingen een gemeenschappelijke basis gevonden hadden. In tegenstelling tot de 'Aanrommel'-fase, want toen ging alles goed. Later werd in een discussie met de staf duidelijk dat we een essentiële fase hadden overgeslagen. De fase namelijk die ik aanduid met \triangle of 'Meervoudige Programmering'. Algemeen wordt aangenomen dat een grote verscheidenheid in groepsactiviteiten alleen mogelijk is in een kleine klas. Zo van: 'Misschien kun jij dat doen, maar je moet het eens in mijn klas van 43 kinderen proberen'. Ik zal de laatste zijn die het belang van kleine klassen zal onderschatten. Maar in dat geval moet er (eigenlijk) beweerd worden, dat je het je in een grote klas niet kunt permitteren om geen variaties aan te brengen in het werk van de kinderen, of liever, om geen variaties door de kinderen zelf aan te laten brengen, wat onherroepelijk gebeurt als ze er de kans voor krijgen. Hoewel nivogroepen tegenwoordig gezien worden als een mogelijk antwoord op dit soort problemen, bieden ze geen enkele oplossing voor de fundamentele vragen met betrekking tot de motivatie.

Nivogroepen zijn net zo verschillend in hun voorkeuren en spontane interesses als heterogene groepen. De klacht dat in heterogene klassen de slimme kinderen zich vervelen, omdat alles voor hen te langzaam gaat, roept eigenlijk de tegenvraag op: 'Vervelen de langzame kinderen zich *niet*?' Als kinderen geen vrijheid in het leren gegeven wordt zullen ze zich waarschijnlijk allemaal vervelen. In zulke situaties zullen de overwerkte leerkrachten altijd 'leider-sleper' moeten zijn. Zij spelen dan de rol van de Schikgodinnen in een oud Romeins spreekwoord: 'De Schikgodinnen leiden de willigen, de onwilligen slepen ze'.

Een goed begin

'Aanrommelen' levert een vroege onmisbare verscheidenheid en zelfstandigheid. Deze is beslist noodzakelijk voor het openingspel, maar niet voor het lange middenspel, daar heb je begeleiding nodig. Kinderen die verder willen hebben leiding nodig. Om nog eens terug te komen op mijn voorbeeld van de slingerklas: ik wil in dit geval een heleboel geïllustreerde kaarten met opdrachten en suggesties maken die o.a. op de volgende onderwerpen betrekking hebben:

1. Relaties tussen amplitude en slingertijd.
2. Relaties tussen slingertijd en slingergewicht.
3. Wat is de precieze lengte van een slinger (denk hierbij aan vreemd gevormde gewichten)?
4. Gekoppelde slingers, samengestelde slingers.
5. Het uitsterven van de slingerbeweging (en het begrip halveringstijd).
6. Vergelijk stok- en koordslingers.
7. Onderwaterslingers.
8. Armen en benen als slingers (honden, mensen en olifanten).
9. Andere soorten slingers (veren e.d.).
10. Slingers die zand strooien tot patronen en grafische voorstellingen.
11. Slingeruurwerken.
12. Historisch materiaal, met bibliografie.
13. Kaarten die verwijzen naar beschikbare films.
14. Verwijzingen naar andere onderwerpen, zoals valbewegingen, hellende vlakken, e.d.
15. 75 Blanke kaarten, die in de loop der tijd ingevuld worden door leerlingen en leerkrachten.

Het bovenstaande is slechts een voorbeeld. Elk onderwerp heeft zijn eigen 'Meervoudige Programmerings'-materialen. Het hangt natuurlijk van de onderwerpen af hoe je een en ander moet organiseren. Maar altijd moeten er die blanco kaarten zijn; ze moeten zelfs in de meerderheid blijven.

Voorzichtig!

Tenslotte een waarschuwing. Zo'n leidraad in de vorm van kaarten is weliswaar een vorm van programmering, maar het is niet de basis voor het verbale (van buiten) leren, waarlangs een kind stap voor stap geleid wordt door de doolhof van de volwassenen. Elk onderdeel moet eenvoudig en beeldend zijn, moet het kind suggesties geven tot verder onderzoek; het vervangt verder onderzoek niet. De kaarten zijn er slechts om de zware taak van de leerkracht te verlichten. Ze zijn er alleen maar omdat er materialen, dingen, gereedschappen, films, boeken en velerlei andere zaken zijn waarmee geïmproviseerd kan worden.

□ Fase



In de klassediskussie over de betekenis van *lengte* bij een slinger viel ik zelf terug op de oude doceerstijl. Ik vond namelijk dat het erg goed liep, ondanks het ontbreken van een 'Meervoudige Programmerings'-achtergrond, waardoor meer leerlingen meerdere basisprincipes van slingers zouden hebben begrepen. Het was natuurlijk geen doceerles in de formele zin. Het was vraag en antwoord met discussie tussen leerlingen. Maar toch, ik leidde de zaak en viste naar de goede ideeën, die nog net onder de oppervlakte zaten. Tussendoor vertelde ik een paar verhaaltjes, bijv. over Galilei. Anderen zouden het beter gedaan hebben. Ik was slechts een toevallige bezoeker en ik ben nog steeds een amateur. Ik had toen succes dankzij de jarenlange opbouw van verborgen, onbewust inzicht. Het soort inzicht dat de waterrat had verzameld in de lange middagen van 'Aanrommelen' in boten. Hij leerde er meer van dan men hem ooit had kunnen vertellen, maar het gaf hem nog méér te vertellen. Leren houdt natuurlijk meer in dan dit; maar het is wel het magische deel ervan. Juist het deel dat in scholen vaak wordt gedood. De taal die daarbij gebruikt wordt is niet die van de leerboeken, maar door dat taalgebruik kan zelfs een saai leerboek levendig worden. Die éne jongen, bijvoorbeeld, dacht dat de lengte van een slinger gemeten zou moeten worden vanaf het punt, dat hij 'het centrum van de zwaartekracht' noemde. Als deze kinderen niet reeds veel gewerkt hebben met evenwichtsmateriaal, is zo'n omschrijving voor de meeste kinderen niet meer dan het handvat van een lege emmer of zelfs een handvat zonder emmer. Daarom drong ik ook niet aan op het gebruik van de juiste term. Dat zou, natuurkundig gezien, ook niet juist zijn geweest. Zij die ervaring hebben met stokslingers kunnen dat bevestigen. Of-

schoon verschillende kinderen zich op verschillende manieren bekwaamd hadden in hun manier van werken met slingers, waren er toch overeenkomsten. Gedurende de werkperiode kwamen er steeds meer van die raakpunten, waardoor een serieuze en uitgebreide klassediskussie ondersteund zou kunnen worden. Het belang van dit discussiepatroon wil ik sterk benadrukken: het is onderdeel van een andere fase, de □ fase. Deze fase omvat het lesgeven, formeel of informeel. In de bovenstaande situatie waren we allen rijp voor een kort gesprek over Galilei. We waren ook bereid te overdenken of er enig verband bestond tussen de gelijke valtijd van voorwerpen van ongelijk gewicht en de gelijke slingertijd van deze gewichten wanneer ze opgehangen zijn aan touwtjes van gelijke lengte. Hiermee benaderen we een vrij diepliggende vraag die je niet af kunt doen in een kwartiertje theorie, door vanuit het concreet zichtbare over te stappen naar een abstracte voorstelling. Ik geloof niet dat zulke abstracte problemen bij leerlingen op zullen komen, noch in de vroege 'Aanrommel'-fase, noch door het werk in de 'Meervoudige Programmerings'-fase, met begeleidende vragen en instructies. Ik geloof dat ze vooral opkomen in een discussie, uit argumenten en door een echte samenspraak tussen leerlingen en leerkracht. Theoretiseren op een creatieve manier kan niet zonder de ondersteuning van de ervaring en de logika van experimenten, maar deze leiden niet automatisch naar bewust abstract denken. Theorie is ouderwets □ !

Waarschijnlijk typeren mensen, die ons werk voor Elementary Science Study kennen, ons als pleitbezorgers voor een nogal vrije ○ -stijl van laboratoriumwerk. Misschien doen wij dat zelf ook wel. Dit kan juist zijn en gerechtvaardigd door het feit dat de meest voorkomende stijlen van science-onderwijs veel te vaak en te lang □ zijn. Maar wat wij bekritisieren als teveel en te vroeg, moeten we zien in te passen op de juiste plaats. Ik heb de fasen ○, △ en □ in deze volgorde gezet, maar ik bepleit geen enkele starre volgorde hierin. De fasen kunnen op vele manieren geordend worden. Uit klasse-diskussies ontstaan nieuwe 'Aanrommel'-fasen. Halverwege een geprogrammeerde weg kunnen nieuwe verschijnselen ontdekt worden. In een eerdere, meer gestructureerde klas probeerden twee meisjes gehoorzaam enkele verschijnselen van gekoppelde slingers te herhalen die ik had voorgedaan. Ik hoorde één van de meisjes zeggen: 'De onze doet het niet zoals het hoort.' Natuurlijk misdragen slingers zich nooit, zoiets ligt niet in hun natuur, ze doen altijd wat ze moeten doen; in dit geval voerden ze op een vreemde manier een soort energie-overdracht-dans uit die dan ook prompt de 'twist' werd gedoopt. Het was een nieuw verschijnsel dat ik nog nooit eerder had gezien. Zelfs fysici die ik dit later liet zien hadden dit nog nooit waargenomen. Overbodig om te zeggen dat dit leidde tot een flink stuk 'Aanrommelen'.

BIJLAGE D2

Ontleend aan "Science and Children", april 1974.

Operationele vragen

Stellen en Stimuleren

Dorothy Alfke,
Associate Professor College of Education,
The Pennsylvania State University,
University Park, Pennsylvania.

Binnen iedere groep docenten in de natuurwetenschappen zou men waarschijnlijk bijna evenveel definities kunnen vinden van onderzoek doen als er individuen zijn. Toch valt het vrij grote zekerheid te voorspellen dat men het er in noge mate over eens zou zijn dat het leren om onderzoek te verrichten vragen in moet houden die gesteld worden door, betekenis hebben voor, en mogelijkterwijs productief zijn voor de leerlingen.

Het stellen van productieve vragen schijnt weer één van die vaardigheden te zijn die niet aangeboren zijn, maar die ontwikkeld moeten worden. Wanneer jonge mensen op nieuwe verschijnselen uit de natuurwetenschappen stuiten, beginnen ze hun vragen meestal met het woordje "waarom".

"Waarom werkt de sifon?"

"Waarom wordt het paarse koolsap rood wanneer er azijn wordt toegevoegd?"

"Waarom heeft de maan de afgelopen nacht haar stand veranderd?"

"Waarom zijn twee lichtjes helderder in een parallelschakeling dan in een serieschakeling?"

Of misschien beginnen hun vragen met "waardoor".

"Waardoor werkt de batterij?"

"Waardoor wordt licht gebroken als het in het water valt?"

Dergelijke vragen, die overigens een hoog percentage vormen van de vragen die door naïeve onderzoekers gesteld worden, vereisen theoretische en ingewikkelde antwoorden. Ze kunnen alleen beantwoord worden door boeken door te werken of door verklaringen te vragen aan een autoriteit zoals de leraar. Zulke verklaringen hebben zelden veel begripsbetekenis voor leerlingen die niet voldoende relevante achtergrondervaring opgedaan hebben voor het lezen of horen van zulke antwoorden.

Bijvoorbeeld, leerlingen accepteren gemakkelijk het woord "lichtstraalbreking" als een verklaring voor de vergroting of vervorming van beelden die gezien worden door water of glas en zij gebruiken dit woord dan later zonder enige verdere interesse voor het begrip waar het om gaat.

Jonge mensen moeten het soort vragen stellen dat hen er toe brengt om iets te doen met het materiaal, teneinde antwoorden af te leiden. Ze moeten het soort vragen stellen waarop zij antwoorden kunnen krijgen. Zij moeten uit zulke ervaringen een kennis ondergrond opbouwen - kennis hier in de betekenis van "datgene wat zij weten" - omdat zij de informatie

uit het materiaal halen. Mettertijd kunnen met een dergelijke ondergrond gevolgtrekkingen, hypothesen en theorieën geconstrueerd worden.

OPERATIONELE VRAGEN

Operationele vragen geven aan of impliceren wat er gedaan moet worden met het onderzoekmateriaal om een antwoord te verkrijgen. Operationele vragen sluiten, per definitie, automatisch vragen uit die beginnen met "waarom". Deze vragen helpen studenten om meer productieve vragen te stellen. Het begrip 'operationele vragen' kan geïntroduceerd worden met eenvoudige, niet vastomlijnde activiteiten zoals de volgende:

Strookjes en vloeistoffen

Iedere leerling (of groep) krijgt een strook van een zware papieren handdoek (ongeveer 50 x 175 cm) en een glas met ongeveer 60 ml water. De leerlingen vouwen het papier in de lengte en zetten het in het glas water. Zij kijken ongeveer drie minuten naar wat er gebeurt en schrijven dit ook op. De leerlingen krijgen vervolgens de opdracht om vragen te stellen die bij hen opkomen naar aanleiding van hun waarnemingen. Wanneer er voldoende tijd verstreken is vraagt de leraar naar de vragen en hij schrijft ze op het bord tot dat de lijst ongeveer tien verschillende vragen bevat. Dan vraagt de leraar de leerlingen om die vragen eruit te halen die inhouden dat men wat met het materiaal zou kunnen doen om te proberen een antwoord te vinden. De volgende vragen zijn voorbeelden van de vragen die opgeworpen werden door leerlingen die bij deze activiteit betrokken waren. Het kruisje geeft de 'operationele vragen' aan.

"Waardoor trekt het water in de handdoek omhoog?"

+"Zou het water helemaal naar boven gaan als we de strook er langer in laten staan?"

+"Zou het water sneller omhooggaan als we twee diktes zouden gebruiken?"

"Waarom komt het water aan één zijde hoger dan aan de andere?"

+"Wat zou er gebeuren als we warmer of kouder water zouden gebruiken?"

+"Maakt de aard van de vloeistof enig verschil?"

"Waarom krult de strook om aan de onderkant?"

+"Zou het water even hoog komen als we de strook zó houden dat slechts een klein gedeelte ervan in het water zit?"

Vaak stimuleren zulke vragen op de lijst een klasdiscussie waarbij de leerlingen uitweiden over hun vragen. Bijvoorb. het meisje dat gevraagd had "waardoor trekt het water in de handdoek omhoog?" verklaarde dat ze zich werkelijk had afgevraagd welke eigenschappen van het papier er de oorzaak van waren dat het water steeg. Ze zei dat ze zou proberen een antwoord te vinden door verschillende soorten papier te gebruiken.

BIJLAGE D2

"Waarom?"
komt zelden
terug

Na een bespreking van operationele en niet-operationele vragen in dit kader verdiepen de leerlingen zich ieder afzonderlijk in tenminste één operationele vraag naar keuze tot aan het punt waarop zij een conclusie kunnen trekken en deze verdedigen met bewijs, dat zij verkregen hebben uit hun experimenten.

Wanneer de leerlingen eenmaal operationele vragen die voor hen interessant zijn kunnen identificeren en aanpakken, dan komen de "waarom"-vragen zelden terug. De meeste leerlingen raken in veel onderzoekprocessen gewikkeld. Zij identificeren en beheersen variabelen. Zij herhalen procedures om vast te stellen of de resultaten constant zijn. Verder onderzoeken zij, of tegenstrijdige resultaten waarvan door anderen melding gemaakt wordt, met elkaar in overeenstemming gebracht kunnen worden. Zij gaan over op nieuwe experimenten die voortvloeien uit hun oorspronkelijke onderzoekingen. Sommigen brengen hun activiteiten in verband met ervaringen die ze eerder opgedaan hebben in hun eigen leven, anderen met bepaalde reclamespots op de televisie.

Deze werkmethode is gebruikt vanaf het niveau van de vierde klas lagere school tot en met het niveau van aanstaande en actieve lagere school leraren. Hij is niet gebruikt bij kinderen in de eerste klassen van de lagere school.

Een andere methode om het begrip "operationele vragen" te introduceren is de leerling helpen om zijn aanvankelijk niet-operationele vragen anders op te stellen. Soms houdt dit alleen in dat zo'n vraag bekeken wordt om iets te herkennen dat men zou kunnen doen om relevante informatie te verkrijgen. Soms moet er afgestapt worden van theorieën die ontwikkeld zijn en moet de oorspronkelijke ervaring opnieuw onderzocht worden om iets interessants te vinden dat uitgediept kan worden. Vaak moet de leraar helpen door de discussie over de waarnemingen te leiden en door de interesses van de leerlingen te sturen, terwijl zij één of meer productieve vragen uitzoeken.

Als een leerling zich afvraagt "Waarom steeg het water niet verder in de handdoek?" dan kan de leraar zeggen: "Ben je er zeker van dat het niet meer steeg of zou het zó langzaam verder gestegen zijn dat je geen verandering meer kon waarnemen?" De leerling wordt er nu toe aangezet om methodes te ontwikkelen voor nauwkeurige meting. Ze zou uiteindelijk een hoog en gesloten vat kunnen gebruiken om te proberen het effect van de verdamping uit het gedeelte van de handdoek dat boven het water uitsteekt uit te schakelen.

Operationele vragen zijn niet het enige soort productieve vragen dat studenten kunnen stellen in de natuurwetenschappen, maar wezenlijker en meer betekenis dragend onderzoek vindt plaats als leerlingen de bedoeling van het stellen van operationele vragen benaderen.

Het stellen van operationele vragen heeft gebruiksmogelijkheden voor leraren. Iedere keer dat ik tijdens natuurkundelessen meegeluisterd heb naar vragen van docenten, bestaan deze vragen voor een groot deel uit "waarom"-vragen. Teveel van deze vragen komen te vroeg (sommige verscheidene jaren te vroeg). Antwoorden op "waarom"-vragen, behalve voor verklaringen aangaande oorzaak en gevolg, kunnen alleen écht betekenis

hebben als de denkbeelden gebaseerd zijn op een rijke achtergrond van rechtstreekse ervaring met de operationele elementen die een rol spelen. Natuurwetenschappelijke achtergronden zijn vaak vereist. Wanneer zulke ervaringen ontbreken, kunnen de meeste studenten "waarom" verklaringen alleen geven als verwoordingen die weinig of geen betekenis voor hen hebben. Ik geloof dat veel aanstaande onderwijzers het product zijn van deze wijze van natuurwetenschapsstudie. Er is overvloedig bewijs dat zij veel van de complexe of theoretische antwoorden op "waarom"-vragen (in onzekerheid) van buiten hebben geleerd, maar dat zij ze niet in verband kunnen brengen met eenvoudige verschijnselen die onderzocht worden in lessen in de natuurwetenschappen voor de lagere school.

Daarom, als leren h e men moet leren, leren om onderzoek te verrichten en begripsstudie een hoge plaats innemen in je waardesysteem, dan moet je in je klassen de vaardigheid ontwikkelen om operationele vragen te stellen. Luister naar het soort vragen dat je leerlingen stellen wanneer ze in aanraking komen met nieuwe waarnemingen van natuurwetenschappelijke verschijnselen. Luister ook naar de vragen, die je zelf als leraar aan je leerlingen stelt omdat jouw vragen een grote invloed hebben op het soort vragen-patroon dat je leerlingen ontwikkelen.

LERAREN MOETEN HUN LEERLINGEN AANSPOREN OM VRAGEN TE
STELLEN DIE HEN ERTOE BRENGEN IETS TE DOEN MET HET
MATERIAAL OM ANTWOORDEN TE VINDEN.

BIJLAGE D3

GESTELDE VRAGEN

Alle vragen die leerlingen uit de 2e klas (2 ath.) bij ons onderzoek stelden waren:

over 't papier: waarom wordt 't papier slap?

waarom wordt 't papier donker?

waarom kronkelt 't papier in water? 6 x

hoe dik is dit papier? maakt de dikte wat uit? (voor het stijgen)

maakt de breedte wat uit?

moet 't papier diep in 't water 3 x

lost 't papier op als je 't lang in 't water houdt?


waarom scheurt papier makkelijker als 't nat is? 2 x

waarom neem je vloeipapier? 4 x

stijgt het omdat papier poreus is?

waarvan is papier gemaakt?

waarom trekt 't papier krom, als je 't eruit haalt?

gaat 't sneller met 2 einden in 't water (dus ) heeft de kleur invloed?

over stijgen en stijghoogte:

waarom stijgt het 10 x

waarom wordt papier boven water nat?

waarom gaat het steeds langzamer? 11 x

tot hoe hoog zal het stijgen? 2 x

hoeveel stijgt het per seconde?

is er een grens aan het stijgen?

hoever zal het stijgen? 2 x

waarom stopt het? 3 x

waarom opname niet konstant?

hoe lang blijft het omhooggaan?

hoeveel tijd neemt het voor het boven is?

waarom gaat het zo langzaam? 2 x

waarom gaat ene kant sneller?

zal het blijven stijgen? 2 x

over water of andere vloeistoffen:

waarom vergroot water het deel dat in 't water hangt (!)

als 't water bovenaan is, drupt het dan weer naar beneden?

waarom zakt de waterspiegel niet?

doen andere vloeistoffen dit ook? 2 x

waarom neem je water?
is dit gewoon leidingwater?
heeft de warmte van 't water eriets mee te maken?
stijgt 't in de ene vloeistof sneller dan de andere?

andere vragen: waarom zijn er belletjes op 't papier?
wordt 't papier in de klem ook nat?
waarom doen we deze proef? (!) 3 x
gebeurt dit ook bij hout?
waarom kleurt blauw lichter?
hoe komt 't dat de inkt niet oplost? 2 x
waarom gaan de luchtbelllen niet omhoog?
waarin plakt 't papier aan het glas?
waarom wappert 't papier voordat het in 't water komt?
waarom schrijft potlood niet goed op dit papier?
waarom zijn er luchtbelllen?
waarom kan een potlood schrijven?
waarom werken we met sekonden?

Het omgekeerde glas

Een eenvoudige proef om aan te tonen dat de lucht een druk uitoefent, bestaat hierin, dat we een glas met vlakke rand helemaal met water vullen. Dan sluiten we het af met een stevig stuk papier en keren het glas om. Als alles goed zit, valt het water er niet uit (foto's). Voor wie dat voor het eerst ziet, is het beslist een verrassing.

Toch wordt dat stuk papier vaak als vervelend ervaren. Want houdt nu de lucht het water tegen of het papier? Kleeft dat misschien aan de vlakke glasrand? Om alle twijfel weg te nemen, zouden we van dat papier moeten zien af te komen. Of het in ieder geval moeten vervangen door iets dat water doorlaat.

Zonder papier

Neem een stuk soepel verbandgaas of een stuk nylonkous. Het gaat ook met dunne gordijnstof.

Maak het spul eerst goed nat en klem het dan om de opening van het glas. Een elastiekje of plakband is vaak niet eens nodig.

Vul nu het glas met water door het gaas of de stof heen. Dan weten we tenminste zeker dat er water doorheen kan! Keer het glas om en het water valt er niet uit! Nu moeten we de oorzaak toch wel bij de luchtdruk zoeken.

Niet schuin houden!

Als we het glas een beetje schuin houden, gaat er wel weer water uitlopen. Dat is een gevolg van verschil in waterdruk bij de wateroppervlakte beneden. Als we met een vinger het water onder beroeren, lekt er ook wat water weg. De adhesie tussen water en gaas wordt er door verstoord.

Vloeistoffen zijn door de oppervlaktespanning door een soort vlies afgegrensd. In dit geval zouden we wel over 'ondervlaktespanning' kunnen spreken. Door dat vlies aan te raken verbreken we die gemakkelijk.

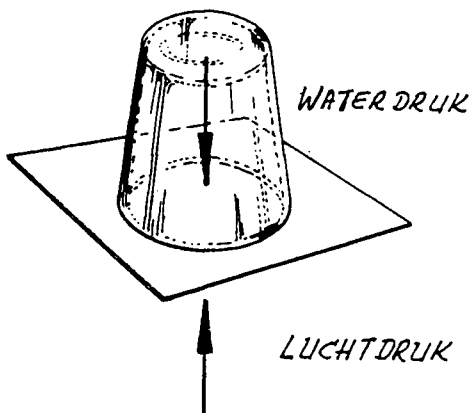
Verdere proeven

Het geeft overigens niet dat er luchtbellen in het water opstijgen. De lucht die zich *boven* in het glas verzamelt, krijgt toch altijd een lagere druk dan de buitenlucht heeft. Immers, volgens de wet van Boyle zal bij het zakken van het water het luchtvolume boven toenemen, en zal de druk dus dalen. Daardoor blijft dan de rest van het water hangen.

Doe de proef ook eens met spiritus. Die vloeistof heeft een driemaal zo kleine oppervlaktespanning als water. Je kunt trouwens ook de oppervlaktespanning van water verkleinen door wat afwasmiddel toe te voegen. Maakt het verschil bij schuin houden of aanraken met de vinger?

Je merkt ook op dat, als er lucht boven het water zit, het gaas beneden hol gaat staan. En dat is dan weer een extra bevestiging van de werking van de luchtdruk.

Overigens zou het ook wel kunnen lukken om de proef helemaal zonder afdekking te realiseren. Maar dan moet de uitstroombuiging erg smal zijn. Anders zijn al kleine evenwichtsverstoringen voldoende om het vloeistofoppervlak te verbreken, waardoor dan luchtbellen naar binnen schieten.



De kracht van de lucht draagt het water



Vullen met water



Het omgekeerde glas

SISO-code 532.5

VOORBEELD-PROEFWERKVRAGEN "WERKEN MET WATER".

Toelichting : dit is een proefwerk met allerlei voorbeeld-opgaven. U zult niet alle vragen in hetzelfde proefwerk kunnen opnemen. De nummering is daarom fictief. Het proefwerk bestaat uit meerdere onderdelen. Het is daarom goed denkbaar het proefwerk in twee stukken af te nemen of in een blokuur. Het laatste onderdeel : "over keuze-proeven en werkvraag proeven" zal vanzelfsprekend van klas tot klas verschillen. Ook de leerlingen uit één klas zullen uit deze vragen een keus moeten kunnen maken. De voorbeelden hier dienen slechts om een idee te geven.

PROEFWERK "WERKEN MET WATER"

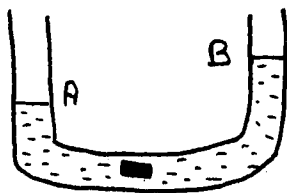
Van dit proefwerk moet je in elk geval de vragen 1 t/m 6 maken. Die gaan over de demonstraties, over werkvragen en over de leerstof die we verplicht moesten doen.

Het is de bedoeling dat je daarna nog 5 vragen beantwoordt over de proeven die je zelf gedaan hebt.

Deze vragen tellen mee voor het cijfer! Mocht je méér vragen kunnen beantwoorden dan tellen deze natuurlijk ook mee in de beoordeling, maar als extra'tje!

Vraag 1 t/m 6 : Over de demonstratieproeven.

1.



In deze buizen zit aan de ene kant zout water, aan de andere kant gewoon water. Het geheel is in evenwicht met een beweeglijke kurk. Waar zit het zoute, waar het gewone water. Leg uit hoe je aan je antwoorden komt.

2. Als ik een scheermesje voorzichtig op schoon water leg blijft het drijven. Doe ik het niet voorzichtig, dan zinkt het. Leg uit hoe dat zit.

3. Waardoor worden eb en vloed veroorzaakt? Leg uit waarom elk tweemaal per dag voorkomt.

4. Ik zet op een balans:
links een bekerglas, tot de rand gevuld met koud water
rechts een bekerglas, tot de rand gevuld met warm water.
De bekerglazen zijn precies even groot en even zwaar.
Aan welke kant zal de balans naar beneden gaan?

5. De geluidssnelheid in lucht is
• 330 meter per seconde; in water is de geluidssnelheid groter
• 330 meter per seconde; in water is de geluidssnelheid kleiner
• 1200 meter per seconde; in water is de geluidssnelheid groter
• 1200 meter per seconde; in water is de geluidssnelheid kleiner

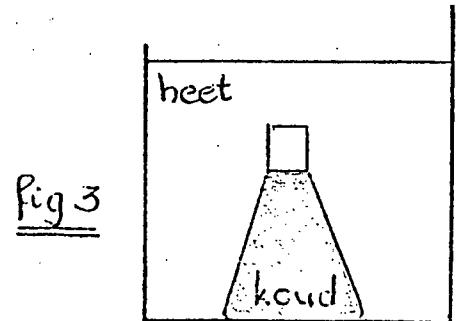
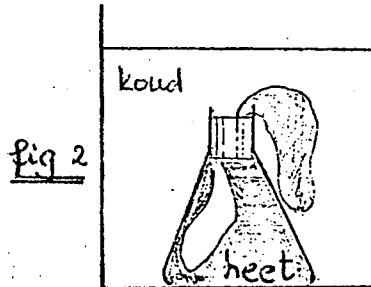
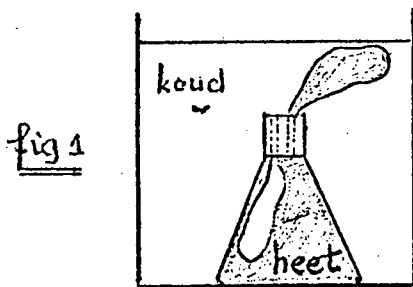
BIJLAGE D5

6. We zijn in het bezit van een bak met koud water waarin een kleiner bakje (een erlemeijer) zit die gevuld is met warm gekleurd water. Het gekleurde water is steeds donker aangegeven (zie fig. 1).

a. Verklaar wat er gebeurd is in fig. 1 en waarom.

b. Zou de situatie zoals getekend is in fig. 2 ook kunnen?

Verklaar ook hier waarom wel of waarom niet.



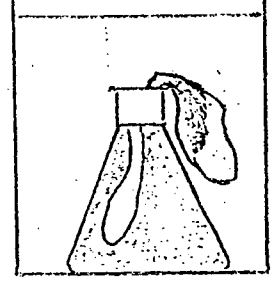
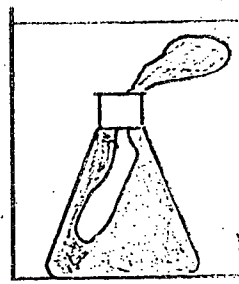
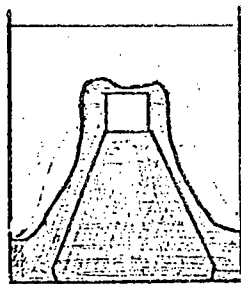
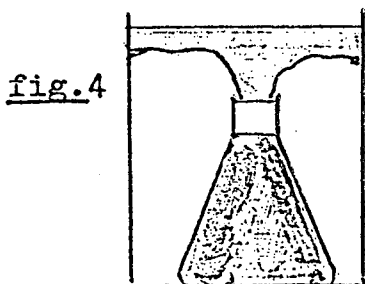
We draaien de situatie nu om. We nemen nu een bak met warm water en plaatsen hierin een erlemeijer die gevuld is met gekleurd koud water (Het gekleurde is weer donker aangegeven.)

Na verloop van tijd zal de beginsituatie zoals die getekend is figuur 3 veranderen. Eén van de in figuur 4 getekende situaties is goed. Kijk goed!

c. Wat is het grote verschil tussen de eerste twee plaatjes van fig. 4 en de laatste twee?

d. Welk tweetal plaatjes is wél mogelijk en welk tweetal zeker niet? Licht je antwoord toe.

e. Welk plaatje geeft nu de juiste situatie weer? Licht je antwoord toe.



Vraag 7 en 8 Over werkvragen.

7. Noteer met een letter welke van de volgende vragen werkvragen zijn

- a. "Wat zal het water in 't buisje doen, als ik het dieper in 't water steek?"
- b. "Hoe hangt de waterhoogte af van de uitstroomsnelheid?"
- c. "Hoe komt het dat het water niet wegzakt?"
- d. "In welke richting zal het water eruit spuiten?"
- e. "Waarom spuit het water die richting uit?"
- f. "Hoeveel knikkers kunnen maximaal in het bootje?"

8. Bij de proef over opstijgen van water in papier waren twee van de vragen : 1) "stijgt het omdat papier poreus is?"
2) "waarom neem je vloeipapier?"

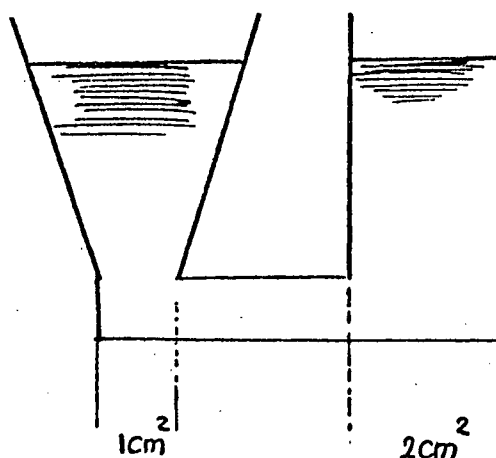
Verander deze vragen zodat het werkvragen worden.

Vraag 9 en 10 Over demonstraties.

- 9a. Noem 4 normen waaraan naar jouw mening een goede demonstratie moet voldoen.
- b. Noem bij één van die normen een voorbeeld van een demonstratie uit de lessen die daar goed aan voldeed.
- c. Noem bij dezelfde of een andere van de normen die je noemde een voorbeeld van een demonstratie die je daar niet goed aan vond voldoen.
- 10a. Schrijf in 2 regels de konklusie van je eigen demonstratie op.
- b. Noem één norm waar je eigen demonstratie goed aan voldeed.
- c. Noem ook een norm waar hij niet aan voldeed.

Vraag 11 t/m 26 Over de verplichte werkbladen.

- 11 Water stroomt van hoog naar laag. Dit hangt samen met drukverschillen. Het stroomt van een plaats waar een hoge druk is naar een plaats waar een lage druk is.
Kies nu uit de antwoorden het goede antwoord.



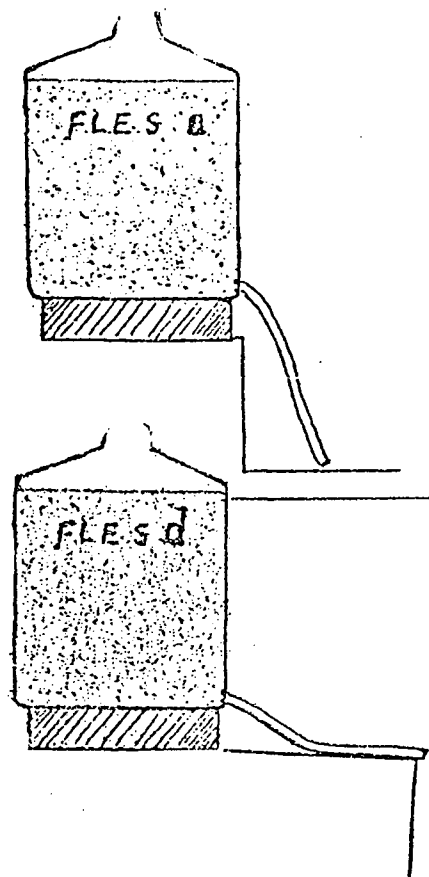
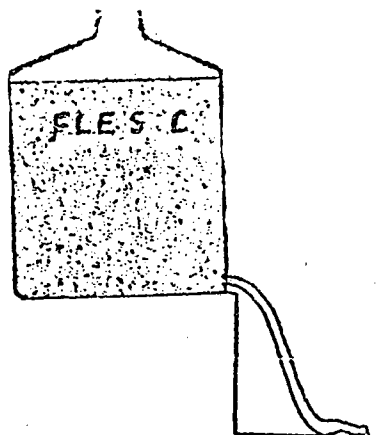
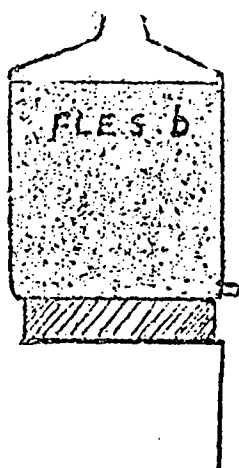
- A. Het water gaat wél stromen want links zit veel meer water dan rechts.
- B. Het water gaat wél stromen want rechtsonder is de doorsnede groter dan linksonder.
- C. Het water gaat niet stromen want op gelijke hoogte zijn de drukken gelijk.

(Zie de tekening links)

BIJLAGE D5

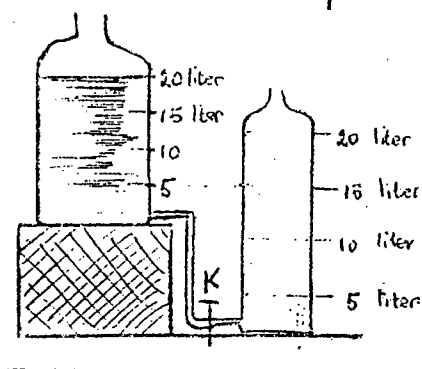
12. Welke fles is het eerste leeg:

- .fles a.
- .fles b.
- .fles c.
- .fles d.



13. We zijn in het bezit van twee vaten. Deze zijn gevuld met water. Als we nu de kraan K openen hoeveel water zal er dan van vat I naar vat II stromen?

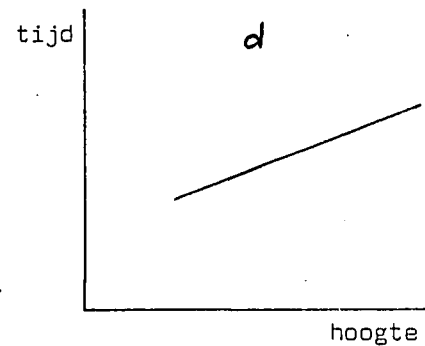
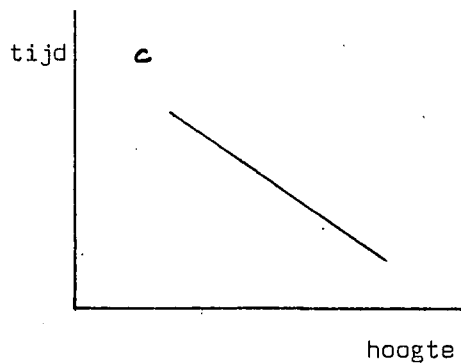
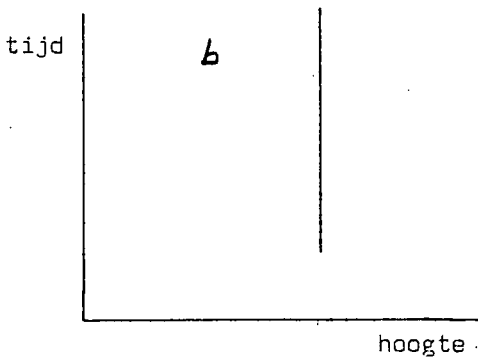
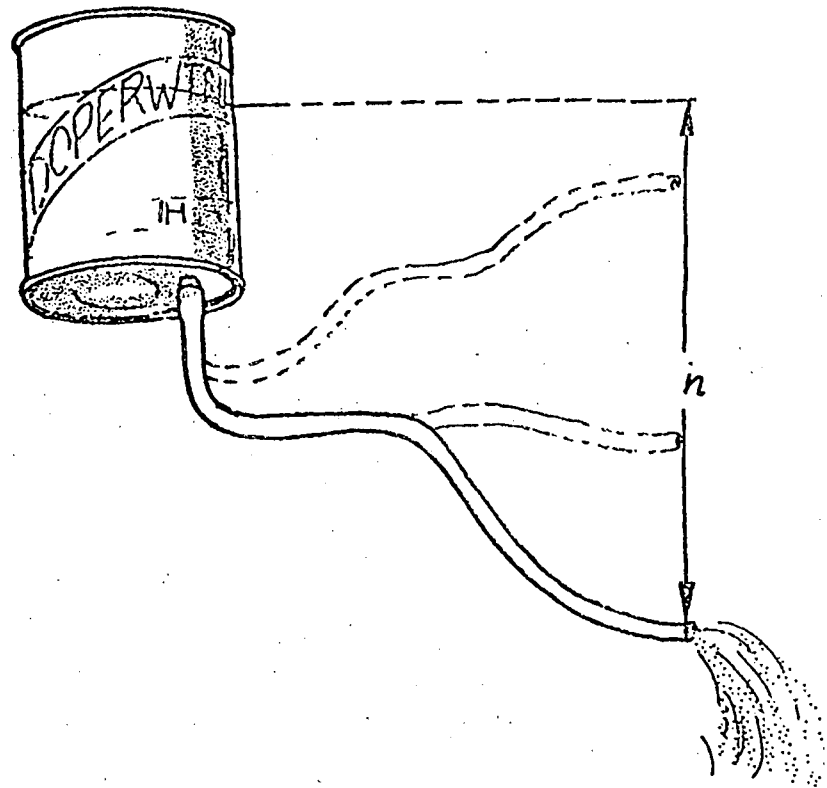
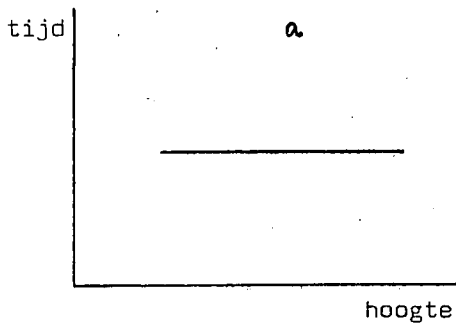
- A. 10 liter
- B. 15 liter
- C. 20 liter
- D. Niet te voorspellen omdat de vaten niet evengroot zijn.



BIJLAGE D5

14. De leerling vult steeds deze bak tot de rand met water en laat daarna het water via de slang wegstromen. Dat doet de leerling voor een aantal verschillende hoogtes h . Hij meet ook steeds hoe lang het weglopen duurt. Daarna tekent hij een diagram.
- Welk diagram zul je waarschijnlijk krijgen?

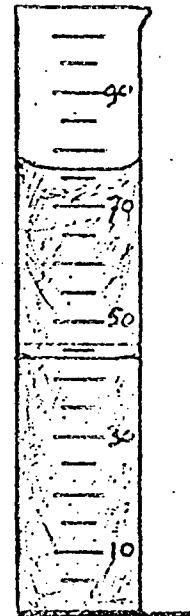
- . diagram a
- . diagram b
- . diagram c
- . diagram d
- . geen van deze 4



BIJLAGE D5

15. Kijk goed naar dit maatglas, gevuld met gewoon water.
Dan kun je zien dat

- . het volume 77 ml is; dan is de massa 0,77 kg
- . het volume 82 ml is; dan is de massa 0,82 kg
- . het volume 82 ml is; dan is de massa 0,082 kg.
- . het volume 77 ml is, dan is de massa 0,077 kg



16. Een leerling wil de 'zwaarte' van water vergelijken met die van spiritus.

Hij heeft een glas waar precies 100 cm^3 water ingaat.

Het aantal gram van het glas met water bedraagt 250 gram

Het aantal gram van het lege glas bedraagt 150.

Het aantal gram van het glas met spiritus bedraagt 230.

- A. De zwaarte van 1 cm^3 water bedraagt 250 gram en die van 1 cm^3 spiritus 230 g
- B. De zwaarte van 1 cm^3 water bedraagt 2,5 gram en die van 1 cm^3 spiritus 2,3 g
- C. De zwaarte van 1 cm^3 water bedraagt 1,0 gram en die van 1 cm^3 spiritus 0,8 g
- D. De zwaarte van 1 cm^3 water bedraagt 1,0 gram en die van 1 cm^3 spiritus 0,7 g

De zwaarte van water.

17. Bij deze proef heb je kunnen ontdekken dat één liter water ongeveer één kilogram weegt.

Hoeveel weegt nu: a. 8 liter water

b. $\frac{1}{2}$ liter water

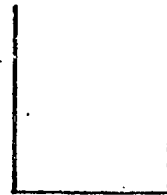
c. 1 kubieke decimeter water

d. 1 kubieke centimeter water

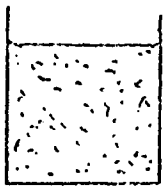
e. 1 kubieke meter water

18 . Welk antwoord is fout?

- . er zit in het glas 110 cm³ water
- . er zit in het glas 100 ml water
- . er zit in het glas 1,10 dm³ water
- . er zit in het glas 0,110 liter water



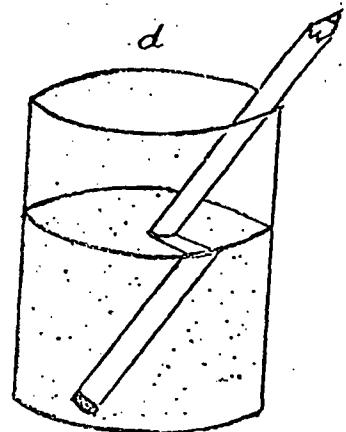
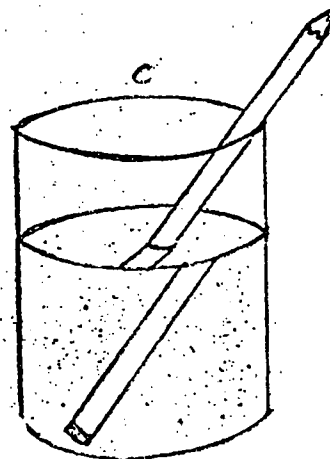
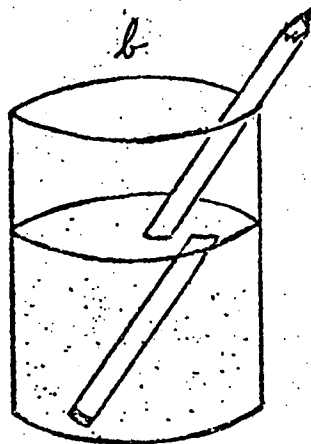
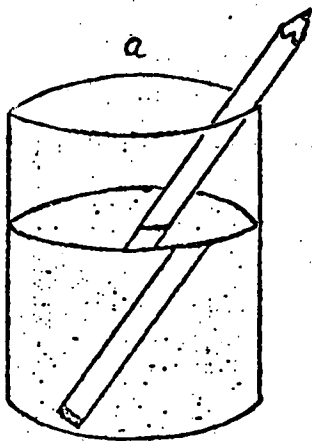
40 gram



150 gram

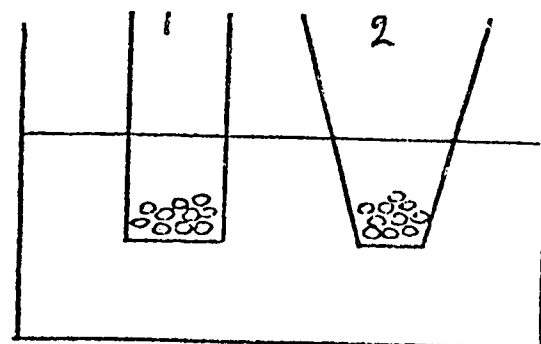
19 . Als je een potlood in een beker water zet, dan kun je zien wat

- . in tekening a staat
- . in tekening b staat
- . in tekening c staat
- . in tekening d staat



20 . Hier zie je twee bekers die even diep in het water liggen; in elke beker zitten tien knikkers. Nu doe je er in elke beker vier knikkers bij, dan merk je dat:

- . ze allebei zinken
- . ze allebei even diep in het water zakken
- . beker 1 het diepst in het water zakt
- . beker 2 het diepst in het water zakt



BIJLAGE D5

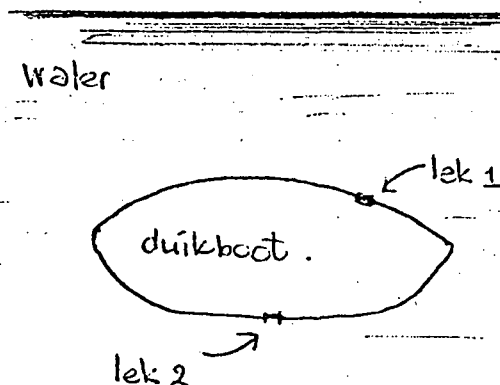
21. Zou een schip met zware lading meer invloed hebben op het waterpeil dan een schip met een lichte lading? Zo ja, verklaar zo duidelijk mogelijk.
22. Als een schip met lading drijft, dan ondervindt het een opwaartse kracht. Welk van de hieronder genoemde beweringen is niet waar?
- A. Het schip zal zinken zodra de opwaartse kracht minder wordt.
 - B. De opwaartse kracht wordt minder als de zwaartekracht minder wordt.
 - C. De opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van schip met lading.
 - C. De opwaartse kracht zal groot zijn als de waterverplaatsing groot is.
23. Jan duwt 2 lege bekerglazen in een bak met water. Deze bekerglazen zijn even hoog maar hebben een verschillende doorsnede. Wat merkt Jan voor verschil(len)?



24. Waarom is het zo moeilijk voor de mens om de diepzee (tot + 10.000 meter diepte) te verkennen?

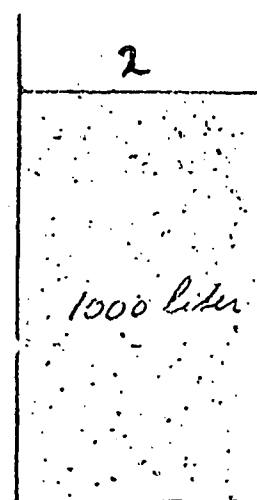
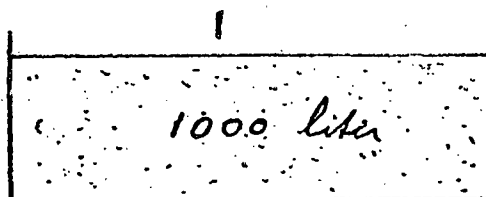
25. Hiernaast is een duikboot getekend. Deze duikboot is lek. Hij heeft boven en onder in de boot een lek zitten. Beide lekken zijn even groot in doorsnede. Welk van de volgende uitspraken is juist?

- A. Door lek 1 stroomt het meeste water naar binnen
- B. Door lek 2 stroomt het meeste water naar binnen
- C. Door beide lekken stroomt evenveel water naar binnen
- D. Het is niet te bepalen door welk lek het meeste water naar binnen stroomt daar de diepte van de duikboot onbekend is.



BIJLAGE D5

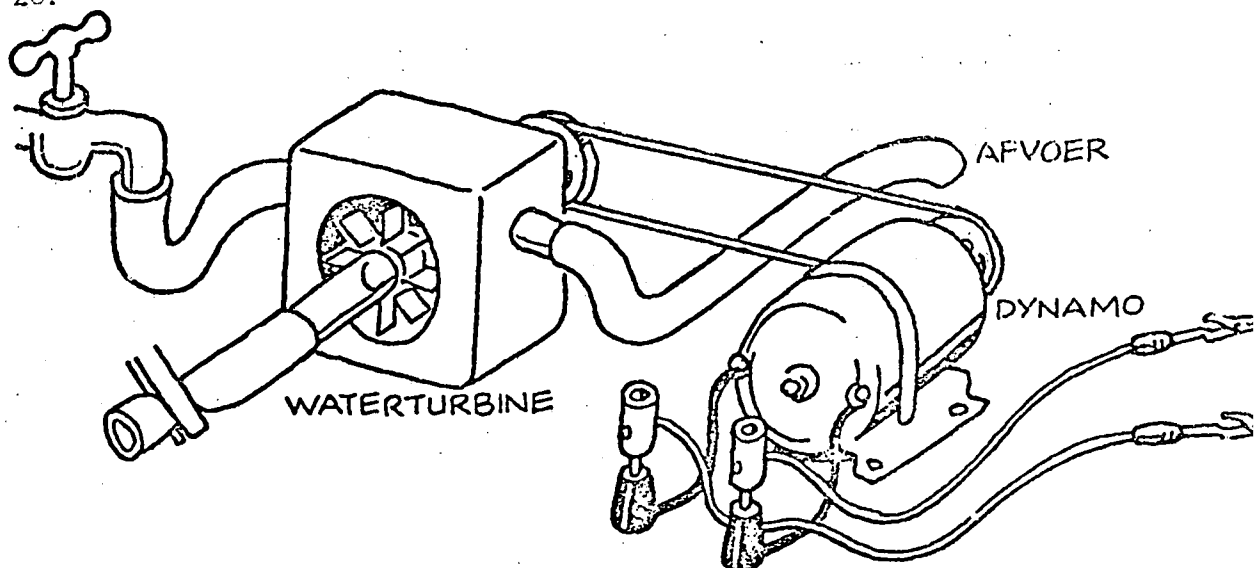
26. Hier zie je getekend een lage, brede bak en een hoge, smalle bak.
In elke bak zit duizend liter water.
We noemen een bodem sterker als het van steviger of dikker materiaal gemaakt is.
Dat betekent dat
- De bodem van bak 1 sterker moet zijn dan van bak 2
 - De bodem van bak 2 sterker moet zijn dan van bak 1
 - De beide bodems even sterk mogen zijn
 - Dat kun je zo niet direct zeggen



DE VOLGENDE VRAGEN GAAN OVER KEUZELEERSTOF

27. Zeg in één regel hoe je een centrale verwarming kunt laten werken zonder gebruik te maken van een pomp.

28.



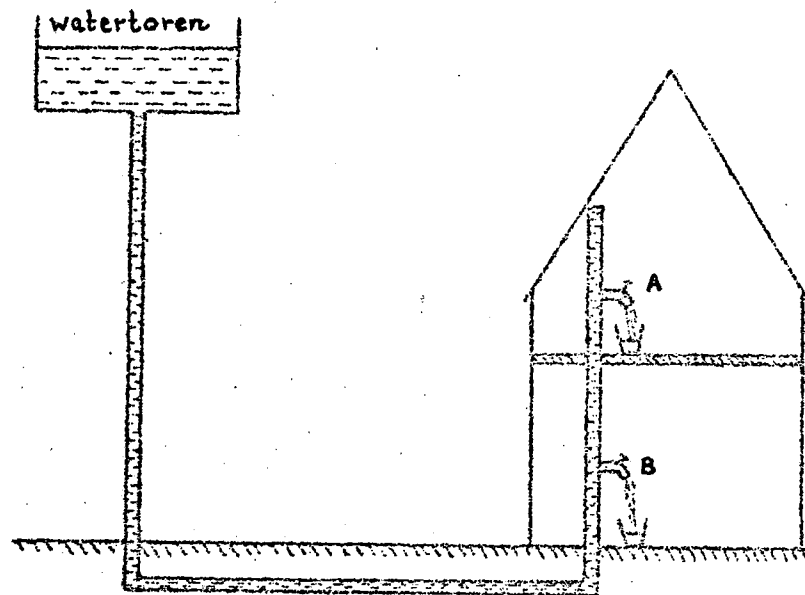
Bekijk deze tekening goed.

Als je de waterkraan opent, gaat de waterturbine draaien.
Welke bewering is juist?

- De turbine draait het hardst als er geen lampjes zijn aangesloten op de dynamo
- De turbine draait het hardst als er zoveel mogelijk lampjes op de dynamo zijn aangesloten
- De turbine draait altijd even hard, ongeacht het aantal aangesloten lampjes
- De turbine staat direct stil als je lampjes op de dynamo aansluit

BIJLAGE D5

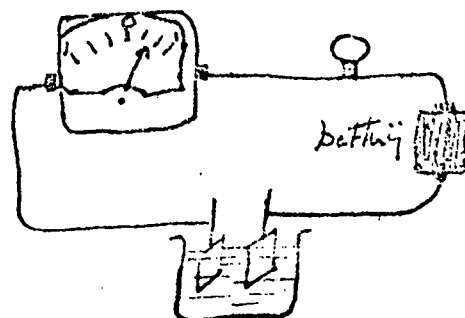
29. Welke emmer, A of B, zal het eerst vol zijn, denk je, of maakt het geen verschil. Verklaar je antwoord.



30. De opvoerhoogte van een pompje is voor water 100 cm. Als we door de pomp olie omhoog laten pompen blijkt dat de opvoerhoogte dan 120 cm. is. Zou jij dat kunnen verklaren.
31. In een bakje met water drijven een lucifer en een paperclip. Beide blijven aan de oppervlakte maar om een heel verschillende reden! Leg uit hoe dat zit.

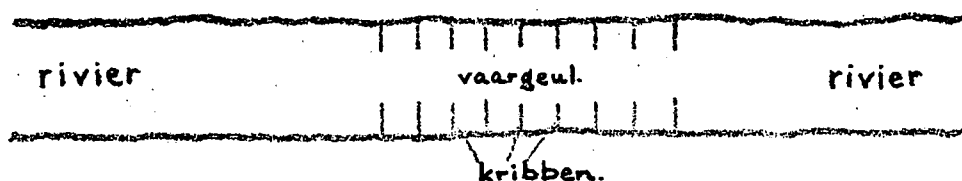
32. Water geleidt electriciteit slecht. Op welke manier kan ik er voor zorgen dat water beter gaat geleiden?
Maak een tekening van de schakeling waarmee je dit kunt onderzoeken.

33. In deze schakeling, waarin het bakje gevuld is met vuil water, blijkt de meter wel uit te slaan maar het lampje brandt niet. Hoe kan dat? Zou je een mogelijkheid kunnen noemen waarmee je in deze situatie het lampje wel aan het branden krijgt.



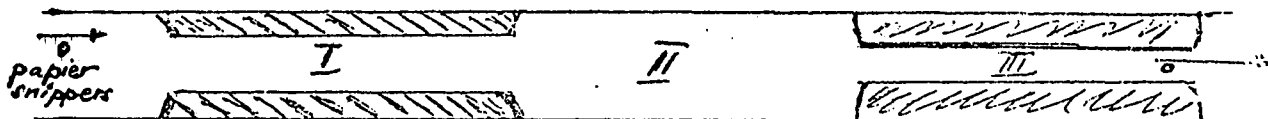
34. Een papiersnipper drijft door de stroombak in 2,5 seconde. Een andere (later) in 3,7 seconde. Welke van de twee had de grootste snelheid?

35. Een rivier wordt soms plaatselijk wat smaller gemaakt met kribben.



Wat kun je zeggen over de stroomsnelheid van het water in de vaargeul tussen de kribben?
Kun je ook verklaren hoe dat komt?

36. Jenny heeft na de proef met de stromingsgoot de stroombak wat gewijzigd. In bovenaanzicht ziet de stroombak er nu uit als hieronder is getekend. Er zijn drie stukken van verschillende breedte en gelijke lengte.



Jenny heeft de papiersnippers van links naar rechts laten stromen en in haar schrift drie tijden genoteerd. Er staat: 2 sec, 3 sec, 4 sec. Maar Jenny weet niet meer welk tijdinterval bij welk deel hoort. Help haar eens:

- A. voor stromen door I, II en III is nodig resp. 2 sec, 4 sec, 3 sec.
- B. Idem, maar respectievelijk 2 sec, 3 sec, 4 sec.
- C. Idem, maar respectievelijk 3 sec, 4 sec, 2 sec.
- D. Idem, maar respectievelijk 3 sec, 2 sec, 4 sec.

BIJLAGE D5

37. Jantje doet uitspraken over de stroomsnelheid van water in een rivier. Als het water in de rivier sneller stroomt, kan dat komen omdat

- . de rivier daar smaller is
- . de rivier daar ondieper is
- . het verval daar groter is

Welke van deze uitspraken is juist?

- A. 1 en 3 zijn goed
- B. alleen 3 is goed
- C. alleen 2 is goed
- D. ze zijn allemaal goed

38. I. Een liter water van de Dode Zee weegt wel 1,25 kg.
II Een kubieke meter water uit de waterleiding weegt wel 1000 kg

- A. I en II zijn juist
- B. I is juist en II is onjuist
- C. I is onjuist en II is juist
- D. I en II zijn beide onjuist

39. In de centrale verwarming bij mij thuis staat de ketel op zolder. Het is een installatie waarin een waterpomp is aangebracht. Welke van de vier beweringen is waar?

- A. De pomp is nodig, want anders gaat het water in dit geval niet stromen.
- B. De pomp is helemaal niet nodig; als water wordt verwarmd gaat het vanzelf stromen.
- C. De pomp is niet nodig, want het water gaat toch wel stromen. Maar de pomp is erin gezet om het water sneller naar de radiator te brengen. Dan kan het water onderweg minder afkoelen.
- D. Het water gaat vanzelf wel stromen, maar de pomp moet zorgen dat het de goede kant opstroomt. Het water moet immers van de ketel naar de radiator en niet omgekeerd.

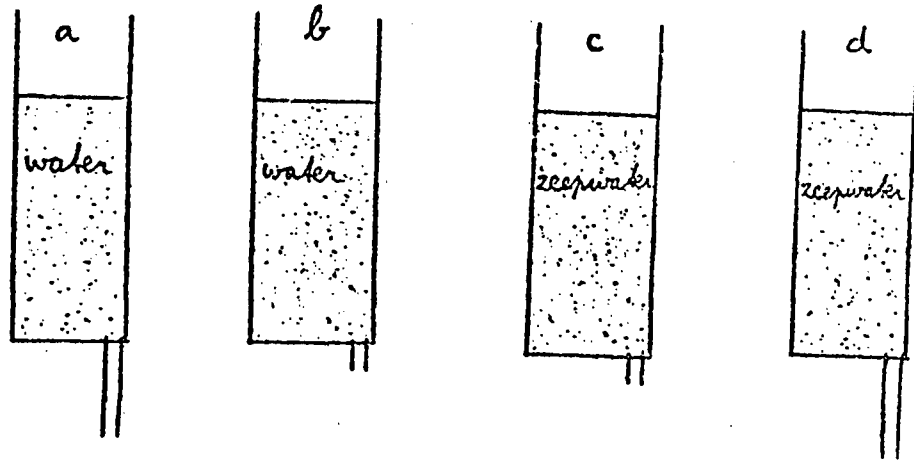
40. Door twee precies dezelfde trechters giet ik zeepwater en gewoon water. Door welke trechter zal het water het snelst wegstromen?

*door
zeepwater?*

BIJLAGE D5

41. Hieronder zie je getekend vier even brede vaten. Onder aan elk vat zit een buisje.
Als de vaten via de (even dikke) buisjes leegstromen, dan zal het eerste leeg zijn:

- . vat a
- . vat b
- . vat c
- . vat d

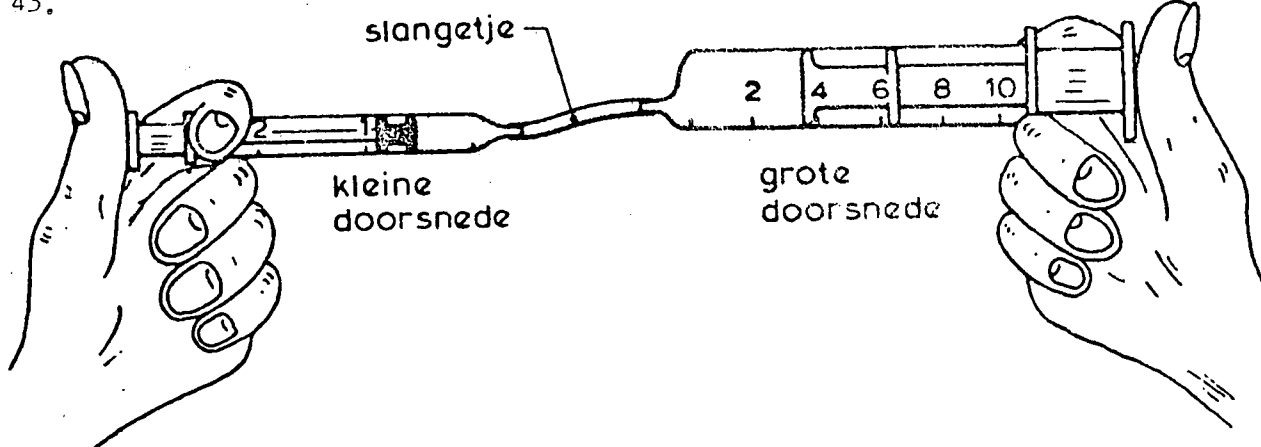


41. In zeepwater is de oppervlaktespanning

- A. nul geworden
- B. kleiner dan in gewoon water
- C. groter dan in gewoon water
- D. even groot als in gewoon water

42. Beschrijf kort een manier waarmee je de oppervlaktespanning van suikerwater, zeepwater en zout water met elkaar kunt vergelijken.

43.

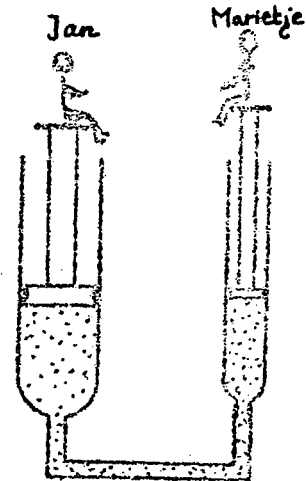


Twee leerlingen, Jan en Kees, doen de volgende opdracht:

- verbind beide spuit
- vul het stuk tussen de zuigers met water
- druk eens op de zuiger van de grote spuit, terwijl je probeert de kleine zuiger tegen te houden. Druk ook eens op de zuiger van de kleine spuit, terwijl je de grote zuiger probeert tegen te houden. Houd de slang goed vast of maak hem vast. Wat merken ze nu?

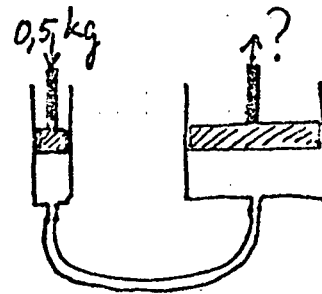
BIJLAGE D5

44. Jan en Marietje zijn even zwaar en zijn elk op een zuiger gaan zitten. De zuigers gaan bewegen. Kun jij vertellen hoe de zuigers (en dus Jan en Marietje) bewegen?



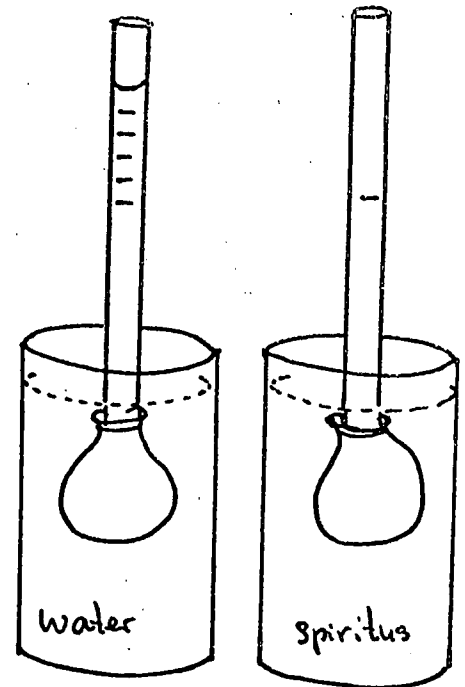
45. Zie de tekening van vraag 44. Weet je ook wie van de twee, Jan of Marietje, de grootste afstand aflegt?

46. De doorsnede van de rechte cilinder is 77 cm^2 , die van de linker 11 cm^2 . Als ik links met een kracht van $0,5 \text{ kg}$ duw, hoeveel kracht kan ik dan rechts uitoefenen. Laat zien hoe je aan je antwoord komt.



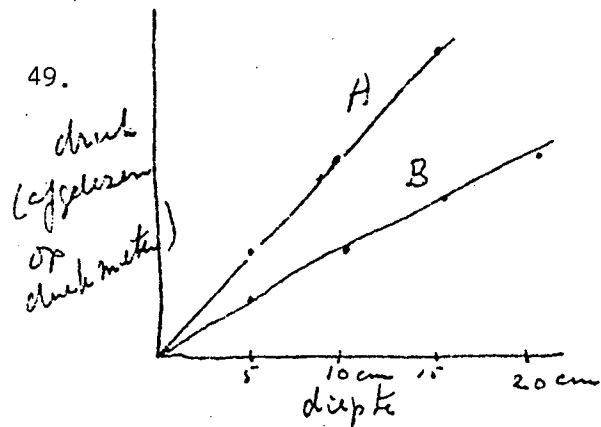
BIJLAGE D5

47. De proef met de ballon aan de nauwe glazen buis wordt twee keer gedaan: één keer in een fles water en één keer in een fles spiritus. Steeds wordt de buis 1 cm dieper in de vloeistof gestoken en bij elke stand wordt er met viltstift een streepje gezet op de nauwe buis bij de stand van het water in de buis. Op de buis in de fles met water staan de streepjes nog, maar de streepjes op de buis in de fles met spiritus zijn op één na afgeveegd; alleen het aller-eerste streepje staat er nog. De afstand tussen de streepjes op de buis in de spiritus zijn:

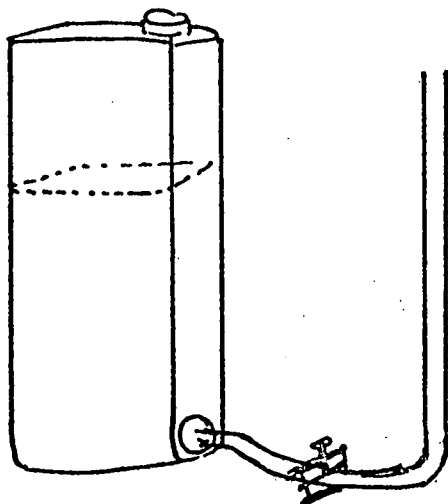


- A. groter dan bij de buis in het water
- B. even groot als bij de buis in het water
- C. kleiner dan bij de buis in het water
- D. niet te voorspellen

48. Deze twee grafiekjes kreeg ik toen ik de druk mat op verschillende diepte in twee verschillende vloeistoffen. Welke vloeistof was volgens jou de zwaarste en hoe kun je dat uit die grafiekjes opmaken?



49.



De grote plastic fles is goed vol met water. De smalle glazen buis is met een slang aan de fles verbonden. Vóórdat de slangklep wordt losgemaakt zegt één leerling (Kees): "Het water zal nu zelfs uit de buis stromen". Een ander zegt (Piet): "Het water komt wel in de buis maar niet zo hoog als nu in de fles".

- A. Kees en Piet hebben beide gelijk
- B. Kees heeft gelijk en Piet heeft geen gelijk
- C. Kees heeft geen gelijk maar Piet heeft wel gelijk
- D. Kees en Piet hebben beide geen gelijk

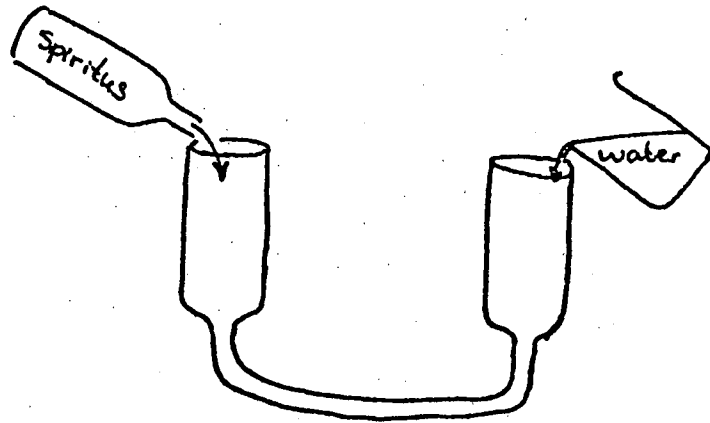
BIJLAGE D5

50. Spiritus is "lichter" dan water; een hoeveelheid spiritus weegt minder dan eenzelfde hoeveelheid water.

De getekende buizen zijn even dik.

De linker buis vullen we met spiritus en de rechter met water.

Over de stand van de spiritus in het linker been kun je nu zeggen:



- A. dat staat lager dan het water in de rechter buis
- B. dat staat even hoog als het water
- C. dat staat hoger dan het water in de rechter buis
- D. dat daar niets over te zeggen valt

*wordt te
mengt*

films

over water (leiding)

water voor waterland

Dreigt er een tekort aan drinkwater in ons waterrijke Nederland? Raakt de voorraad winbaar zoet grondwater uitgeput? Kunnen we de vervuilde rivieren Rijn en Maas blijven gebruiken wanneer we in het magische jaar 2000 driemaal zoveel water nodig hebben voor industrie en bevolking?

Een bevolking die dan naar schatting zal zijn toegenomen tot zo'n 16 miljoen mensen.

Voor het verwachte industriële gebruik moeten we dan uitgaan van een jaarlijkse behoefte van ± 4 miljard m³.

De Rijksoverheid en de waterleidingbedrijven werken samen plannen uit om Nederland straks niet op een droogje te laten zitten. Grote werken worden uitgevoerd, veel speurwerk wordt verricht om op de toekomst voorbereid te zijn.

Men zou in ons land immers vreemd staan te kijken als de waterleidingbedrijven op een zeker moment bekend zouden maken: helaas geen drinkwater vandaag.

Onze samenleving is ondenkbaar zonder een constante, betrouwbare openbare drinkwatervoorziening.

Wat daar allemaal voor nodig is vertelt 'Water voor Waterland'. Wim Povel's journalistiek gemaakte filmreportage geeft in een kort tijdsbestek zeer veel informatie. De materie is niet eenvoudig; daarom is de film vooral geschikt voor het voortgezet onderwijs of voor volwassenen, die in milieu en toekomst geïnteresseerd zijn. De film werd gemaakt in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne en de Vereniging van Exploitanten van waterleidingbedrijven in Nederland VEWIN.

21 minuten, kleur; optisch geluid.
Voor ouder dan 10 jaar.

dorstig europa

'Tatort Europa' luidt de originele Duitse versie van deze filmimpressie over de problematiek van de openbare drinkwatervoorziening in de grote bevolkingsconcentraties in West-Europa: langs de oevers van de Rijn, de Seine, de Elbe, de Donau en de Zwitserse meren. De Duitse titel duidt op het misdadige karakter van de vervuiling van het water: wie vervuult pleegt een misdrijf. De plaatsen van dit misdrijf vindt men overal langs rivieren en meren in dit dichtst bevolkte deel van de wereld: door onoplettendheid en gebrek aan belangstelling doen we er allemaal aan mee.

Zal de welvaartsmens in zijn eigen vuil stikken? De kijker maakt een bliksemsnelle tocht door een groot deel van West-Europa: Rotterdam, Amsterdam, Roergebied, Basel, Zürich, Bodensee, Wenen, Parijs, Hamburg

In een bonte rij passeren de vervuilers en de slachtoffers van die vervuiling de revue in deze beklemmende snel-gemonteerde, uiterst moderne filmimpressie van Henry Schnackertz.

De film kwam tot stand in opdracht van waterleiding- en waterbeheersinstanties in Duitsland, Frankrijk, Nederland, Oostenrijk en Zwitserland.

28 minuten; kleur; optisch geluid.
Voor ouder dan 12 jaar.

'Water voor Waterland' en 'Dorstig Europa' kunt u onder de gebruikelijke voorwaarden aanvragen bij de Filmotheek van de Rijksvoorlichtingsdienst. Desgewenst kan de Rijksvoorlichtingsdienst ook de projectie verzorgen.

Rijksvoorlichtingsdienst
Noordeinde 43
's-Gravenhage
Telefoon 070 - 18 38 30

leidingwater in een handomdraai

Water — of het nu grondwater, duinwater of oppervlaktewater is — dient vele behandelingen en bewerkingen te ondergaan, alvorens het tenslotte als fris, helder leidingwater door een simpele handomdraai ter beschikking komt van de consument. Deze film geeft een zeer duidelijk overzicht van de wijze waarop het hele proces van waterwinning, via waterzuivering tot de distributie van het leidingwater, door de waterleidingbedrijven wordt verzorgd.

Waar mogelijk werden de diverse fasen van het proces ter plaatse gefilmd; om een maximum aan duidelijkheid te bereiken werd ten overvloede verschillende malen gebruik gemaakt van schematische afbeeldingen en trucages.

12 minuten; kleur; optisch geluid.
Voor het basisonderwijs; schoolfilm.

De film is te huur bij NIAM, Stichting Nederlands Instituut voor Audio-visuele Media, Sweelinckplein 33, Postbus 6426 te 's-Gravenhage, telefoon 070 - 60 09 24.

das beste aber ist das wasser

Nederlands gesproken (kleur; 25 minuten). In de Nederlandse taal nagesynchroniseerde versie van een voor de Duitse televisie vervaardigde film uit de serie „Das Grosse Gleichgewicht”. De film die in juli 1971 door de Nederlandse televisie werd vertoond, geeft een algemeen beeld van de wijze waarop en de mate waarin oppervlaktewater in meren en rivieren afval kan verwerken en waarschuwt daarbij voor te grote verwachtingen. Getoond wordt hoe de normale kringloop in de natuur is: er groeien planten, die voedsel vormen voor de vissen en bacteriën ontbinden alles wat sterft. Maar dan komt de mens, die zijn afval in het water werpt. Meren, rivieren en zeeën worden vuil. Want hoewel het water onder normale omstandigheden veel verontreiniging kan verwerken en wegzuiveren, zijn er grenzen.

Bij een teveel aan vuile stoffen gaat het water dood en daarmee alles wat erin leeft. De onmisbare rol van water en drinkwater in onze samenleving komt duidelijk tot uitdrukking.

Voor ouder dan 10 jaar.

Te leen bij VOORLICHTING-VEWIN, Postbus 70, Rijswijk 2109, telefoon 070 - 90 27 20.

levend water

Shell-film (kleur; 21 minuten).

Naarmate de welvaart toeneemt, heeft de mens steeds meer water nodig voor huishoudelijk gebruik en industrie. De behoefte is zo groot geworden, dat het water van sommige rivieren vele malen gebruikt wordt alvorens het de zee bereikt. De rivieren worden echter niet alleen als leverancier van water benut, maar ook als transporteur van afval. Een zekere hoeveelheid afval kan een rivier verwerken. De verontreiniging wordt dan door levende organismen tot onschadelijke stoffen afgebroken. Is de rivier echter overbelast, dan gaat dit zelfreinigend vermogen verloren. De onmisbare levende organismen sterven en het water wordt troebel en onbruikbaar.

In vele dichtbevolkte gebieden dreigt, door overbelasting van de rivieren, reeds een ernstig tekort aan bruikbaar water. De bouw van zuiveringsinstallaties voor stedelijk en industrieel afvalwater biedt een oplossing voor dit probleem. Er is echter een flinke achterstand in de bouw van dergelijke installaties. Grote financiële offers zullen nodig zijn om deze in te lopen. In de film komen authentieke, gedeeltelijk sterk vertraagd opgenomen, beelden voor van bacteria en micro-organismen, aan de hand waarvan het zelfreinigend vermogen van water wordt uitgelegd. 'Levend Water' is gebaseerd op Europese omstandigheden.

Voor ouder dan 10 jaar.

Te leen bij de Shell-filmdienst, Postbus 1222, Rotterdam, telefoon 010 - 14 51 44.

Diaserles:

Vervuiling van het water. - Polygoon.
Mijn wereld, water 1 en 2. - Cavu-Centrum
Audisvisuele Uitgaven Ubbergen.
De Rijn, 1 en 2. - Fibo-Beeldonderwijs, Zeist.
Kom mee naar het water. - KRO/NCRV.
Water (vriend en vijand) 1 t/m 6. - KRO.
Helder water. - NCRV.
Een wereld in een waterdruppel. - NCRV.
De watervoorziening van Nederland. - Polyvisie, Hilversum.

Stempels:

Noord Ned. Stempelfabriek, Groningen:
watersport - waterrad - aquaduct - peilschaal -
watermolen - enz.

Brochures/boeken:

Ons dagelijks water. VEWIN.
Wandplaat Drie methoden van drinkwaterproductie in Nederland. VEWIN.
Affiche: Europees Handvest voor het Water. VEWIN.
Water. Uitg. Parool/Life.
Fluoride. Ministerie van Sociale Zaken en Volksgezondheid.
ANWB-brochures betreffende „vuil water”.
Nederland Nu. Nr. 17 maart 1963.
Ons kostbaar drinkwater. Serie Informatie, uitg. Ruiters, Gorinchem.
Wereldverkenning voor kleuters. Het water. Thieme, Zutphen.
Een Wimpie-boek over het water (voor kleuters). Uitg. Kok, Kampen.
Tijdschrift Perspektief nr. 1 '70. Uitg. Ten Brink, Meppel.
Nederland en het water. Rijksvoorlichtingsdienst '66.
Deltaplan. Ministerie van Verkeer en Waterstaat '67.
I & I reeks documentatiekaarten, Duwaer, Amsterdam.

vereniging van
exploitanten van waterleidingbedrijven
in nederland vewin
kiwa-gebouw
sir winston churchill-laan 273
telefoon 070 - 90 27 20
rijswijk 2109

APPARATUURGIDS

INHOUD

WERKEN MET WATER

Inleiding	80
Benodigdheden per proef en onderzoek	82
Materiaaloverzicht	95
Bijzonderheden	99
Werkbeschrijvingen	100
Adressen	102

INLEIDING

INFORMATIE OVER DE VORM EN DE INHOUD VAN DE APPARATUURGIDS.

1. De basisproeven.

Deze apparatuurgids bevat informatie over de praktikum en audiovisuele materialen die bij "Werken met Water" horen.

Omdat een school, die voor het eerst met "Werken met Water" aan de gang gaat, nogal wat kosten en moeite in het verzamelen van de benodigde materialen moet steken, zeker als het een MAVO zonder technische assistentie betreft, hebben wij in deze apparatuurgids zogenaamde "basisproeven" aangegeven.

Dat is gebeurd met een "b" in de kantlijn.

De basisproeven zijn zo uitgekozen dat deze overeenstemmen met de voorgestelde leerstoflijst op blz. 35 van de AVOL.

Het is mogelijk "Werken met Water" met de klas te doen met behoud van de meest essentiële kenmerken, ook al beperkt u zich daarbij tot de basisproeven. Natuurlijk mist u ook veel en is het raadzaam, als u voor alléén de basisproeven kiest, er alvast rekening mee te houden dat u het volgende jaar enkele niet- basisproeven kunt meenemen.

N.B. U kunt meer materiaal nodig blijken te hebben dan in deze apparatuurgids staat aangegeven. Want uw leerlingen kunnen werk vragen willen uitzoeken waarvoor andere materialen nodig zijn. Geef zo mogelijk inzicht in de eventuele materialen die de leerlingen ook nog mogen gebruiken. Dat zal het stellen van "goeduitvoerbare" werk vragen stimuleren.

2. Benodigdheden per proef en onderzoek.

Dit overzicht bestaat uit twee kolommen. De linker kolom bevat aanwijzingen voor de proeven. In de rechter kolom staan de benodigde materialen en apparatuur.

Iedere proef wordt apart weergegeven. Voor de proef staat een verwijsnummer (....).

Het verwijsnummer is van belang voor de overzichtslijsten. Daarmee wordt het materiaal teruggekoppeld naar de proeven, zodat onmiddellijk vastgesteld kan worden hoe vaak en waar het materiaal in de diverse proeven gebruikt wordt.

In de linker kolom wordt tevens aangegeven:

- de plaats van de proef in het themaboek, blz. nummer
- de werkvorm, bijvoorbeeld leerlingenproef, knutselproef e.d.
- korte samenvatting van leerdoelen en leerlingactiviteiten in relatie met de aard van de benodigdheden die in de rechter kolom staan.
- foto's en/of tekeningen indien deze ter verduidelijking nodig zijn.

In de rechter kolom staan per proef de benodigdheden.

Indien nodig wordt door ! teken de leraar opmerkzaam gemaakt voor proefjes die extra aandacht en voorbereiding vragen.

Aanwijzingen die van speciaal belang zijn worden in de betreffende kolommen omkaderd: in de linker kolom in het belang van de les; in de rechter kolom met betrekking tot de proef.

Tussen de regels staan vaak kleine tips en alternatieven vermeld.

Bouwtekeningen en foto's waarin staat hoe men zelf diverse apparaten kan

INLEIDING

bouwen en samenstellen staan tussen de teksten in.

3. Materiaal overzicht ten behoeve van aanschaf, organisatie en berging

Deze lijst is onderverdeeld in 7 rubrieken:

- specifieke apparatuur en materiaal
- meten en wegen
- audiovisuele media
- algemene hulpmiddelen zoals statiefmateriaal e.d.
- gereedschappen e.d.
- chemicaliën e.d.
- verbruiksmateriaal, zoals papier e.d., lijm, potjes, blikken, waarmee leerlingen zelf apparaten kunnen maken.

De aantallen die in het materiaaloverzicht vermeld staan zijn gebaseerd op het materiaal dat nodig is voor de lessenserie van één klas.

Verondersteld is daarbij dat:

- de oefening werkvragen stellen door de hele klas in kleine groepjes (2 à 3 leerlingen) gedaan wordt.
- de waterbladen in groepjes van ongeveer drie leerlingen gedaan worden. Deze groepjes kunnen vrij voor een waterblad kiezen.
- de wateronderzoeken ook door die groepjes naar vrije keuze worden gedaan. Bij verplicht stellen van enkele wateronderzoeken is het raadzaam daarvan meer opstellingen te gebruiken.
- elke demonstratie door één groepje wordt voorbereid en uitgevoerd.

De kolom basis geeft de absolute minimum aantallen van de basisproeven voor een redelijk gevulde klas (+ 20 leerlingen). In de kolom extra vindt u mogelijke uitbreidingen zowel met betrekking tot de niet-basisproeven als tot het aantal opgestelde basisproeven.

Er is ook een kolom voor geschatte kostprijzen, en een kolom diversen of alternatieven met ruimte voor aantekeningen voor bijvoorbeeld adressen, eigen alternatieven e.d.

Deze lijst kan tevens dienen voor gefaseerde aanschaf en voor het opbergen.

4. Bijzonderheden, onder andere bouwbeschrijvingen en tekeningen.

5. Waar verkrijgbaar.

De adressenlijst bevat hoofdzakelijk adressen van leveranciers van leer- en hulpmiddelen voor de natuurwetenschappen. Handig is het om zelf een lijstje samen te stellen van bedrijven, winkels in de omgeving van de school waar het verbruiksmateriaal e.d. verkrijgbaar is.

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
o	<p>Werkvragen stellen</p> <p>klassikale leerlingen praktikumproef. Deze oefening wordt door de hele klas in kleine groepjes (2 a 3 leerlingen) gedaan.</p> <p>Op het filtreerpapier om de cm een streepje met potlood plaatsen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ca. 7 grote bekerglazen bijv. 600 a 1000 ml. - houten latjes waaraan een velletje filterpapier wordt gehangen of statiemateriaal - punaises - filtreerpapierstroken + 5x20 cm, beter dan toiletpapier - schaar evt. - liniaal - potlood - horloge/stopwatch - schrijfpapier

1. Waterbladen

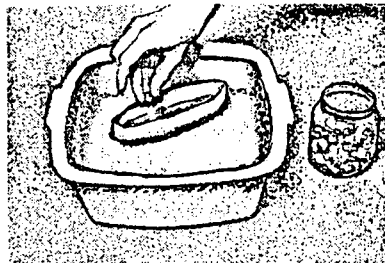
Enkele algemene opmerkingen.

De "Waterbladen" (7 stuks) zijn losse bladen en worden gebruikt in de kennismaking - inleef - en verwerkingsfase (z.g. aanrommelfase) van dit thema.

Aangezien de wateronderzoeken (1 t/m 11) de bladen 1 t/m 7 dezelfde leerstof betreffen als deze waterbladen kan deze aanrommelfase vrij blijven van leerstof. De leerlingen doen minstens twee bladen en werken in groepjes.

In de klas staan de opstellingen met de bijbehorende waterbladen klaar (eventueel enkele in tweevoud). Het is mogelijk het aantal te beperken (bijv. tot de basisbladen) of uit te breiden (bijv. met werkbladen uit de oude versie van "Werken met Water").

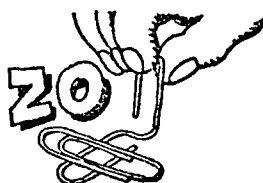
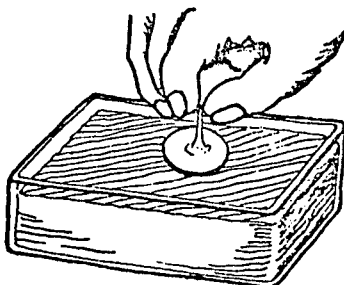
- b(1) Leerlingenproef waterblad 1
Een boot laden



- aquariumbak (plastic) of wasteiltje
 - plasticine, plastella of iets dergelijks
 - knikkers (normale grootte)
- mogelijke verdieping bijv. emmer of bakje onder water duwen om de opwaartse krachtwerking te ervaren.

Let op! Van Nat plasticine kan je geen boot maken! Dus voor voldoende plasticine zorgen.

- b(2) Leerlingenproef waterblad 2
De stevigheid van het wateroppervlak



- 2 bakjes (laag model)
 - punaises
 - paperclips
 - afwasmiddel of zeep (wat verdunde oplossing)
 - i.p.v. water spiritus, olie
 - evt. andere voorwerpen, of krijtstof als uitbreiding
- * Hint: materiaal eerst goed schoon maken

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

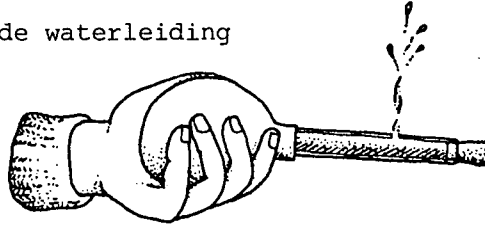
beschrijving proef of onderzoek

benodigdheden

b(3)

Leerlingenproef waterblad 3

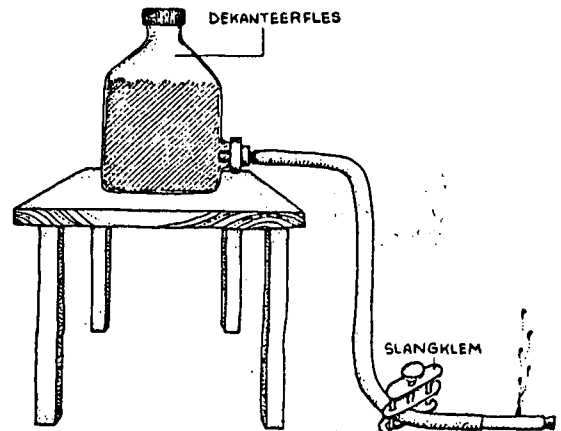
Een gat in de waterleiding



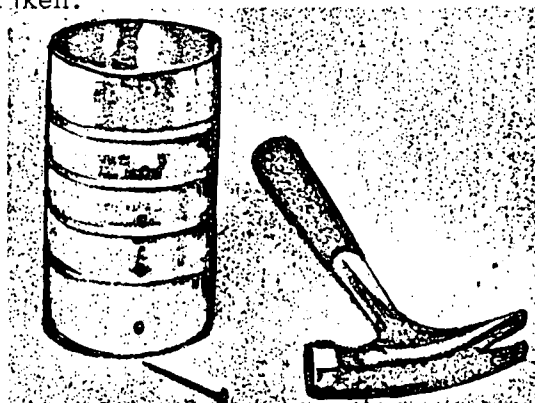
- o In een ballon gevuld met water knijpen.

Doe deze proef op een plaats waar het spuiten met water geen last veroorzaakt bijvoorbeeld buiten.

- buisje van plastic of perspex waarbij dicht bij het einde een klein gaatje in de wand geboord is.
- ballon (niet te kleine)
- kurk
- decanteerfles (dat is een fles met een extra opening bij de onderkant)



- o Water stroomt wel of niet snel in de decanteerfles en hoe hoog/hoe ver spuit het.
- o Waterstralen uit een blik met gaatjes bekijken.

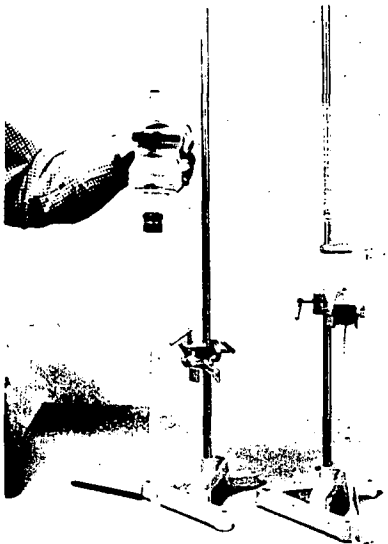


- slang
- kurk of rubberen stop met gat
- slangeklem
- blik met gaatjes (hoog blik)
- * Hint 1: boor de gaatjes in het blik niet precies boven elkaar, maar een beetje opzij dan vallen de stralen niet op elkaar.
- * Hint 2: plaats het blik aan de rand van de tafel of hoger, waterstralen zijn beter waar te nemen.
- opvang in een plastic afwasbak

Mogelijke uitbreiding:

- o Luchtdruk boven het water in de decanteerfles vergroten door blazen
- o iets op het water in de decanteerfles laten drijven
- o stop op de fles

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

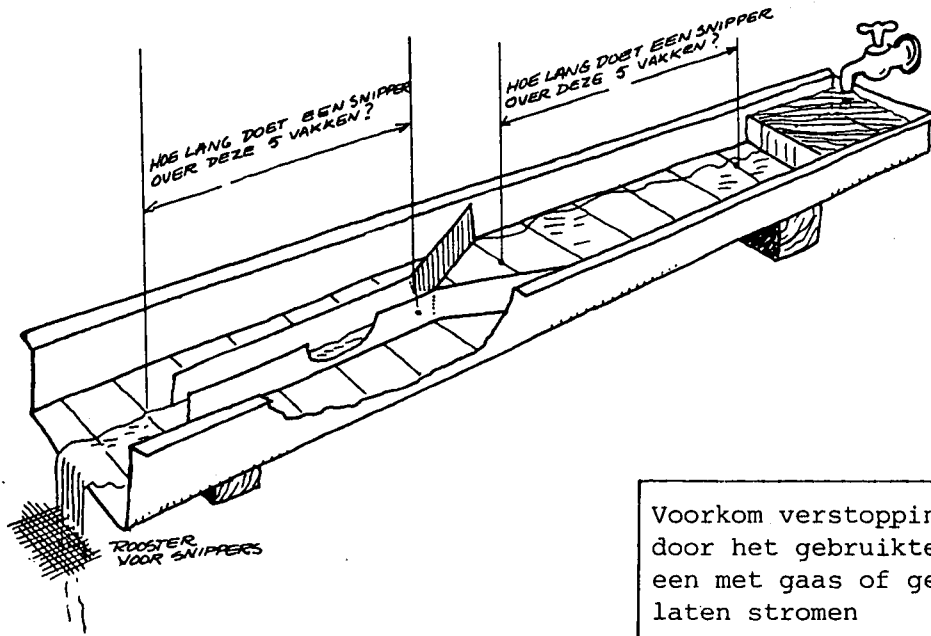
verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
b(4)	<p>leerlingenproef waterblad 4</p> <p>In het water kijken</p> <p>mogelijke uitbreiding: andere vloeistoffen bijv. heldere olie, glycerine.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - aquariumbak (van glas of plastic) - lineaal - breinaal of fietsspaak - munt bijv. stuiver (leerlingen) - groot bekglas
b(5)	<p>Leerlingenproef waterblad 5</p> <p>Een flesjeswaterpas</p>  <p>mogelijke uitbreiding: communicerende vaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - flesjeswaterpas (2 plastic flessen) - slang * Hint: flesjeswaterpas is gemakkelijk zelf te maken van 2 lege plastic bijv. azijnflessen zonder bodem en een stuk soepele tuinslang - touw - plastic bijv. van een zakje - statiefmateriaal - schaar - mesje - bak of gootsteen om overstromend water op te vangen
b(6)	<p>Leerlingenproef waterblad 6</p> <p>De stroombak</p> <p>o snelheid van het water meten o werken met versnellingen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - stroombak - papiersnippers bijv. uit perforator - stopwatch - blokken hout - plasticine - materiaal om versmallingen te maken, bijv. metalen vierkantige staven of strippen - evt. zand

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

beschrijving proef of onderzoek

benodigdheden



Voorkom verstopping van de afvoer door het gebruikte water eerst in een met gaas of gedekte bak te laten stromen

(7)

leerlingenproef waterblad 7

Water en electriciteit

o maken van een elektrische schakeling

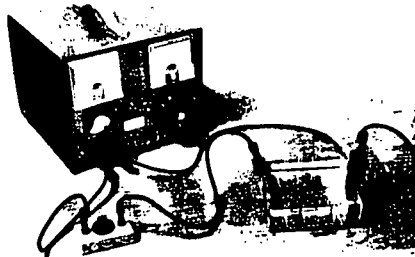
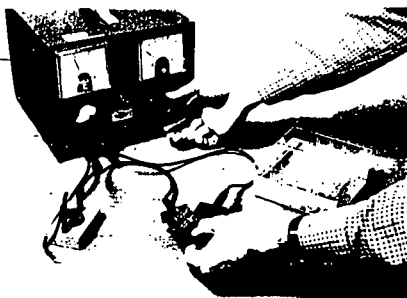
spanning zo instellen dat het lampje fel brandt als de twee plaatjes tegen elkaar worden gehouden en spanning desgewenst vastzetten

- spanningskastje of batterijen
- evt. plakband
- vierkant bakje bijv. plastic lade van Raaco
- 2 koperen plaatjes

* evt. andere plaatjes

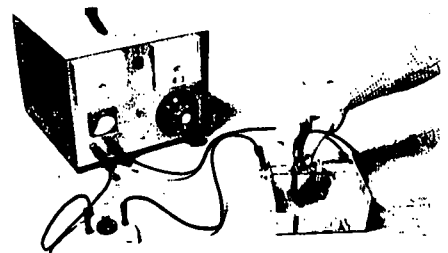
- fitting E10 met lampje
- verbindingssnoeren
- gedestilleerd water
- zout
- suiker
- afwasmiddel

- * evt. andere vloeistoffen zoals:
 - azijn
 - spiritus (brandgevaarlijk)
 - lintaal of strook cam 1mm papier



Uitbreiding

Leerlingen kunnen de geleidbaarheid van de vloeistoffen meten door op het punt dat de lampjes nog net branden de afstand van de plaatjes te meten. Handig is om een strook cm/mm of gewoon een strook papier met wat streepjes onder het heldere bakje te leggen.



BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
-------------------	---------------------------------	---------------

2. De wateronderzoeken

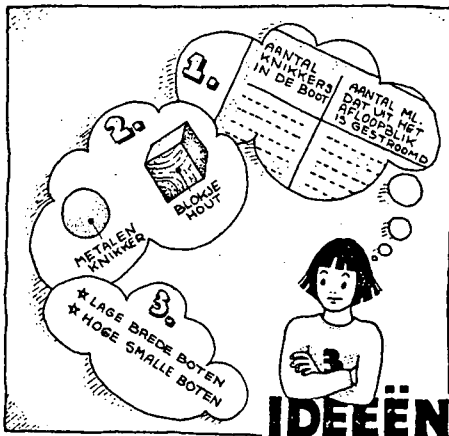
Enkele opmerkingen:

Het themaboek bevat elf wateronderzoeken. De wateronderzoeken 1 t/m 7 bevatten een verdieping van de waterbladen 1 t/m 7 en gaan over dezelfde leerstof.

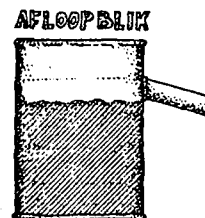
De leraar kan, mede rekening houdend met het beschikbare praktikum-materiaal vaststellen welke onderzoeken verplicht zijn en welke onderzoeken gekozen kunnen worden, zie AVOL blz. voor een voorstel voor de leerstof.

Aangeraden wordt om die verplicht gestelde onderzoeken in twee- of meervoud uit te voeren.

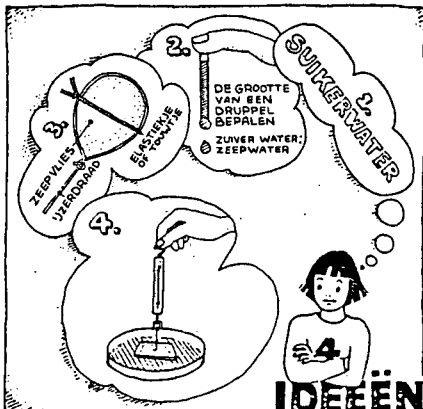
- b(8) Leerlingenproef Wateronderzoek 1
Blijven drijven (blz. 21)
Aanleren begrip waterverplaatsing door voorwerpen op en in het water.



- koffiebekertje van plastic, een stuk stuk verkleind
- afloopblik met gesoldeerde of gelijmd pijpje
- * Hint: klein gaatje onder aan het einde van het pijpje geboord zorgt ervoor dat het water beter afloopt
- knikkers, per proef minstens zes nodig
- maatglas 50 of 100 cm³
- afwasmiddel
- schaar
- bekerglas met water



- b(9) Leerlingenproef Wateronderzoek 2
Op het water staan (blz. 23)
Stevigheid van het wateroppervlak onderzoeken



- 3 vierkante plaatjes perspex ca 1 mm dik met lusje van garen erop geplakt
- 40x40 mm groot
- 80x80 mm groot
- 160x160 mm groot
- veerunster tot 100 gr of 1N
- plasticine of iets dergelijks
- * Hint: plasticine evenwichtig verdelen.
- * Hint: plaatjes en bakjes heel goed schoon maken
- 2 bakjes (laag model) voor schoon- en zeepwater

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs

nummer

beschrijving proef of onderzoek

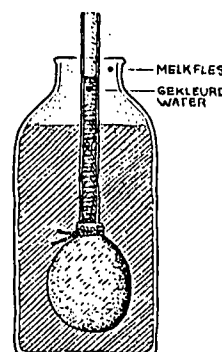
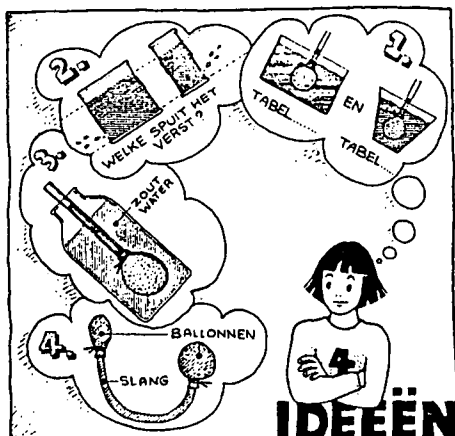
benodigdheden

b(10)

Leerlingenproef Wateronderzoek 3

Hoe dieper hoe drukker (blz. 25)

- meten van druk
- dieper in het water hoe groter de druk



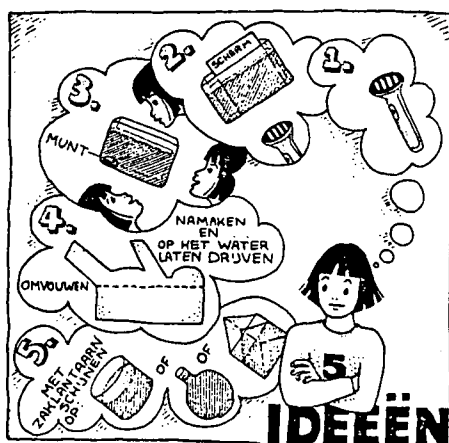
- glazen buis
- ballonnetje
- hoge wekfles of melkfles
- liniaal
- gekleurde vloeistof bijv. water met inkt
- rubber ringetje (van een slang geknipt) of waterbestendige viltstift

b(11)

Leerlingenproef Wateronderzoek 4

Licht en Water (blz. 27)

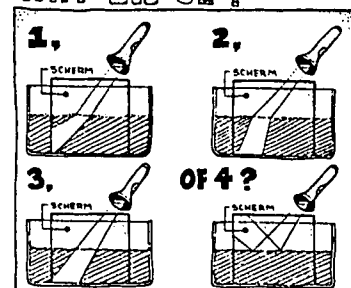
- o Knikking van een lichtbundel als het van lucht naar water of omgekeerd gaat
- o Kaatsende of spiegelende lichtbundel



!*: Verduisterde ruimte of een donker hoekje

- aquariumbak, liefst een lange smalle bak van glas of plastic
- zaklantaarn, liefst met een lens-lampje of een waarvan de lamp of reflector te verstellen is. Nodig is een smalle lichtbundel
- witte plaat (evt. kunststof) als scherm in het water
- stukje zwart karton met een spleet voor de zaklantaarn
- fluoreceïne evt.

WAT ZIE JE ?

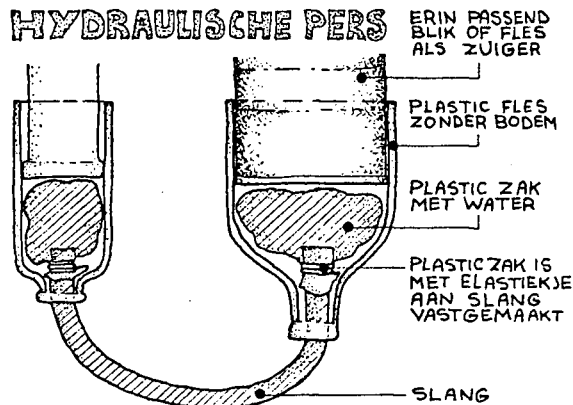
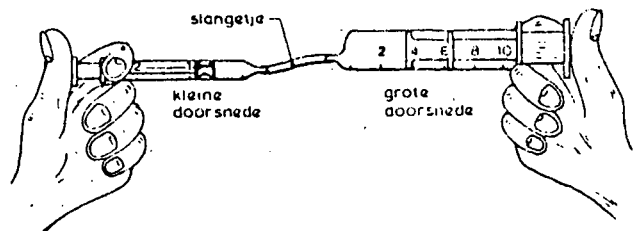


OF NOG IETS ANDERS ?

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
b(12)	Leerlingenproef Wateronderzoek 5 Met minder kracht meer mans o hydraulische werking	<ul style="list-style-type: none"> - 2 of meer dokterspuiten (zonder naald) van verschillende doorsnede met soepele rubberen zuiger - slangetje, plastic

- * hydraulische pers zelf te maken van:
- 2 plastic flessen zonder bodem bijv. lege azijnflessen
 - slang, grote bijv. tuinslang
 - 2 plastic (boterham)zakjes die waterdicht zijn
 - 2 piepschuim plaatjes passend in de fles



- elastiekjes
- * Statiefmateriaal waaronder:
 - 2 statieven, voet met stang
 - 2 dubbelklemmen
 - 2 kleine klemmen
 - schaar of mes

Montage

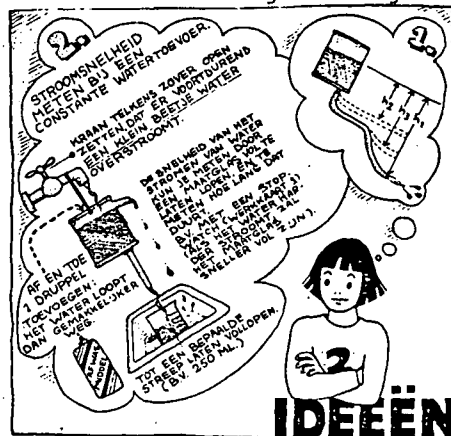
- o steek eerst de slangeinden door de halzen van de lege plastic flessen
- o maak eerst aan een einde van de slang plastic zakje vast met elastiekje
- o vul slangen en zak met water
- o vul tweede plastic zak voor een groot gedeelte met water en maak deze ook vast aan het andere eind van de slang, ervoor zorgend dat de lucht eruit ontsnapt is
- o schuif beide gedeeltelijk met water gevulde zakken voorzichtig in de flessen
- o plaats deze flessen rechtop met behulp van statiefmateriaal waarbij de slang met behulp van klemmen vastgehouden wordt
- o plaats op de zakjes, blik of fles als zuiger (ruim passend) alternatief schuimplastic plaatje, dit om plastic zakjes te beschermen.

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
-------------------	---------------------------------	---------------

b(13) Leerlingenproef Wateronderzoek 6

- o leeg laten stromen
meten van de leeglooptijd van een
blik
- o onderzoek doen naar blikken met
verschillende lengte slang



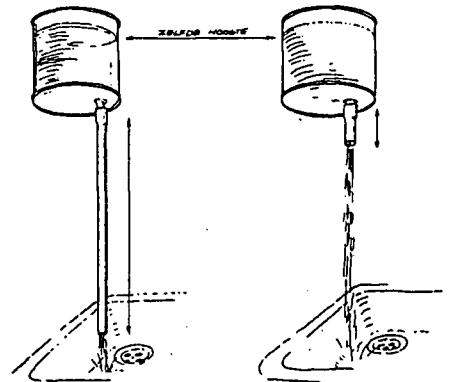
(14) Leerlingenproef Wateronderzoek 7

Electrische stroom in water

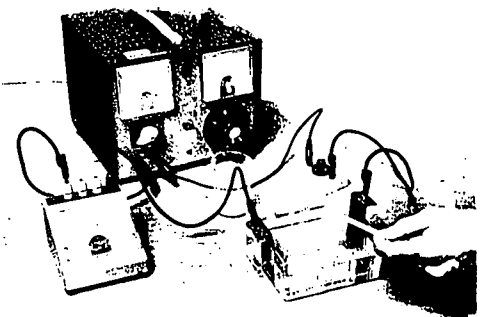
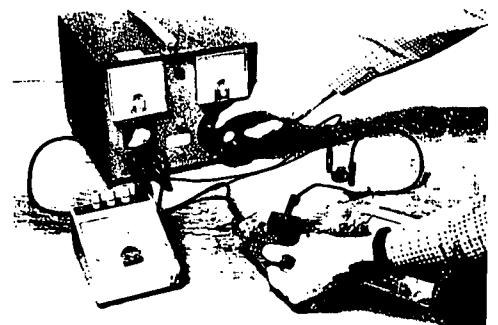
Stroomsterkte vergelijken bij geleiding
in water met geen, weinig en veel zout
erin.



- blik met een buisje in de bodem
 evt. een tweede
- slang
- stopwatch



- bakje water
- 2 metalen plaatjes
- fitting E10 met lampje (6v; 0,05A)
- spanningskastje (regelbaar)
- stroommeter
- verbindingssnoeren
- krokodilklemmen
- gedestilleerd water
- zout
- lepeltje



BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs

nummer

beschrijving proef of onderzoek

benodigdheden

(15)

Leerlingenproef Wateronderzoek 8

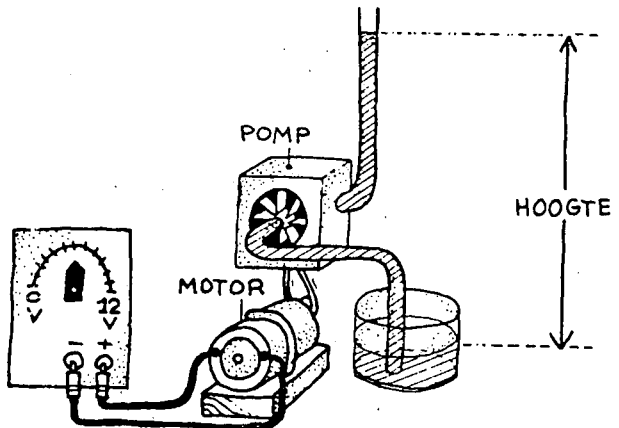
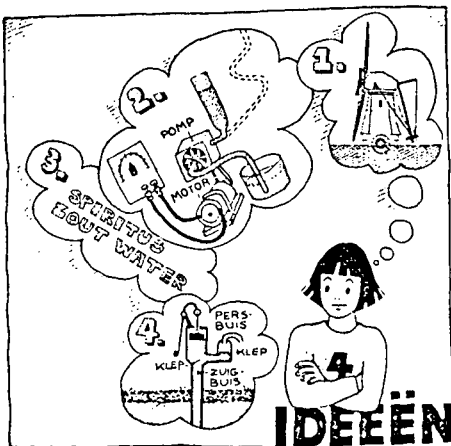
Van laag omhoog

Hoe hoog kan je met dit pompje het water omhoog pompen

- waterpompje met motor
- doorzichtige slangen
- spanningskastje
- bekerglas

- * Zorg ervoor dat in de slangen geen lucht (bellen) zijn
- * Voorkom doorbranden van de motor, dus geen groter aantal volts dan bij de pomp staat aangegeven

- verbindingssnoeren



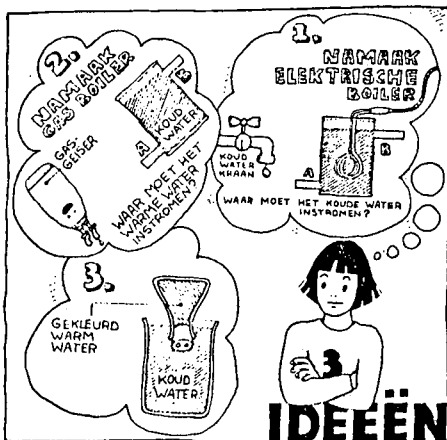
b(16)

Leerlingenproef, Wateronderzoek 9

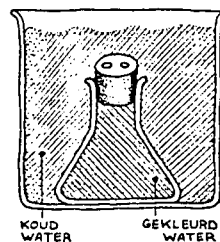
Heet op koud water

In dit onderzoek kunnen leerlingen te weten komen hoe het koude water van het warme gescheiden kan blijven

- bekerglas klein
- glas (hoog-smal)
- heet en koud water
- inkt
- potje, bijv. jampotje met deksel waarin twee gaten of flesje met kurk of rubberen stop dat tweemaal doorboord is
- groot bekerglas of aquariumbak (plastic)



ook erlenmeyer met gekleurd heet water



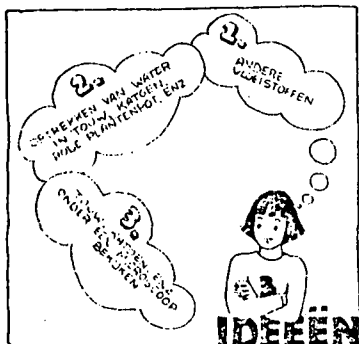
BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

beschrijving proef of onderzoek

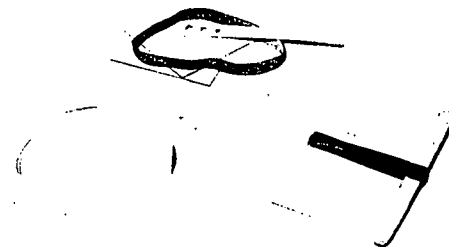
benodigdheden

- (17) Leerlingenproef Wateronderzoek 10
Hoe smaller hoe hoger
Op een andere manier kijken naar het omhoog kruipen van water



- gekleurd water (inkt)
- laag bakje bijv. petrischaaltje
- ca. vier glazen buisjes met verschillende inwendige doorsneden, ook capillairen
- 2 glazen plaatjes (dun 1 mm) bijv. 7x7 cm groot (grote diagmaasjes)
- breed elastiek
- ijslolliestokje of zoiets
- watervast Viltstift
- bakje (laag) met zeepwater
- plasticine

* Hint: buisjes, plaatjes en bakje goed schoonmaken



- b(18) Leerlingenproef, Wateronderzoek 11
De zwaarte van water
De zwaarte van verschillende vloeistoffen bepalen

- aquariumbak (plastic)
- plastic zakjes
- zout
- spiritus
- emmer max. 10L
- veerunster (12,5 kg) weegschaal
- maatbeker 1L (kunststof)
- maatglas 100 cm³
- balans met gewichten

Werkkaart 1 chronometer blz. 71
Werkkaart 2 de (milli) Ampèremeter blz. 72

- chronometer
- stroommeter, milliamperemeter
- lampje
- lamphouder
- batterijhouder + batterij
- verbindingssnoeren
- 2 bekersglazen 250 ml
- keukenzout
- weegschaal

Werkkaart 3 zout water maken blz. 74

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs

nummer beschrijving proef of onderzoek benodigdheden

3. Demonstratiebladen apart boekje

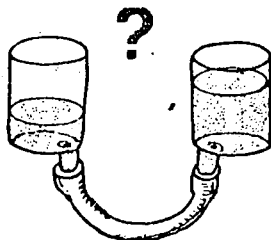
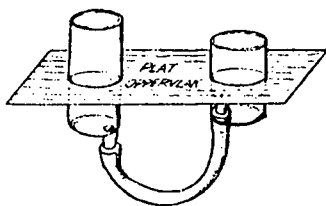
Elke groep krijgt alleen exemplaren van de demonstratie van keuze.

De andere demonstratiebladen krijgen ze niet te zien, anders is de afspinning bij de demonstratie er af.

b(19) Leerlingendemonstratieproef 1

Altijd even hoog?

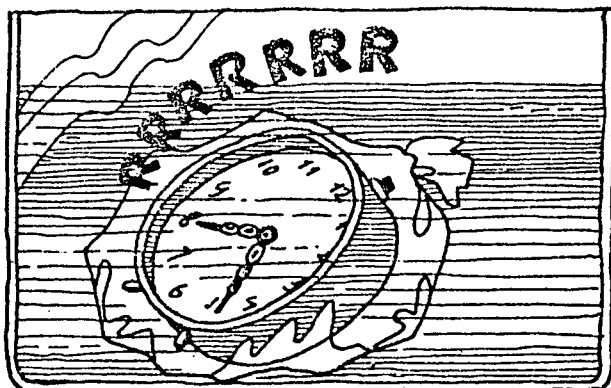
- heldere dikke plastic slang
ca. 1 m, bijv. tuinslang
- 2 glasbuizen
- zout
- inkt



b(20) Leerlingendemonstratieproef 2

Geluid onder water

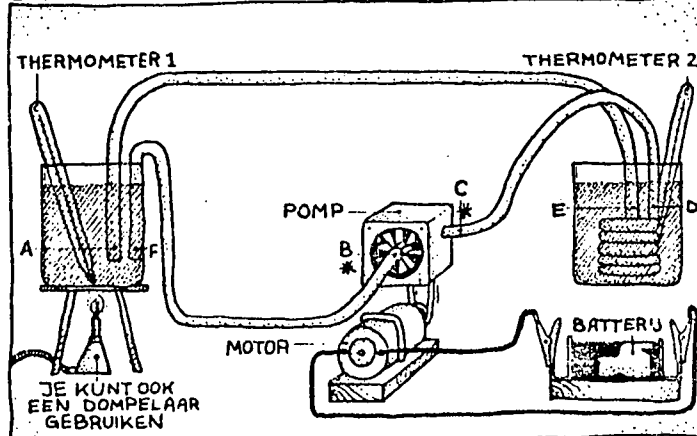
- fietsbel of wekker
 - plastic zak (niet lekkend)
 - elastiekje
 - aquariumbak
 - plaat of cassette met geluiden van walvissen e.d. onder water.
- Inlichtingen bij PLON
- ! Geschikte grammofoonplaten zijn
"Deep Voices", Capitol-EMI st.11598
"Songs of the Humpback Whale"
st.620



BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

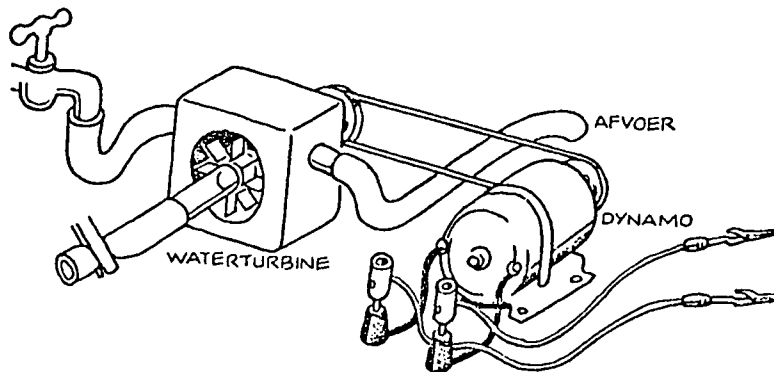
verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
b(21)	Leerlingendemonstratieproef 3 Centrale verwarming eenvoudig model	<ul style="list-style-type: none"> - 2 bekerglazen - waterpompje met motor - slang - koperen dompelaar - 2 thermometers -10 - +110 °C

MODEL VAN EEN CV-SYSTEEM



* LET OP DE AANSLUITING VAN DE SLANGEN EN DE POMP

b(22)	Leerlingendemonstratieproef 4 Waterkracht opwekken van electriciteit door waterkracht	<ul style="list-style-type: none"> - waterturbine - dynamo - 3 fittingen - 3 lampjes - aansluitsnoeren
-------	---	---



(23)	Leerlingendemonstratieproef 5 Het ontstaan van golven zie ook werkkaart 4 Leerlingen werken met de overheadprojector	<ul style="list-style-type: none"> - platte doorzichtige bak bijv. van perspex - overheadprojector - scherm - potlood - rond balkje - pipetje
------	---	---

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs nummer	beschrijving proef of onderzoek	benodigdheden
	zie ook werkkaart 5	- stroboscoop (evt.)
	film "Golven zien met de stroboscoop"	!- film (evt.) of videoband "Golven zien met de stroboscoop" NIAM - filmprojector of videoapparaat - stofzuiger of haardroger (evt.) - perspex plaat rechthoekig - perspex plaat schuin aflopend of zand

Tip: De werkkaart "de stroboscoop" die bij het demonstratieblad "het ontstaan van golven" is opgenomen kunt u misschien beter vervangen door het principe even voor de groep voor te doen: doe je hand omhoog, draai hem via onder weer naar boven.
Zeg telkens nu als uw hand boven is en vraag de leerlingen hun ogen dicht te doen, behalve net even als u nu zegt: ze zullen zweren dat u uw hand stil hebt gehouden!

(24)	Leerlingendemonstratieproef 6	!- film of videoband Eb en Vloed NIAM
	Film "Eb en Vloed/Getijden"	- filmprojector 16 mm / videoapp. - klein projectiescherm evt. - evt. daglichtscherm

MATERIAAL OVERZICHT

SPECIFIEKE APPARATUUR	Aantal		verwijs nummer	Kosten*		OPMERKINGEN EN EVENTUELE ALTERNATIEVEN
	basis	extra		basis	extra	
hoog blik met gaatjes of pijpjes pijpje	1	1	3	10,-	10,-	evt. zm
flesjeswaterpas	1	1	5	10,-	10,-	evt. zm
stroombak met toebehoren	1	1	6	50	50	met instroombak
afloopblik (met zijtuit)	1	1	8	5	5	evt. zm
3 vierkante plaatjes (perspex) met een lusje er op geplakt				10,-	10,-	evt. zm
40x40 mm plaatje	1	1	9			
80x80 mm plaatje	1	1	9			
160x160 mm plaatje	1	1	9			
blik met buisje in de bodem	1	1	13	5	5	evt. zm
spanningskastje	-	1	14,15	-	400,-	regelbaar
waterpompje met motortje	1	1	15,21	40,-	40,-	
setje van 4 glazen buisjes, ook capillairen	-	1	17	-	4,-	
2 glazen plaatjes (stel)	-	1	17	-	2	7x7 cm groot (dun, bijv. diaglaasjes)
fietsbel	1	1	20	5,-	5,-	of wekker evt. ll. zelf
koperen dompelaar	1	1	21	8,-	8,-	evt. zm van 6 mm zacht- koperen buis
waterturbine met dynamo	1	1	22	80,-	80,-	of pomp met motor, indien als zodanig geschikt is
platte doorzichtige bak voor overhead projectie		1	23	-	40,-	van perspex met schuine kanten 45x45 cm
rond balkje	-	1	23	-	8,-	
handstroboscoop	-	1	23	-	8,-	evt. of zm
perspex plaat rechthoekig	-	1	23	-	10,-	evt. of zm
perspex plaat schuin aflopend	-	1	23	-	10,-	evt. of zm
METEN						
Stopwatch	1	1	6,13	80,-	80,-	
maatglas 50 of 100 cm ³	1	1	8,18	5,50	5,50	
unster 100 gram of 1N	1	1	9	20,-	20,-	
stroommeter	-	1	14	-	85,-	
unster bijv. 12,5 kg	1	1	18	6,-	6,-	of weegschaal
maatbeker 1 liter	1	1	18	7,-	7,-	
balans met gewichten	1	1	18	200,-	200,-	
thermometer -10 - +110 °C	2	2	21	13,-	13,-	

* kolom kosten zijn geschatte prijzen

MATERIAAL OVERZICHT

A.V. MATERIAAL e.d.	aantal		verwijs nummer	kosten*		OPMERKINGEN EN EVENTUELE ALTERNATIEVEN
	basis	extra		basis	extra	
film "Golven in de golfbak"	1	-	23	-	-	NIAM
film "Eb en vloed"	1	-	24	-	-	NIAM
Verduisterde ruimte of een donker hoekje	1	-	11	-	-	
plaat of cassette met geluiden van walvissen e.d. Deep Voices Cap.-EMI St 11598 Songs of the Humpback Whale ST 620	1	-	20	22,-	-	onderwateropname. Voorlopig inlichtingen bij PLON stereo
grammofoon of cassetterecorder	1	-	20		-	
overhead projector	1		22	-	-	
scherm	1		22,23	-	-	
filmprojector 16mm	1		23,24	-	-	
klein projectiescherm	1		23,24	-		bijv. daglichtscherm
<u>ALGEMEEN HULPMATERIAAL</u>						
aquariumbak	1	1	1,4,16,18 20	10,-	10,-	plastic bijv. 20x15x20 cm *
aquariumbak lange of grote bak	1	1	11	20,-	20,-	*te koop in aquariumwink
decanteerfles	1	2	3	20,-	20,-	
slangklem	1	1	3	2,50	2,50	Hoffmanklem
plastic (afwas)bak	1	1	3	4,50	4,50	
liniaal	1	1	4,7,10	3,30	3,30	leerlingen zelf
bekerglas ca. 400 ml	2(8)**	2	4,8,15,16, 21,0			** Voor O, werkvragen meer bijv. ca. 8 glazen
bekerglas ca. 250 ml			16			
statiefmateriaal o.a. voet	2	2	5,12	60,-	60,-	
statiefstang	2	2	5,12	20,-	20,-	
dubbelklemmen	2	2	5,12	21,50	21,50	
universeelklemmen	2	2	5	18,-	18,-	
kleine klemmen	2	2	12	12,-	12,-	
spanningskastje	-	1	7	-	400,-	
vierkant bakje		1	7,14	6	6,-	bijv. Raaco lade
fitting E10	1(3)	1	7,14,22	10	10	
verbindingssnoeren ca. 50 cm	1	1	7,14,15,22	5,-	5,-	
verbindingssnoeren ca. 25 cm	2	2	7,14,15,22	5,-	5,-	
lage bakjes bijv. petrischaaltje	1,4	1,4	2,9,17	10,-	10,-	evt. plastic eetwaren bakje
capillaire buis (glas)	1	1	10	2,-	2,-	
hoog glas bijv. wekfles	1	1	10,16	4,50	4,50	evt. melkfles

* kolom kosten zijn geschatte prijzen

* kolom kosten zijn geschatte prijzen

MATERIAAL OVERZICHT

VERBRUIKSMATERIAAL	aantal		verwijs nummer	kosten*		OPMERKINGEN EN EVENTUELE ALTERNATIEVEN
	basis	extra		basis	extra	
buisje van plastic of perspex	1	1	3	1	1	evt. uit aquariumwinkel
slang, plastic (sortering)	1	-	3,12,15,	20,-	-	verschillende maten
slang, rubber (sortering)	1	-	3,10,13 21	20,-	-	verschillende maten
rubber stoppen (sortering)	1	-	3	15,-	-	verschillende grootte
blikken div. maten	1	1	3	-	-	ook hoge
breinaald	1	1	4	1,50	1,50	of fietsspaak
plastic flessen ca. 0,6 - 1 L	2	2	5,12	-	-	bijv. azijnflessen
tuinslang, plastic (paar meter)	1	1	5,12,19	4,-	4,-	helder gekleurd mag ook
touw of koord (rol)	1	-	5	2,50	-	
plasticvel (zakje)	1	-	5	-	-	
houtblokken div. maten	1	-	6	-	-	
metalen vierkante staven of platen (stel)	1	-	6	10	-	of metalen strippen of iets dergelijks
zand (zakje)	1	-	6,23	-	-	
koperen plaatjes (stel)	1	1	7,24	1,-	1,-	als elektrode
lampje E10 doosje	1	1	7,14,22	10,-	10,-	div. soorten
millimeterpapier	1	-	7	-	-	leerlingen zelf
plastic bekertje (koffie)	1	1	8	-	-	
waterbestendige feltstift	1	-	10	-	-	eventueel
zwart karton	1	-	11	-	-	
plastic zakjes	2	2	12,18,20	-	-	boterhamzakjes (waterd.)
piepschuimplaatjes	2	2	12	-	-	zm eventueel
elastiekjes (zakje)	1	-	12,20	1,50	-	div. maten
jampotje met deksel	1	1	16	-	-	
elastiekjes (grote maat)	1	1	17	-	-	bijv. zoals PTT gebruikt
ijslolliestokjes	1	1	17	-	-	of roerspateltje
feltstift (watervast)	1	-	17	-	-	
glasbuizen div. maten	1	-	17,19	10,-	-	
papiersnippers (zakje)	1	-	6	-	-	uit perforator

* kolom kosten zijn geschatte prijzen

BIJZONDERHEDEN

FILMS VAN NIAM

1. Eb en Vloed (film zonder geluid, 5 minuten)

Vorm van distributie: te koop als 16 mm film	f181,50
te koop als S 8 mm film	f175,50
te koop als videokopie (cassette)	f140,50

2. Golven zien met de stroboscoop (film zonder geluid, 3,5 minuten)

Vorm van distributie: te koop als 16 mm film	f143,-
te koop als S 8 mm film	f129,-
te koop als videokopie (cassette)	f125,-

➔ Beide films op één videocassette

f190,-

NIAM, Sweelinckplein 33, 2517 GN Den Haag
Postbus 63426, 2502 JK Den Haag
Postgiro 586743

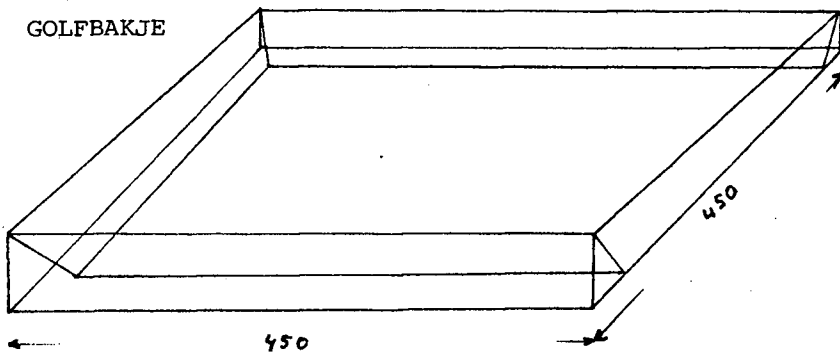
GRAMMOFOONPLATEN

Deep Voices
Songs of the Humpback Whale

Capitol-EMI ST 11598
Capitol-EMI ST 620

Voorlopig
Inlichtingen bij PLON

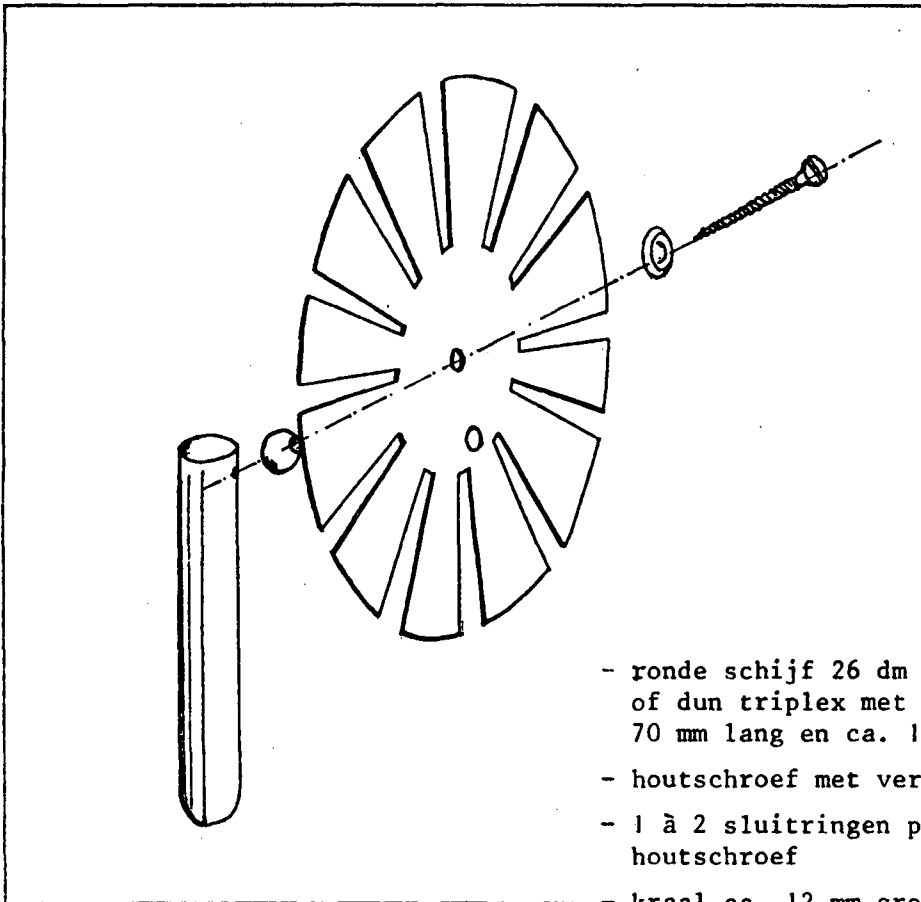
WERKBESCHRIJVINGEN



golfbakje met
(drie) schuine
kanten voor
gebruik met de
overheadprojec-
tor, gemaakt
van helder pers-
pex.
maten aanpassen
aan eigen pro-
jector.

Bak in ieder geval groter maken dan bovenkant overheadprojector

HANDSTROBOSCOOP

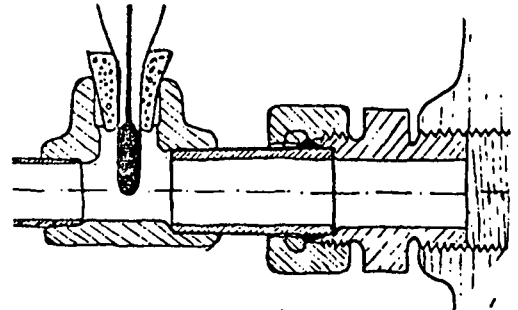
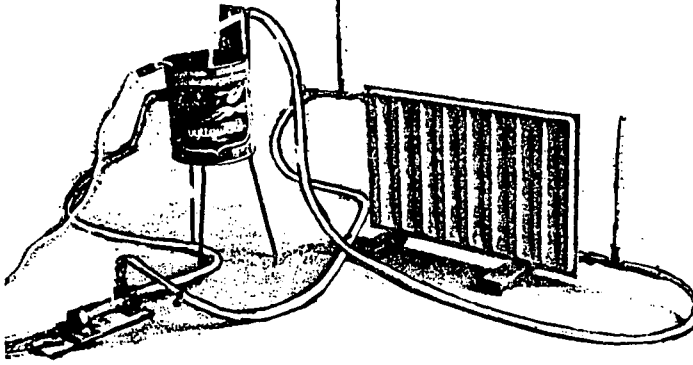


- ronde schijf 26 dm \emptyset van stevig karton, board of dun triplex met 12 ingesnede sleuven van 70 mm lang en ca. 10 mm breed.
- houtschroef met verzonken kop.
- 1 à 2 sluitringen passend aan de kop van de houtschroef
- kraal ca. 12 mm groot
- rond stuk hout (bezemsteel) 15 cm lang als handvat.

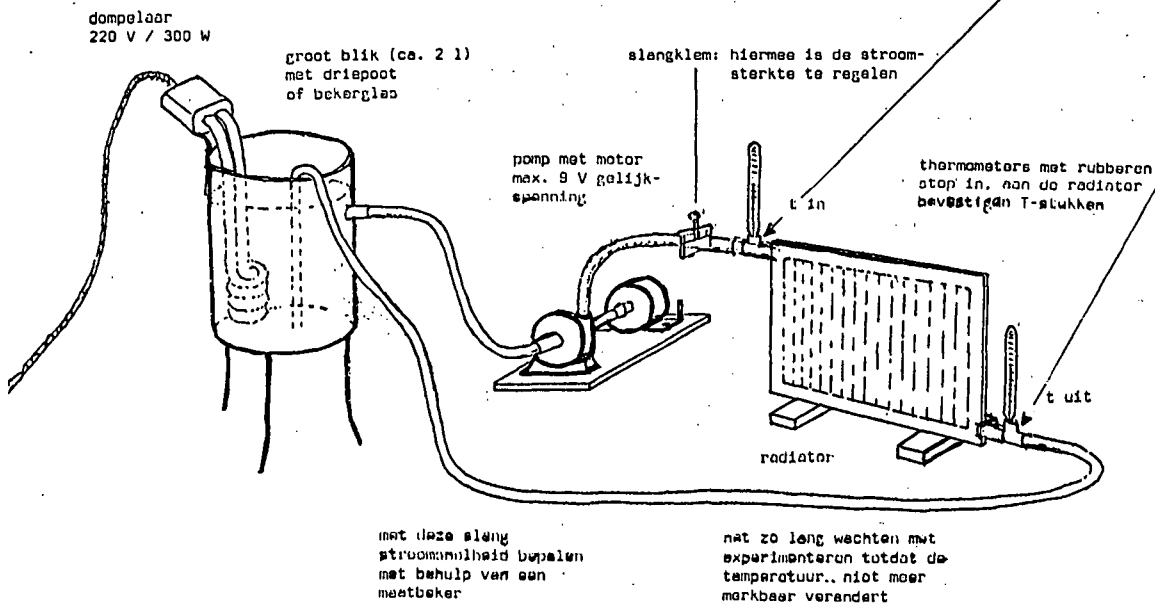
NB: bij het PLON is verkrijgbaar een zwart kartonnen bouwplaat voor de stroboscoopschijf

WERKBESCHRIJVINGEN

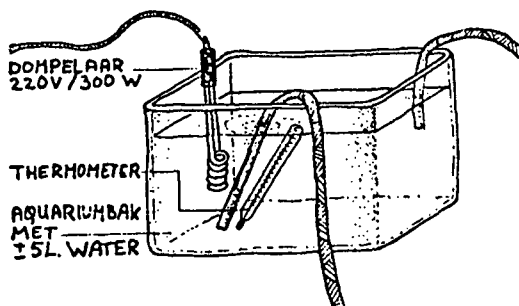
ONTDEKKEN HOE EEN C.V.-MODEL WERKT



PLAN C.V. - MODEL



benodigdheden c.v. model



- radiator 486x400 mm
- waterpompje met aandrijving
- 2 puntstukken $\frac{1}{2}$ " x 15 mm
- 2 T stukken koper 12x12x15
- koperen pijp \pm 40 cm ϕ 12 mm
- C.V. pijp 15 mm ϕ - 40 cm lang
- 3 thermometers
- rubberslang of i.d.
- slangklem
- dompelaar
- voedings app. voor waterpompje
- kurk voor thermometers (zie tekening)
- aquariumbak of groot conservenblik
- bekglas
- stopwatch of horloge

ADRESSEN

Met de firma Breukhoven is een samenwerkingsovereenkomst betreffende de levering van een compleet pakket PLON-materiaal.

Informatie hierover bij:

Breukhoven BV
Mathenesserlaan 400
3023 HD Rotterdam
Postbus 6044
3002 AA Rotterdam
Tel. 010-767688.

Depex B.V.
(nat. instr. Phywe)
Dorpsstraat 85
3732 HH De Bilt
Postbus 27
3730 AA De Bilt
tel. 030-763111

Emaf B.V.
(gasmeters, gerevideerd)
Nijverheidsstr. 3a-b
3071 GA Rotterdam
tel. 010-855266

Griffin Europa B.V.
(nat. instr.)
Rudonk 18
4824 AJ Breda
Postbus 1121
4801 BC Breda
tel. 076-412080

Harris
(nat. instr.)
(zie Breukhoven)

I.P.C.
(kwh-meter, gerevideerd)
De Grootkade 2
1052 LP Amsterdam
tel. 020-842325

Leybold-Nederland
(nat. en scheik. instr.)
Ohmweg 12
3442 AA Woerden
Postbus 90
3440 AB Woerden
tel. 03480-14145

Malmberg
(nat. instr. + Banativ)
Leeghwaterlaan 16
5223 BA Den Bosch
Postbus 233
5201 AE Den Bosch
tel. 073-215565

Econosto
Admiraliteitskade 75
Postbus 4060
3006 AB Rotterdam
tel. 010-141500

Meterfabriek Dordrecht
(gasmeters, nieuw)
Lijnbaan 12
3311 RL Dordrecht
tel. 078-186066

Merkelbach Fysica B.V.
(nat. instr. + Kröncke)
Gildeweg 18
3771 NB Barneveld
tel. 03420-16406

Model Engineering B.V.
(waterpompjes PSN)
Bangert 23
1689 CJ Zwaag (N.H.)
tel. 02292-1577

Nooitgedagt en Zn. B.V.
(gereedschappen)
Eegracht 12
8651 EG IJlst
Postbus 1
8650 AA IJlst
tel. 05155-1441

Phywe (zie Depex)

Snijkers Handel MIJ. B.V.
Hfd. Kantoor:
Industriestraat 2
Postbus 5750
3290 AB Strijen
tel. 01354-2400
Voor depots:
zie RIB boek

Radio Twente
(recordermotortjes)
Stille Veerkade 11-13
2512 BE Den Haag
tel. 070-469200

Technowa B.V.
(nat. instr. unilab. e.d.)
Industrieweg 35
1512 NE Wormerveer
tel. 075-285767

Technische Unie
(metalen, draad e.d.)
in iedere grote stad