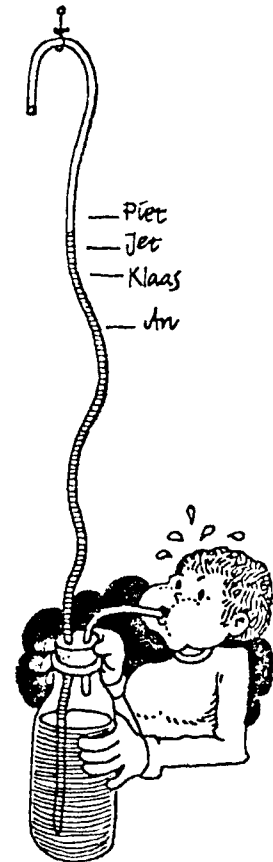
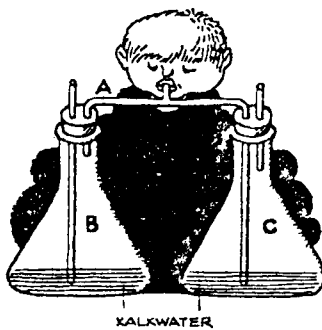


Aantekeningen voor de Leraar en Apparatuurgids

Leven in Lucht



Een lessenserie waarin leerlingen

- enkele verschijnselen rond lucht leren kennen, zoals: druk, pompen, ademen, vliegen, geluidsvoortplanting
- leren informatie te halen uit leesteksten, boeken e.d.
- samen met anderen een project over lucht voorbereiden, uitvoeren en over de resultaten daarvan rapporteren

Experimentele uitgave voor de 2e 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
Didaktische opzet	4
1. De algemene opzet	4
2. Het proeven- en opdrachtenblok	4
3. Het projectenblok	4
Lessenplan	6
Verantwoording	8
1. Het thema "Leven in Lucht" in de 2e klas cursus	8
2. De opbouw van het thema	8
3. De werkwijze in het proeven- en opdrachtenblok	9
4. De leerstof in het proeven- en opdrachtenblok	9
5. De werkwijze in het projectenblok	10
6. De leerstof in het projectenblok	11
Het lesmateriaal	12
1. Het themaboek	12
2. Apparatuur en werkmateriaal	12
3. Aanvullend lesmateriaal	12
De voorbereiding	14
Didaktische aanwijzingen	15
1. Algemeen	15
2. Het proeven- en opdrachtenblok	15
3. Het projectenblok	18
Doelen voor de leerling	29
Doelen voor de leraar	30
Boeken en audio-visuele media	31
Lerarenvragenlijst	37
Bijlagen	43
D1 Suggesties voor proefwerkvragen	43
D2 Proefwerken (Niels Stensen College)	52
D3 Een proefwerk (Oudewater)	56
D4 Een praktikum proefwerk	58
D5 Commentaar bij de proeven uit het themaboek (Bart van der Laar)	61
D6 Twee verslagen van het Grotius College uit Heerlen	69
D7 Een idee voor een onderzoek "luchtverontreiniging"	72
D8 Bewerking van "stroomlijn en luchtweerstand"	74
D9 Hoe groepjes begeleiden (Th. Jansen, A.R. van Kammen)	75
D10 Hoe een woordrapport tot stand kan komen (Th. Jansen, A.R. van Kammen)	77
I1 De wet van Bernoulli in de onderbouw van het VWO (H.P. Hooymayers)	78
I2 Hoe vliegt een vlieger	89
I3 De filtersigaret: fopspeen voor zoogdieren	93
I4 Stijgwinden: belangrijk voor zweefvliegen (Nico Baayens)	96
I5 Zo word je zweefvlieger	98
I6 De boemerang, toverhout uit Australië (Ir. H.M. Mulder)	99
I7 Werkgroep weeramateurs	102
Apparatuurgids	103

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,=.

Deze AVOL gaat over het gebruik van het PLON-thema "Leven in Lucht" in de klas. We hopen dat deze aantekeningen u zullen helpen bij het voorbereiden en het geven van uw lessen "Leven in Lucht". Deze AVOL is bestemd voor zowel hen, die "Leven in Lucht" voor de eerste keer geven als voor hen, die er al ervaring mee hebben.

De AVOL geeft informatie over de didaktische opzet van het thema "Leven in Lucht" en bespreekt de verschillende fasen van het lessenplan in detail. In het tweede deel van het thema, het projectblok, krijgt de leerling de vrijheid om zelf een onderzoekje op te zetten en uit te werken. Om dat deel goed te laten verlopen vindt u in deze AVOL een uitgebreide informatie over het begeleiden van de leerlingen in dat lesgedeelte.

In de bijlagen zijn voorbeelden van toetsen en dergelijke opgenomen, er is een selectie informatief leesmateriaal over lucht te vinden en enkele lijsten met boeken, films en dia's maken het gemakkelijker het thema audio-visueel aan te kleden.

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

Op blz. 37 is een vragenlijst opgenomen. U kunt uw enthousiasme en kritiek daarin kwijt. We stellen het zeer op prijs, als u deze lijst wilt invullen en opsturen.

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

december 1983

DIDAKTISCHE OPZET

1. DE ALGEMENE OPZET

"Leven in Lucht" is gemaakt voor ca. 16 lessen van 50 minuten. Het is het vierde thema in de tweede klas cursus van het PLON. Het volgt op "Werken met Water" en wordt gevolgd door "IJs Water Stoom". Het is de bedoeling, dat het thema direkt na de kerstvakantie begint.

Er zijn twee blokken in het thema te onderscheiden:

- *een proeven- en opdrachtenblok*. Daarin ligt de leerstof grotendeels vast. De leraar kan een gedeelte van de proeven, opdrachten en leesteksten uitkiezen als verplichte leerstof, de leerlingen kunnen een keuze maken uit de overige proeven, opdrachten en leesteksten. Dit blok wordt afgesloten met een proefwerk.
- *een projectenblok*. In dit blok voeren de leerlingen een zelf gekozen onderzoekje over lucht uit. Ze leren hier dus op basis van zelf doen en eigen ideeën over onderwerp en aanpak van het onderzoek. Er wordt - in vergelijking met het eerste blok - meer actief en zelfverantwoordelijk gewerkt. Naast natuurkundige kennis over het zelfgekozen onderwerp levert dit blok een bijdrage aan het ontwikkelen van een aantal vaardigheden zoals plannen, uitvoeren, rapporteren en evalueren van het onderzoeksproject.

2. HET PROEVEN- EN OPDRACHTENBLOK

In dit blok werken de leerlingen aan proeven en opdrachten over lucht. Deze staan in het leerlingenboek beschreven. Er is ruimte voor veel verschillende werkvormen. De leraar kan gedeeltes van de leerstof klassikaal uitleggen of demonstreren, de leerlingen kunnen in groepjes proeven doen, leesteksten doornemen en opdrachten uit het boek maken. De opdrachten gaan behalve over de proeven ook over de leesteksten, die met de proeven samenhangen. Zo leren de leerlingen, behalve informatie te halen uit proeven (wat aansluit op het werkvragen stellen uit "Werken met Water"), ook informatie te halen uit geschreven bronnen, in dit geval de leesteksten (de opzoekvragen uit "Werken met Water"). De leerlingen maken kennis met kenmerkende verschijnselen rond lucht zoals: voortstuwing door luchtuitstoting, vering op lucht(banden), ademhaling, de voortplanting van geluid door lucht, uitzetting van lucht en vliegen door lucht. Daarnaast worden enkele kenmerkende begrippen en regels uit de natuurkunde behandeld o.a. luchtdruk, barometer en manometer, de relatie tussen gasdruk en volume en tussen gasdruk en temperatuur. De leraar kan een (beperkt) deel van dit blok als verplichte leerstof aanwijzen (zie bijv. de lijst op blz. 16 over de leerstofkeuze). Daarnaast kunnen leerlingen één of twee hoofdstukken kiezen om als verdieping te doen: de keuzeleerstof.

Het proefwerk aan het eind van dit blok moet bestaan uit een gezamenlijk deel over de basisleerstof en een differentieel deel over de keuzeleerstof.

3. HET PROJEKTENBLOK

In het projectenblok voeren de leerlingen een zelfgekozen onderzoekje over lucht uit. Daarbij besteden ze aandacht aan de verschillende fasen van een onderzoeksproject: het bedenken van een onderwerp, het formuleren van het probleem (de "werkvraag" of "opzoekvraag" stellen), de

planning, de uitvoering van het onderzoek en de rapportage en evaluatie ervan. Hierbij ontwikkelt de leerling verder wat hij al bij "Mensen en Metalen" geleerd heeft: het verzinnen en uitvoeren van een onderzoekje. Nu wordt voortgebouwd op de ervaringen met werk- en opzoekvragen uit "Werken met Water". Daarom is hier ook meer tijd voor zo'n "vrij" onderzoek uitgetrokken dan in "Mensen en Metalen". In principe zijn de groepjes vrij in de keuze van het onderwerp voor hun onderzoeksproject. Als het maar over lucht (of andere gassen) gaat. De leerlingen kunnen ideeën opdoen uit het leerlingenboek, uit boeken van de bibliotheek, bij ouders, bedrijfjes in de omgeving enz. Als zij niet op goede ideeën komen, kan de leraar ze één of meer bladen geven uit het *rommelpakket* "Leven in Lucht".

Het project kan worden afgesloten met een rapportage of demonstratie voor de klas. Daar dat echter de aandacht kan afleiden van het *proces* om van onderzoeksidee tot onderzoeksresultaat te komen is het misschien beter het accent te leggen op een evaluatie/rapportagegesprek met elk projectgroepje afzonderlijk. Bij de beoordeling kunnen het tussentijds en het eindgesprek met het projectgroepje een rol spelen en kan ook ruimte voor zelfbeoordeling van het groepje ingebouwd worden. Voor die beoordeling is het zinvol als de leerlingen een soort journaal van hun project hebben. Een uitgebreid verslag is niet nodig en kan de aandacht afleiden van het bovengenoemde proces. Voor de leraar is het heel handig, als hij een overzicht heeft van alle gesprekken, die hij met elk groepje heeft gehad. Een voorbeeld hoe zo'n overzicht opgezet kan worden vindt u op blz. 28. In een klassikaal eindgesprek kunnen de leereffekten van het projectwerk met voorbeelden uit de groepsrapportages nog eens op een rij gezet worden.

LESSENPLAN

Deze AVOL is gebaseerd op het volgende lessenplan. Omdat er nogal wat keuzen door de docent en/of leerlingen gemaakt kunnen worden, kan het lessenplan per school of per klas verschillen. Daarmee hoeven overigens de essentiële kenmerken van "Leven in Lucht" niet tekort gedaan te worden. Om de leerlingen de gelegenheid te geven het proces van onderzoeksidee tot onderzoeksresultaat mee te maken, is het wel nodig voor het projectenblok voldoende tijd uit te trekken. De ervaringen wijzen uit dat 7 lessen daarvoor voldoende zijn, maar dat bij bijv. 4 lessen minstens één van de aspecten (onderwerp bedenken - onderzoeksvraag - planning - uitwerking - evaluatie - rapportage) geheel niet uit de verf komt.

In schema ziet het (voorbeeld) lessenplan er zo uit:

proeven- en opdrachtenblok	proefwerk	projectenblok	
• proeven doen • leesteksten lezen • opdrachten uitvoeren • kijken en luisteren naar uitleg en demonstraties	• samenvatting • proefwerk over verplichte en keuzestof	• onderwerp bedenken • onderzoeksvraag • planning maken • uitvoeren • evaluatie	• tussentijdse gesprekken • eindgesprek • beoordeling • uitwisseling van ervaringen tussen de groepen
les 1 t/m 7	les 8 en 9	les 10 t/m 16	

Het lessenplan kan als volgt uitgewerkt worden:

les	inhoud	kommentaar
1	Inleiding tot het thema "Leven in Lucht". Klassegesprek over ervaringen, die de leerlingen al hebben met lucht, luchtballonnen, het weer, oppompen van een band ... De leraar vertelt iets over de inhoud en de opzet van het thema, met name van het proeven- en opdrachtenblok.	Hier kan gebruik gemaakt worden van blz. 5 t/m 10 van het leerlingenboek. Voor verdere suggesties zie blz. 15 van deze AVOL.
2-6	Doen van proeven en maken van opdrachten. U kiest een gedeelte verplichte leerstof uit en geeft aan wat de leerlingen als keuzeleerstof kunnen kiezen. De verplichte leerstof kunt u afwisselend klassikaal uitleggen en in groepjes laten bestuderen of experimenteren.	Voor suggesties voor verplichte leerstof zie blz. 16 van deze AVOL.
7	De leerlingen doen een onderwerp als keuzeleerstof.	

- | | |
|---|---|
| <p>8-9 Samenvatting en proefwerk.
De leraar vat de belangrijkste zaken van de verplichte leerstof samen en bespreekt met de groepjes de samenvatting van de keuzeleerstof. De leerlingen maken een proefwerk, dat bestaat uit een verplicht deel en een keuze-deel.</p> <p>10 Korte bespreking van het proefwerk, start van het projectenblok.
De leraar inventariseert interesses en vragen van leerlingen en bespreekt ze op hun onderzoekbaarheid. Hij legt hen eisen aan planning en uitwerking van het onderzoeksproject uit en bespreekt de manier van begeleiding.</p> <p>11-14 Leerlingen maken hun projektplan, voeren hun projekt uit en houden een journaal bij. Ze rapporteren op bepaalde tijden aan hun leraar.</p> <p>15-16 Rapportage van de onderzoeksresultaten aan de leraar en aan de klas.</p> | <p>Voor suggesties zie blz. 18 van deze AVOL.</p> <p>Voor suggesties voor het proefwerk zie bijlage D1 t/m D4 van deze AVOL.</p> <p>Voor suggesties voor onderwerpen: zie het rommelpakket. Zie blz. 20 voor zaken, die in de oriëntatie op het projekt aan de orde moeten komen.</p> <p>Zie blz. 18 e.v. van deze AVOL voor een gedetailleerde beschrijving van de begeleiding van de groepjes.</p> <p>Zie voor suggesties hiervoor blz. 22 van deze AVOL.</p> |
|---|---|

VERANTWOORDING

1. HET THEMA "LEVEN IN LUCHT" IN DE 2e KLAS-CURSUS

In de PLON-leergang van de tweede klas wordt een rondgang gemaakt langs stoffen om ons heen. Na metalen en water wordt aandacht besteed aan lucht. Lucht is minder grijpbaar en tastbaar dan metalen en water. Bovendien zijn de begrippen zoals luchtdruk, volume en vacuüm, die in dit thema nodig zijn, abstrakter. Daarom komt lucht na metalen en water. In het laatste thema van de tweede klas wordt aandacht besteed aan fase-overgangen van water en aan een eenvoudig molekuulmodel. De ervaringen met metalen, water en lucht uit de voorafgaande thema's worden aan elkaar gekoppeld tot een materiebegrip met drie aspecten: vast - vloeibaar - gas. Daarmee wordt de tweede klas afgesloten.

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
	68

2. DE OPBOUW VAN HET THEMA

Het thema "Leven in Lucht" probeert aan de ene kant een hoeveelheid ervaringen en begrippen rond lucht (druk, samenpersbaarheid, vacuüm, barometer) aan te brengen en anderzijds de leerlingen te stimuleren tot het opzetten en uitvoeren van een project op basis van eigen ideeën. In de opbouw van het thema vind je dat terug in enerzijds het proeven- en opdrachtenblok en anderzijds het projectenblok. In het eerste blok is de leerstof vrij sterk gestructureerd en ligt grotendeels vast. In het tweede blok heeft de leerling een grote vrijheid in werkwijze en onderwerp. Om het tweede blok echter voldoende inhoud en diepgang te kunnen geven moeten de leerlingen kennis hebben gemaakt met een aantal basisbegrippen van lucht.

Zonder die basisbegrippen zal het veel moeilijker zijn een goed project te starten. Dat is de reden waarom we het vrije projectenblok vooraf hebben laten gaan door een veel strakker blok met proeven en opdrachten, waarin de leraar een meer centrale rol kan spelen.

Het instruerend karakter van het proeven- en opdrachtenblok wordt doorbroken door keuzeleerstof te bieden naast verplichte leerstof. De basisbegrippen, die ontwikkeld worden in het verplichte deel vinden hun toepassing in het keuzedeel. Door het proces van kiezen raken de leerlingen veel sterker betrokken bij het leerproces. Bovendien kan de leerling met een sterk technisch gerichte belangstelling goed aan zijn trekken komen (bijv. pneumatiek), evenals de leerling met een meer theoretische belangstelling (bijv. het uitwerken van de wet van Boyle).

In het projectenblok kan de leerling voortbouwen op de vaardigheid van het stellen van werkvragen zoals hij dat in "Werken met Water" heeft geleerd. Aan dat stellen van werkvragen kan echter iets toegevoegd worden:

de vragen kunnen gesteld worden vanuit theoretische begrippen, die in het eerste blok behandeld zijn. Ligt het stellen van werk vragen bij "Werken met Water" nog geheel op handelingsniveau (wat gebeurt er daar als ik hier dit doe?), bij "Leven in Lucht" kunnen ze uit voorafgaande theorievorming ontstaan: wat gebeurt er met de *druk*, als ik steeds meer gas in de fles pomp?

De leerlingen worden gestimuleerd om zelf naar verdieping van de theorie te vragen ("opzoekvragen" uit "Werken met Water"). In de opdrachten van het themaboek worden de leerlingen er toe gebracht bepaalde begrippen als manometer, luchtdruk en hoogte, pneumatisch systeem op te zoeken in de leestekst en eventueel in eigen woorden te omschrijven. Via "de lijst van woorden" in het themaboek wordt hen een methode in handen gegeven om in de leesteksten de juiste stukken op te kunnen zoeken. In het projectenblok kunnen ze op deze wijze ook hun voordeel doen met de schat aan leesteksten in "Leven in Lucht".

3. DE WERKWIJZE IN HET PROEVEN- EN OPDRACHTENBLOK

In het proeven- en opdrachtenblok kunnen klassikale uitleg en in groepsverband proeven en opdrachten doen en leesteksten bestuderen elkaar afwisselen.

Veel leerlingen (en leraren) hebben er behoefte aan af en toe te werken op een manier, waarbij het accent ligt op het begrijpen van uitleg van demonstraties en van teksten (we noemen dat receptief leergedrag). Dat geldt misschien extra na de thema's "Mensen en Metalen" en "Werken met Water"; dat waren thema's waarbij het vooral ging om leren op basis van zelf doen, eigen ideeën en eigen onderzoek (we noemen dat produktief leergedrag). Het leek ons daarom gewenst het thema "Leven in Lucht" te beginnen met een periode, waarin het receptieve en produktieve leren elkaar kunnen afwisselen. Hoe zwaar het één of het ander de nadruk krijgt is de keuze van de leraar en de leerlingen.

In dit blok maken de leerlingen kennis met begrippen en regels, die in de natuurkunde worden gebruikt om verschijnselen te beschrijven en te verklaren.

Maar het doel is daarnaast om het vermogen van de leerlingen om waarnemen te doen en bewust met hun omgeving bezig te zijn uit te breiden. Daarbij staat niet het beschrijvende en verklarende maar het doen en kijken voorop.

Daarom hebben wij ervoor gekozen in dit blok van "Leven in Lucht" beide elementen: het handelende /observerende enerzijds en het beschrijvende/verklarende anderzijds afwisselend aan bod te laten komen.

Dit uit zich door een afwisseling van praktikum-opdrachten, demonstraties met uitleg door de leraar en bestudering van teksten.

4. DE LEERSTOF IN HET PROEVEN- EN OPDRACHTENBLOK

Voor het proeven- en opdrachtenblok hebben we geprobeerd eenvoudige en toch interessante verschijnselen te selecteren. Daarbij is er ook op geteld, dat verschijnselen waarop in latere thema's nog eens wordt ingegaan aan bod kunnen komen. Die verschijnselen zijn gegroepeerd rond 7 hoofdstukken in het proeven- en opdrachtendeel van de leerlingentekst en 7 bijbehorende leestekst-hoofdstukken. Een achtste leestekst-hoofdstuk gaat over het weer en is vooral bedoeld voor het projectenblok. U zult

VERANTWOORDING

niet alle leerstof kunnen behandelen. Wij stellen voor van elk hoofdstuk het begin te behandelen en de rest als keuzeonderwerp te geven. Op blz. 16 vindt u daarover verdere details. Hoofdstuk 1 brengt vooral basisbegrippen aan zoals: lucht kun je voelen (in een plastic zak of als wind), waar lucht is kan niets anders zijn, vacuüm. Hoofdstuk 2 ontwikkelt vooral het begrip druk en de meetinstrumenten daarvoor. In hoofdstuk 3 is er voor gekozen veel aandacht te besteden aan het opbouwen van druk door ergens lucht bij te pompen. In het dagelijkse leven wordt dat principe op grote schaal gebruikt bij banden, drukflessen, pneumatische systemen enz.

Op verzoek van enkelen (onder meer uit de examencommissie) is ook het verband tussen druk en volume van een afgesloten hoeveelheid gas opgenomen (als de temperatuur constant is, de wet van Boyle), maar wij denken dat de behandeling voor de leeftijdsgroep van 13/14-jarigen te veel tijd kost en te weinig echt doorvoeld begrip oplevert. Het kan gehanteerd worden als keuzestof voor de theoretisch geïnteresseerden. In het thema "Water voor Tanzania" komt deze wet nogmaals ter sprake in verband met de werking van een pomp. Voor de 4-Mavo-leerlingen komt de wet van Boyle ook voor in het "Repeteerthema". We stellen voor deze wet op dit moment niet kwantitatief te behandelen maar kwalitatief en verder als keuzemogelijkheid. In hoofdstuk 4 staat leven en ademen centraal met als uitbreiding de samenstelling van lucht en luchtvervuiling door roken. De leerstof van hoofdstuk 5 (vliegen en vleugels in luchtstromen) vinden we heel belangrijk. De ervaring is, dat de leerlingen dit hoofdstuk ook erg interessant vinden. Helaas is het geen onderwerp dat in een eind-examenprogramma terugkomt.

Hoofdstuk 7 toont aan, dat verschillen in lucht-temperatuur heel belangrijk zijn voor drukverschillen en luchtstromingen. In dit hoofdstuk wordt, ook op verzoek van de eindexamencommissie, aandacht besteed aan druk en temperatuur, aan het absolute nulpunt en de kelvinschaal. Hoewel dit niets met het thema "Leven in Lucht" te maken heeft, leek het ons toch hier de beste plaats om daarover iets te zeggen.

5. DE WERKWIJZE IN HET PROJEKTENBLOK

We spreken over een projectenblok, omdat dit blok twee voor projectwerk kenmerkende eigenschappen heeft:

- de leerlingen kiezen zelf het onderwerp waarover ze meer willen weten en bepalen hun eigen werkplan;
- ze werken er gedurende een langere periode aan (meerdere lessen aaneengesloten).

Ondanks een aantal problemen, die met projectwerk gepaard kunnen gaan - waarop we op blz. 18 e.v. in deze AVOL nog terugkomen - wordt projectwerk als stimulerend ervaren, het verhoogt de motivatie, het plaatst kennis in een wijder verband en het ontwikkelt een kritische onderzoekende houding. Ook het leren samenwerken wordt door velen als een doelstelling van projectwerk gezien. Een belangrijk aspect is, dat leerlingen ervaren welke vragen binnen de mogelijkheden van het natuurkunde-onderwijs gesteld kunnen worden. Voortbouwend op de aanzet in "Werken met Water" leren leerlingen eigen vragen - voortkomend uit een praktische dan wel een theoretische interesse - in het leerproces in te brengen. Om deze vragen te beantwoorden, worden leerlingen aangezet om binnen- en buitenschoolse informatiebronnen aan te boren.

Voor een projekt in "Leven in Lucht" stellen we drie randvoorwaarden voor:

- het moet uitvoerbaar zijn binnen de beschikbare tijd;
- het onderwerp moet natuurkundig van aard zijn, dat wil zeggen: het moet de kennis over lucht uit het proeven- en opdrachtenblok uitbreiden of verdiepen;
- het moet binnen het bestaande rooster plaats kunnen vinden.

6. DE LEERSTOF IN HET PROJEKTENBLOK

De leerlingen kiezen zelf de onderwerpen van de projekten. De leerstof staat dus niet bij voorbaat vast. Dat wil niet zeggen, dat er geen leerstof in het projektenblok is: over het gekozen onderwerp moeten de leerlingen voldoende te weten gekomen zijn.

Desgewenst kan de leerstofkeuze iets gestuurd worden door het stimuleren van het lezen van bepaalde leesteksten of het gericht uitdelen van bladen uit het rommelpakket.

De controle betreffende het beheersen van deze leerstof vindt plaats tijdens gesprekken met de leraar en eventueel door beoordeling van het journaal.

HET LESMATERIAAL

1. HET THEMABOEK

Voor het thema "Leven in Lucht" is voor leerlingen een *themaboek* beschikbaar. Verder kunnen de scholen beschikken over een *rommelpakket*. Zowel het themaboek als het rommelpakket kunnen worden besteld bij:

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

Het themaboek is bestemd voor alle leerlingen.

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 jaaroverzichtslijst 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 samenwerkingsovereenkomst, 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).

3. AANVULLEND LESMATERIAAL

HET ROMMELPAKKET

Het rommelpakket kan de leraar gebruiken om groepjes, die zelf niet met een werkbaar onderzoeksidee komen, op gang te helpen met een projectblad.

Het bevat allerlei bladen met onderzoekstips, ideeën, knutselinstructies en informatie en is bestemd als basis-materiaal voor het projectenblok. De inhoud van het rommelpakket is:

HET LESMATERIAAL

- ideebladen "raket" 1 en 2
- ideebladen "windsnelheidsmeter" 1 tot en met 4
- projektblad 5 "stroomlijn en luchtweerstand"
- projektblad 12 "de windmolen"
- projektblad 17 "vliegmachines" (met bouwplaat)
- projektblad 20 "je eigen raket"
- projektblad 21 "de parachute"
- projektblad 22 "donder en bliksem"
- projektblad 23 "luchtstromingen"
- projektblad 30 "snelheid van geluid in de lucht"
- informatiekaart 5 "wandtemperatuur"
- informatiekaart 6 "een spirometer"
- informatiekaart 7 "de veerbalans"
- knutselkaart 6 "papieren molentjes"
- knutselkaart 7 "model van een (huis)kamer"
- knutselkaart 8 "de spirometer"
- knutselkaart 9 "een windvaan"
- knutselkaart 10 "de anemometer"
- knutselkaart 11 "de barometer" 1 en 2
- knutselkaart 12 "een regenmeter"
- knutselkaart 13 "een hygrometer" 1 en 2
- knutselkaart 14 "de windmolen"
- werkkaart 13 "de maximum - minimum thermometer"
- werkkaart 14 "de nat - en - droog thermometer"
- werkkaart 15 "de aneïde barometer"
- werkkaart 16 "de vloeistofbarometer"

KNMI-publikaties:

- klimaatstations KNMI
- "ons wisselvallig weer" (artikel uit DJO)
- projektleiding "het weer"
- "raamventilatoren" (uit de consumentengids)
- "luchtbevochtiger" idem
- "behaaglijkheid" idem
- projektleiding "het klimaat in huis"
- "onwaarschijnlijkheden" (over de Wet van Bernoulli, uit: Natuurkunde ... Doen)
- "simple airflow tests" (over stroomlijnmodellen, Engels)
- bouwplaat vliegmachines

N.B. Het rommelpakket is niet geheel afgestemd op het N.I.B. themaboek. Daardoor bevatten enkele bladen (o.a. de spirometer, de snelheid van geluid in lucht) informatie die ook in het themaboek staat. Verder wordt soms verwezen naar informatiekaarten die niet meer beschikbaar zijn. Aangezien het rommelpakket dienst moet doen als een inspiratiebron voor het opzetten van een onderzoeksproject voor de leerlingen lijkt dit geringe gebrek aan afstemming geen al te groot probleem.

BOEKEN EN TIJDSCHRIFTEN

Verder zijn er veel boeken en tijdschriften te gebruiken bij diverse projecten. In het hoofdstuk over boeken en AV-media op blz. 31 e.v. hebben we er een aantal opgenomen, o.a. over zweefvliegen, vliegers, boemerangs en het weer.

Het is aan te bevelen de aanvullende boeken en artikelen op een stapel (of een lijst) in de klas te leggen. Dan zal er meer van gebruik gemaakt worden.

DE VOORBEREIDING

In deze AVOL is slechts één lessenplan uitgewerkt. U moet van te voren nagaan of u die keuzen volgt of andere keuzen doet en wat de consequenties daarvan zijn. In onderstaande lijst staan een aantal beslissingen en voorbereidingen opgesomd die u kunnen helpen bij het voorbereiden van de lessen.

Bedenk dat een eerste keer voorbereiden veel meer tijd kost dan wanneer u een thema voorbereidt dat u al eerder hebt gegeven.

Beslis: hoe lang u het proeven en opdrachtenblok wilt maken en hoelang het projectenblok.

Beslis: welke leerstof u verplicht stelt; welke plaats u inruimt voor uitleg of demonstratie door uzelf en voor activiteiten van de leerlingen.

Beslis: of u de leerlingen keuze-leerstof biedt en hoeveel tijd u daarvoor inruimt.

Beslis: hoe u het projectwerk organiseert en hoe u de leerlingen begeleidt; welke grenzen u stelt aan de vrijheid (bijv. onderwerp, werken buiten de klas) tijdens het projectenblok.

Beslis: welke rapportagevorm u aan het eind van het projectenblok kiest (klassikaal of alleen aan de leraar).

Beslis: hoe u de beoordeling van de leerlingen tijdens het thema gaat doen, op welke eisen u de resultaten van het projectenblok beoordeelt en welke vorm (cijfer, woordrapport) u daarvoor kiest. Deel de eisen en de vorm aan het begin van het projectblok mee aan de leerlingen.

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 leerlingen vanaf.

Zorg: dat u het materiaal door en door kent. Het is beslist nodig de proeven uit het themaboek zelf een keer te doen.

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.

Zorg: dat aanvullende informatie, boeken e.d. op het goede moment op de goede plaats zijn.

1. ALGEMEEN

Veel leraren hangen het lessenplan van elk thema van te voren op in de klas. Gedurende het hele jaar hangt het jaarplan (zie blz. 8) met de data waarop een thema ongeveer af moet zijn op een duidelijk zichtbare plaats in de klas. Hierdoor weten de leerlingen de planning in het jaar en binnen een thema, zodat ze ongeveer weten wat ze te wachten staat.

2. HET PROEVEN- EN OPDRACHTENBLOK

2.1. Het begin: de oriëntatie van de leerlingen

Na een kort klassegesprek over ervaringen die leerlingen al hebben met lucht (ca $\frac{1}{2}$ les), bespreekt u de opzet van het thema (blz. 5 t/m 10 van het themaboek) en de bedoeling van het proeven- en opdrachtenblok. U brengt ter sprake dat u bijvoorbeeld 7 stukjes leerstof zult uitleggen en demonstreren en dat de leerlingen zelf enkele praktikum-opdrachten daarbij moeten uitvoeren. U benadrukt dat het in deze periode gaat om het "snappen" van uw uitleg en de leesteksten en het goed uitvoeren van de proeven en opdrachten. Verder vertelt u dat de leerlingen daarna keuzeleerstof kunnen kiezen. U vertelt dat het blok wordt afgesloten met een proefwerk over de zeven stukjes leerstof en over het keuzeonderwerp.

2.2. De leerstof keuze

Ons voorstel is om leerstof uit elk van de zeven hoofdstukken van het themaboek verplicht te stellen. Daarom bevat elk hoofdstuk een aantal basisproeven en opdrachten (waarin begrippen worden aangeleerd) en verdiepingsproeven en opdrachten waarin die begrippen verder worden uitgediept en toegepast.

Dat bepaalde (verdiepings-) onderwerpen (dichtheid, Boyle) in het examenprogramma voor de mavo voorkomen betekent ons inziens niet dat deze daarom in de tweede klas behandeld moeten worden. Voor sommige onderwerpen is uitstel tot de 3e of 4e klas aan te bevelen.

Hierna vindt u ons voorstel voor de verdeling van de leerstof in basisleerstof en keuzeleerstof (met de verdieping).

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

VOORSTEL LEERSTOFLIJST "LEVEN EN LUCHT"

Onderwerp (k=keuze)	verplichte leerstof	keuzeleerstof	onderwerp uit PLON-mavo examenprogramma
1. <u>Lucht is niet niks</u> - vacuüm of luchtledig is wel niks - de dichtheid van lucht (k) - luchtdruk en hoogte (k)	proef 1.1 - 1.9 opdracht 1.1 - 1.5 leestekst 1 - lucht is niet niks - de lege ruimte - onze atmosfeer	proef 1.10 - 1.11 opdracht 1.6 - 1.9 leestekst 1 - de lagen van onze atmosfeer - hoe zwaar is lucht?	massa dichtheid
2. <u>de druk van de atmosfeer</u> Deze is te merken aan proeven met halve ballen, zuignappen en water in een omgekeerde fles (tot 10 m) die door de druk worden tegengehouden	proef 2.1 - 2.6 opdracht 2.1 - 2.4 leestekst 2: - luchtdruk - een meter voor luchtdruk - luchtdruk, waterdruk en kwikdruk (half)	proef 2.7 - 2.8 opdracht 2.5 - 2.6 leestekst 2 - luchtdruk, waterdruk en kwikdruk - luchtdruk en hoogte	druk; barometer als drukmeter
3. <u>pompen voor druk</u> - lucht kan je samenpersen met de pomp - met samengeperste lucht kan je iets doen - hoe meer lucht in een vat hoe groter de druk - druk en volume (k) - werking van pompen, ventiel	proef 3.1-3.3 (3.3 kwal.) opdracht 3.1 - 3.4 leestekst 3 - samengeperste lucht - de manometer - verdunde lucht - vacuüm	proef 3.3. (kwant.); 3.4 opdracht 3.5 - 3.8 leestekst 3 - perslucht - een waterpomp	het verband tussen druk en volume bij een afgesloten hoeveelheid gas van constante temperatuur (semi kwantitatief); techniek; manometer als drukmeter
4. <u>Lucht in onze longen</u> - de druk in je longen - de mens haalt adem. Hij zuigt lucht op in zijn longen door een onderdruk t.o.v. 'de buitenlucht. Het lichaam haalt zuurstof uit de lucht - de samenstelling van lucht (k) - luchtvervuiling door sigarettenrook - longvolume; longdruk (k)	proef 4.1 - 4.2 opdracht 4.1 - 4.4, 4.7 4.8 leestekst 4: - ademhalen - luchtverontreiniging	proef 4.3; 4.4 opdracht 4.5, 4.6, 4.9 4.10 leestekst 4: - luchtdeeltjes - lucht: een gasmengsel	luchtverontreiniging molekulen
5. <u>Zweven op een luchtstroom</u> - zweven op een luchtkussen - vleugels (wet van Bernoulli) - propeller; straalmotor (k)	proef 5.1 - 5.5 opdracht 5.1 - 5.3 leestekst 5: - vleugels - zweven op een luchtkussen	proef 5.6, 5.7 opdracht 5.4 - 5.5 leestekst 5: - voortstuwing - de helicopter - werken met wind - windmaken	
6. <u>Lucht en geluid</u> - geluid is een trilling die zich door lucht kan voortplanten - als er geen lucht is kan er geen geluid zijn - geluidssnelheid (k)	proef 6.2 - 6.3 opdracht 6.1 - 6.4 leestekst 6: - je oren - hoge en lage tonen	proef 6.4 opdracht 6.5 - 6.6 leestekst 6: - geluidssnelheid	geluid als luchttrilling
7. <u>Warme lucht - koude lucht</u> - lucht zet uit bij verwarming en krimpt bij afkoeling - bij -273 °C is het volume gekrompen tot 0 - de Kelvin-temperatuurschaal - hete lucht stijgt op - hete luchtballon	proef 7.1 - 7.4 opdracht 7.1 - 7.5 leestekst 7 - warme lucht zet uit - steeds verder afkoelen? - druk en temperatuur	proef 7.5 opdracht 7.6 - 7.7 leestekst 7 - luchtballonnen - luchtschepen - lucht en warmte - warmtetransport en isolatie	het verband tussen druk (volume) en temperatuur: absolute temperatuurschaal

2.4 De leerstofbehandeling

De verplichte leerstof

Voor de behandeling van de verplichte leerstof zijn in het lessenplan 4 lessen uitgetrokken. Omdat het over 7 leerstofgebieden gaat betekent dat een vrij hoog tempo van behandelen. De ervaring leert dat zeker voor de basisstof van elk van de hoofdstukken 1 t/m 3 één les nodig is. De leerlingen kunnen de stof bij de keuzeleerstof nog eens overdenken en krijgen daarna nog een samenvatting door de leraar. De stof kan klassikaal doorgewerkt worden. Dat betekent dat, om materiaalproblemen te voorkomen, niet iedereen alle proeven kan doen en dat er vrij veel door de leraar of leerlingen gedemonstreerd zal worden. De hoofdstukken 4, 5 en 6 kunnen heel kort behandeld worden.

Hoofdstuk 1: De proeven 1.4 t/m 1.8 kunnen over de klas verdeeld worden. Elk groepje kan, na een voorbereiding van 5 à 7 minuten de proef aan de klas demonstreren en uitleggen.

In plaats van proef 1.9 kan de leraar 1.10 demonstreren en 1.9 als keuzeonderwerp laten doen. Het bestuderen van de leesteksten en de opdrachten kan als huiswerk worden meegegeven.

Hoofdstuk 2: De proeven 2.1, 2.2 en 2.6 kunnen eventueel thuis gedaan worden. Verder lenen de proeven 2.1 t/m 2.6 zich prima voor een demonstratie door leraar of leerlingen.

Hoofdstuk 3: Proef 3.1 en 3.2 kunnen thuis gedaan worden. Proef 3.3 kan kwalitatief gedemonstreerd worden. Later kan de proef kwantitatief gedaan worden als keuzeonderwerp. Proef 3.4 kan ook in eerste instantie kwalitatief gedaan worden.

Hoofdstuk 4: Vooral als verplichte leerstof gekozen omdat we ook het leven in de lucht willen benadrukken. Het longmodel is het best van te voren klaar te maken. Een goede voorbereiding op studies over luchtvervuiling. De proef over longdruk kan als hulp dienen bij het ervaren van het begrip druk.

Hoofdstuk 5: Gekozen als verplichte leerstof vanwege de veelheid van technische toepassingen. Het is ook nuttig hier een verstuiver bij te halen om de Wet van Bernoulli beter toe te lichten (ook in het *rommel-pakket* zit nog materiaal!). Verder blijken de verschijnselen op zich erg leuk te zijn. Vleugel-model zo mogelijk van de voren (of thuis!) maken. Zie ook bijlage D5 voor een uitgewerkt vleugelmodel.

Hoofdstuk 6: Geluid als "trillende lucht" moet volgens ons worden ervaren, ook als een belangrijk aspect van "leven in de lucht". Goede mogelijkheden om dit te ervaren zijn:

- met je vingers aan het membraan voelen;
- de stetoscoop aan weerskanten afsluiten met boterhampapier.

De proef met de klok en de bel kan ook gerust als demonstratieproef door de leraar worden uitgevoerd.

Hoofdstuk 7: De proefjes 7.1 t/m 7.4 zijn eenvoudig te doen. Het verhaal over absolute nulpunt en de kelvinschaal zal meer tijd kosten.

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

De keuzeleerstof

Voor de keuzeleerstof is één les uitgetrokken. In die ene les kunnen de groepjes zich verdiepen in de keuzeopdrachten van één hoofdstuk met bijbehorende leesteksten en opdrachten. Het gemeenschappelijk maken van de keuzeleerstof kunt u bereiken door er bij de samenvatting enige aandacht aan te besteden.

Leerlingen die met bepaalde begrippen moeite hebben zouden in deze ene les daaraan aandacht kunnen besteden door enkele basisproefjes te herhalen en een verdieping over hetzelfde begrip te kiezen. Het begrip druk bijvoorbeeld kan duidelijker worden door aandacht te besteden aan longdruk en de uitzetting van lucht is te verduidelijken door met de hete lucht ballon te werken.

2.5 De samenvatting

Hier laat u nog eens de belangrijkste leerstof de revue passeren, bijvoorbeeld aan de hand van een bespreking of demonstratie van enkele bekende en onbekende proefjes. Sommige keuzeproefjes lenen zich daar uitstekend voor. Ook de werkwijze van het opzoeken van informatie in de leesteksten kan hier benadrukt worden. Bij deze samenvatting moet ook aandacht besteed worden aan hetgeen de groepen over hun keuzeleerstof moeten weten.

2.6 Het proefwerk

Aan de hand van de behandelde proeven, opdrachten en leesteksten en de keuzeleerstof die de groepen hebben gedaan stelt u op de bekende manier een proefwerk samen.

Het opzoeken van begrippen uit de leestekst leent zich ook goed voor toetsing, eventueel apart van de rest van het proefwerk omdat het themaboek daarbij gebruikt moet worden. Het proefwerk kan ook een praktikumdeel of een demonstratiedeel omvatten. In bijlage D3 en D4 vindt u daarvan voorbeelden.

Enkele suggesties voor proefwerkvragen vindt u in bijlage D1, D2 en D3.

3. HET PROJEKTENBLOK

3.1 Voorwaarden voor succesvol projectwerk

Het is uit ervaringen met projectwerk bekend dat er zich - zeker als het de eerste keer is - duidelijk knelpunten kunnen voordoen: de organisatie van een intensieve begeleiding van de groepjes, het doorbreken van een afwachtende houding bij de ene groep, en van een "overmoedige" houding (leerlingen die veel te veel willen) bij een andere groep, enz. Een aantal van deze knelpunten zou ook kunnen optreden bij het projectenblok "Leven in Lucht", al gaat het hier niet om een omvangrijk project. Het is veel meer de bedoeling dat de leerlingen ervaring opdoen met een eenvoudig projectje. Daarbij wordt aan-

dacht besteed, niet alleen aan de uitvoering van het werk zelf, maar ook aan het kiezen van een onderwerp, aan het opzetten van een werkplan, en aan de evaluatie van een project. Omdat het voor de meeste leerlingen de eerste keer is, zult u hen moeten *begeleiden* bij het plannen van het werk en duidelijke *werkafspraken* met hen moeten maken. Bij deze begeleiding gaat het erom dat de eigen ideeën van de leerlingen zoveel mogelijk gehonoreerd worden. Als deze gebrekkig zijn, moet u zich toch zoveel mogelijk in deze ideeën inleven en ze samen met de leerlingen zo bijstellen dat er een voor u en hen zinvol produkt uit kan voortkomen. Een zodanige bijsturing/begeleiding is allesbehalve in strijd met de zelfwerkzaamheid van leerlingen zoals die in dit blok vooropstaat. Ook het maken van werkafspraken is heel goed te rijmen met het zelfstandig bezig zijn van leerlingen; het heeft daar zelfs een positieve uitwerking op. Naast afspraken die de leraar maakt met de klas over de wijze van werken in dit blok (o.a. in les 10) denken wij hier in het bijzonder aan *afspraken tussen de leraar en een bepaald projectgroepje*: we bedoelen een door de leraar en het leerlinggroepje overeengekomen projectplan.

Bij het opstellen van een projectplan kan formulier 1 (zie blz. 24) gebruikt worden. Daarachter staat een voorbeeld hoe het formulier ingevuld zou kunnen zijn voor een onderzoek uit "Werken met Water". Dit voorbeeld zou u met de leerlingen kunnen bespreken om duidelijk te maken welke eisen u stelt aan een projectplan. Zo'n projectplan bevat in essentie twee afspraken: van de kant van de leerlingen dat zij volgens een plan proberen hun project vorm te geven en van de kant van de leraar dat hij hen op basis van dit plan (verder) zal begeleiden.

Een bijzonderheid van het projectplan is dat controlemomenten in de planning zijn opgenomen. De leraar blijft tijdens de uitvoering van het projectwerk weliswaar beschikbaar voor begeleiding, maar de leerlingen weten dat ze vooral op de afgesproken controle-momenten aanspraak op de leraar kunnen maken; ze moeten hem dus niet voor ieder wissewasje erbij roepen.

Bij de gesprekjes met de groepen kan de leraar in het *projectjournaal* dat de leerlingen bijhouden, vinden wat er in het groepje allemaal gebeurd is. Op het projectplan en het projectjournaal komen we terug op bladzijde 21 e.v. Eerst bespreken we de fasen die we in het projectwerk onderscheiden. In feite is een goede fasering van het projectwerk een derde voorwaarde - naast begeleiding en het maken van werkafspraken - voor succesvol projectwerk.

3.2 Fasen in het projectwerk

Wij stellen de volgende fasering voor:

1. oriëntatie op de projectperiode - les 10
2. vorming van projectgroepjes
verzinnen van een onderzoeksidee - les 10

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

3. verkenning van het onderwerp en formulering onderzoeksvragen (vooronderzoek) - les 11
4. opstellen van het werkschema - les 11, 12
5. onderzoek zelf (incl. bijstelling projektplan en bijhouden projektjournaal) - les 12 t/m 14
6. rapportage en beoordeling - les 15
7. klassikaal evaluatie gesprek - les 16

We zullen deze fasen nu nader bespreken:

ad 1 *oriëntatie op de projektperiode*

Hierin bespreekt u de bedoeling van dit blok (met een eventuele verwijzing naar het leerlingenboek blz. 6) en de gang van zaken. Hieronder vallen de invulling van het lessenplan van het projectenblok, de opzet van het projektplan en een begin met het invullen van het werkplan-formulier, de beschikbare tijd, de hulpmiddelen/bronnen die de leerling ter beschikking staan en de begeleiding die de leerlingen van u mogen verwachten. Eveneens bespreekt u welke eisen u daarbij stelt (leraar niet onnodig storen, elk verantwoordelijk voor eigen werk), welk gedrag u in de klas accepteert wat betreft lopen, praten e.d. en welke vrijheid de leerlingen hebben om buiten de klas te gaan naar bijvoorbeeld de schoolbibliotheek of buiten de school.

ad 2 *De vorming van leerlinggroepjes*

Meestal zal het gaan om groepen van vier of vijf leerlingen, op basis van "vriendschap" samengesteld. Deze groepen bepalen daarna hun eigen projektonderwerp. Onze ervaring is dat het slechts in uitzonderingsgevallen goed is om groepen op basis van onderwerp samen te stellen (bijv. als er één projektonderwerp voor de hele klas is, waarbij de deelgroepen van te voren afgesproken onderwerpen voor hun rekening nemen). De keuze van het definitieve onderwerp is namelijk vaak een lastig proces, waarvoor beter in groepjes tijd kan worden uitgetrokken. Bovendien is het niet zo dat leerlingen die onafhankelijk van elkaar een bepaald onderwerp (bijvoorbeeld het weer) gekozen hebben, daarbij aan hetzelfde denken.

ad 3 *Verkenning van het onderwerp en formulering onderzoeksvragen*

In deze fase gaat het om:

- het zelf bedenken van een onderwerp dat met lucht te maken heeft;
 - de verkenning van het onderwerp;
 - het formuleren van onderzoeksvragen t.a.v. dit onderwerp: één of meer werk vragen en/of opzoekvragen (zie AVOL "Werken met Water").
- De verkenning van het onderwerp zal voor het ene groepje veel en voor het andere groepje weinig tijd kosten.

De verkenning kan plaatsvinden doordat leerlingen:

- nog eens de gedeelten uit het themaboek doorlopen en er werk- en opzoekvragen bij bedenken;
- net zoals bij "Werken met Water" (zie de betreffende AVOL) vanuit een opgesteld aantal speelproeven over lucht door "aanrommelen" tot werk- en onderzoekvragen komen;
- met elkaar een interessante vraag kiezen uit een met elkaar gehouden brainstorm;
- rommelen in het *rommelpakket* en er een idee uitvissen.

In deze fase vullen de leerlingen deel A van het projectplanformulier in (zie blz. 24). Het is belangrijk dat de leerlingen deel A aan de leraar voorleggen voordat ze verder gaan met deel B.

ad 4 *Opstellen van het werkschema*

Essentieel in het werkschema (deel B van het projectplan) is de onderverdeling in (onderzoeks-) stappen. Hoe minder zelfstandig het leerlinggroepje is, hoe kleiner de stappen zijn die gepland moeten worden en hoe zorgvuldiger de leraar deze stappen straks moet controleren. Voor een goede voortgang van het project is het noodzakelijk activiteiten in een logische en efficiënte volgorde te plaatsen. De leraar bepaalt, samen met het groepje, op welke momenten er een controle plaatsvindt.

ad 5 *Het onderzoek zelf (incl. bijstelling projectplan en bijhouden projectjournaal)*

In het projectplan worden zoals gezegd de door de leerlingen en de leraar overeengekomen controle-momenten opgenomen. Vóór een controle-moment van de leraar zorgen de leerlingen dat het journaal m.b.t. de betreffende onderzoeksstappen is bijgewerkt. Het journaal bevat korte notities over de uitvoering en de vorderingen van de diverse onderzoeksstappen. Zij dienen samen met het projectplan als ingang voor de begeleidingsgesprekken en het eindbeoordelingsgesprek met de leraar. Het journaal moet niet te uitvoerig zijn en moet ook door de leerlingen zelf als zinvol beleefd worden. De nadruk moet liggen op het proces dat de groep heeft meegemaakt, en wat ze ervan geleerd hebben. De leraar houdt voor controle en beoordeling een eigen aantekenformulier bij (formulier 2 op blz. 28).

Aan het *journaal* zouden de volgende eisen gesteld kunnen worden.

Er kan per les in komen te staan:

- wat de groep tijdens de les (en als huiswerk) gedaan heeft;
bijv.: -overleg (met elkaar, met anderen; waarover?)
-spullen pakken (wat?)
-proeven doen
-welke metingen (resultaten, conclusies)
- wat de groep heeft geleerd (bijv. van een leestekst, proef, een gesprek met de leraar;
- wat de groep ervan vond;
- wat er aan het onderzoeksplan tijdens het onderzoek eventueel moet veranderen en waarom.

Het is mogelijk tijdens het onderzoek het projectplan bij te stellen. Bijvoorbeeld als tijdslimieten niet worden gehaald, leerlingen een bepaalde activiteit niet aankunnen, of als de activiteit niet de zinvolle informatie lijkt op te leveren die verwacht was.

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

Bij goede leerlingen kan het ook voorkomen dat ze tijdens hun werk nieuwe mogelijkheden ontdekken en die mee willen nemen. Dit betekent verandering van de doelen van het onderzoek en dus ook van de activiteiten en hulpmiddelen.

ad 6 *Rapportage en beoordeling*

Als afronding van het projekt zal een groep de onderzoeksresultaten en het proces van het onderzoek moeten rapporteren. Omdat in een klassikale rapportage dit laatste aspect minder tot zijn recht kan komen bepleiten wij de volgende werkwijze:

- Elke groep formuleert wat hij aan andere groepen wil meedelen over de projektresultaten op deel C van formulier 1 (zie blz. 25).
- De leraar voert een evaluatie-gesprek met één groep. De andere groepen rapporteren aan elkaar in koppels van 2 groepen.
- Als de leraar met een volgende groep gaat praten, wisselen de koppels.

Op deze manier lijkt het ons mogelijk ook een aantal leereffekten van het projektwerk (hoe zet je een projekt op, welke hulpmiddelen kun je gebruiken e.d.) te vergemeenschappelijkten en de leerlingen in staat te stellen ervaringen uit te wisselen. Leerlingen willen zich ook graag aan andere groepjes spiegelen.

Bij het *eindgesprek* probeert de leraar aanvullende informatie te krijgen van de groepjes m.b.t. hetgeen hij reeds weet uit de begeleidingsgesprekken rondom 'projektplan en projektjournals'. Nieuwe informatie voor hem is bijvoorbeeld:

- wat heb je van het projekt als geheel opgestoken:
 - t.a.v. de gestelde onderzoeksvragen;
 - t.a.v. eventuele andere dingen over lucht of over de wijze van werken?
 - wat zou je anders doen als je weer een projekt opzet?
 - wat zou je van dit alles aan een ander leerlinggroepje willen vertellen?
 - eventueel andere informatie die voor de beoordeling van het leerlinggroepje van belang is.
- Terwijl de leraar het eindgesprek met een leerlinggroepje houdt, "rapporteren" twee andere groepjes aan elkaar. Zij rapporteren:
- welke onderzoeksvraag (werk- of opzoekvraag) ze gekozen hebben, en hoe ze tot die keuze gekomen zijn;
 - wat voor middelen ze gekozen hebben en hoe dat ging;
 - wat ze geleerd hebben van het projekt en wat ze volgende keer anders zullen doen en proberen de overeenkomsten in werkwijze vast te stellen tussen de twee projekten.

ad 7 *Klassikaal evaluatie-gesprek*

Dit evaluatie-gesprek heeft dezelfde vragen als uitgangspunt als in de groepsrapportages. Bedoeling is om in een klassikale evaluatie-ronde de verschillende benaderingen van de eigen onderzoekjes aan de orde te stellen; hierbij kan worden nagegaan op welke wijze en in welke mate aan de eisen die in de oriëntatiefase gesteld zijn, voldaan is.

3.3 De beoordeling van het projektwerk

De beoordeling van het projektwerk kan zich richten op:

inzet en eigen inbreng

- originaliteit van het idee (zelfverzonnen of ontleend)
- de moeilijkheid van het idee, de uitgebreidheid van het onderzoek
- heeft de groep zich actief met de onderzoekstaken bezig gehouden of hebben ze veel rondgelopen?
- werd er buiten de lestijd aan het projekt gewerkt?
- is er - in de verschillende fasen van het onderzoek - veel hulp van u nodig (inhoudelijk of praktisch) of werken ze erg zelfstandig (dit laatste komt bij ca. 30% voor en mag als extra pluim gelden - dat u hulp moet geven is géén punt in hun nadeel, het hoort erbij!)?

planning en systematiek in projektplan en -journaal

- hoe zag het projektplan eruit en is de groep er niet onnodig van afgeweken? Zijn de bijstellingen van het plan goed aangegeven?
- worden de taken goed verdeeld en wordt er goed overlegd?
- worden verzamelde gegevens netjes aangetekend in het journaal?
- is duidelijk aangegeven welke informatie waar vandaan komt?

onderzoeksvaardigheid

- kan de leerling goed een experiment opzetten en de goede apparatuur erbij verzinnen?
- voert de leerling de data-verzameling en verwerking goed uit?
- wordt er antwoord gegeven op de werk- of opzoekvragen?

"theoretische" diepgang

- mate waarin de onderzoeksvragen (bewust) gesteld worden vanuit een zekere theoretische kennis (fysische begripsvorming) die in het proeven- en opdrachtenblok is verworven
- mate waarin de leerlingen naast een puur beschrijvende (of praktische) onderzoekshouding ook een meer "theorie-gerichte" (verklarende) onderzoekshouding aannemen.

Bedenkt u wel dat u de beoordeling en uw argumenten daarvoor met de leerlingen doorpraat.

U kunt een gekombineerd cijfer geven over het projektwerk en het proefwerk over proeven- en opdrachtenblok. Ook kunt u voor twee aparte cijfers kiezen.

Overigens wordt bij projektwerk vaak gepleit voor woordrapportages in plaats van cijfers, omdat het veel meer gaat om zich ontwikkelde vaardigheden dan om echt vast te pinnen vermogens.

Een voorbeeld van een woordrapportage is opgenomen in bijlage D10.

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

3.4 formulier 1: het projectplan

Namen _____

Klas _____
Wij beginnen ons projekt
op _____; op _____
moeten we er mee klaar zijn.
Het journaal wordt bijgehouden
door _____ en _____

Probeer dit projectplan in te vullen. Vraag pas je leraar om hulp als je er helemaal niet uit kan komen.

A. HET ONDERWERP

1. We gaan een projektonderzoek doen over _____
2. Uit ons themaboek (of ergens anders uit) weten we hier al over:

3. VOORONDERZOEK

Om tot een goede onderzoeksvraag (of vragen) te komen gaan we:

- een leestekst lezen

Ja, op blz. ____ / nee

- een boek of artikel lezen

ja _____ / nee
titel _____

- een verkennende proef doen

ja _____ / nee

proef: _____

daarvoor is nodig _____

- iets anders, nl. _____

Let op! Voor je nu je vooronderzoek gaat uitvoeren, overleg je even met je leraar

4. ONDERZOEKSVRAGEN

Uit ons vooronderzoek hebben we de volgende vragen gekregen:

werkvra(a)g(en): _____

opzoekvra(a)g(en): _____

5. Als titel van ons onderzoek hebben we bedacht _____

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

B. ONDERZOEKSCHEMA (NB. vul dit zo goed mogelijk in. Tijdens het onderzoek het schema wijzigen kan veel tijd kosten!)

6. Om een antwoord te krijgen op onze onderzoeksvragen gaan we de volgende stappen doen:	7. Daarbij hebben we de volgende materialen of boeken nodig:	8. De manier waarop we aan de materialen of boeken komen is:	9. De datum dat de stap af is:
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
.			
.			
.			

10a Als we even op een gesprek met onze leraar moeten wachten gaan we intussen _____

b Als we met ons onderzoek klaar zijn en er is nog tijd, gaan we _____

Let op! Als je bovenstaande hebt ingevuld overleg je met je leraar voordat je verder gaat.
Samen met je leraar vul je het overlegplan in.

11. OVERLEGPLAN

Na de stappen _____ overleggen we met onze leraar voordat we verder gaan.

Aan het eind van het project ga je aan de andere groepjes vertellen wat jullie gedaan hebben.

Maak dan eerst een *rapportageplan*.

C. RAPPORTAGEPLAN

12. Belangrijke dingen die we aan de andere groepen willen vertellen zijn:

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

3.5 Voorbeeld van een ingevuld projectplan (uit "Werken met Water")

Namen Piet
Nelleke
Ingrid
Jan

Klas 2C

Wij beginnen ons project

op 17 okt. ; op 25 okt.

moeten we er mee klaar zijn.

Het journaal wordt bijgehouden

door Ingrid en Jan

Probeer dit projectplan in te vullen. Vraag pas je leraar om hulp als je er helemaal niet uit kan komen.

A. HET ONDERWERP

1. We gaan een projektonderzoek doen over boilers (idee 1 van blz 41 van het boek)

2. Uit ons themaboek (of ergens anders uit) weten we hier al over:

niets

3. VOORONDERZOEK

Om tot een goede onderzoeksvraag (of vragen) te komen gaan we:

- een leestekst lezen

Ja, op blz. 67 / nee

- een boek of artikel lezen

ja / nee
titel _____

- een verkennende proef doen

ja / nee

proef: op blz 39 en 40

daarvoor is nodig zie blz 39

- iets anders, nl. thuis de boiler bekijken.

Let op! Voor je nu je vooronderzoek gaat uitvoeren, overleg je even met je leraar

4. ONDERZOEKSVRAGEN

Uit ons vooronderzoek hebben we de volgende vragen gekregen:

werkvra(a)g(en): Moet het koude water onder in de boiler aangevoerd worden?

Maakt het uit of de dompelaar onderin of bovenin zit?

opzoekvra(a)g(en): Hoe werkt een echte elektrische boiler?

5. Als titel van ons onderzoek hebben we bedacht Elektrische boilers

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

B. ONDERZOEKSCHEMA (NB. vul dit zo goed mogelijk in. Tijdens het onderzoek het schema wijzigen kan veel tijd kosten!)

6. Om een antwoord te krijgen op onze onderzoeksvragen gaan we de volgende stappen doen:	7. Daarbij hebben we de volgende materialen of boeken nodig:	8. De manier waarop we aan de materialen of boeken komen is:	9. De datum dat de stap af is:
1. Werkvraag 1 beantwoorden	dompelaar blik met twee buisjes thermometer	uit de kast	22 okt
2. Werkvraag 2	zie 1 + meetlat	kast	24 okt
3. opzoekvraag	folders, leerkit	halen bij een winkel	25 okt
4. verslag	gegevens over onderzoek	uit journaal	25 okt
5.			
.			
.			
.			

10a Als we even op een gesprek met onze leraar moeten wachten gaan we intussen leesteksten lezen

b Als we met ons onderzoek klaar zijn en er is nog tijd, gaan we meer proeven doen met het potje met de twee gaakjes.

Let op! Als je bovenstaande hebt ingevuld overleg je met je leraar voordat je verder gaat.
Samen met je leraar vul je het overlegplan in.

11. OVERLEGPLAN

Na de stappen 1 en 2 overleggen we met onze leraar voordat we verder gaan.

Aan het eind van het project ga je aan de andere groepjes vertellen wat jullie gedaan hebben.

Maak dan eerst een rapportageplan.

C. RAPPORTAGEPLAN

12. Belangrijke dingen die we aan de andere groepen willen vertellen zijn:

warm water stijgt

het warme water zit bovenin de boiler

een goede werkverdeling is nodig, anders doet de één alles.

het is leuk om een eigen onderzoekje te doen.

DIDAKTISCHE AANWIJZINGEN

3.6 Formulier 2: begeleidingsblad

Klas _____

namen:	Groep 1	Groep 2	Groep 3	Groep 4	Groep 5	Groep 6
1e controle: <u>vooronder-</u> <u>zoek</u>						
2e controle: <u>onderzoeks-</u> <u>vragen</u>						
3e controle						
4e controle						
5e controle						
eind- gesprek						

Het is de bedoeling dat de leerlingen *tijdens* "Leven in Lucht"

- enkele eenvoudige practicumproeven ¹⁾ uitvoeren en de optredende verschijnselen waarnemen
- enkele demonstraties ¹⁾ en uitleg van de leraar volgen en proberen te begrijpen
- aan de hand van vragen en trefwoorden informatie leren opzoeken in leesteksten, boeken enz.
- in kleine groepen zelf een plan maken voor een kort project, dit project uitvoeren en evalueren.

en verder

- met plezier en met elkaar actief bezig zijn

Het is de bedoeling dat de leerlingen *na* "Leven in Lucht"

- zich enkele eenvoudige proeven ¹⁾ kunnen herinneren
- enkele verschijnselen ¹⁾ die hen worden gedemonstreerd of uitgelegd kunnen beschrijven en de verklaring ervan kunnen vertellen
- zich enkele begrippen, situaties en regels hebben eigen gemaakt ¹⁾
- in eenvoudige bewoordingen enkele zelf ervaren factoren op kunnen noemen die van belang zijn bij een eenvoudig onderzoeksproject
- een eenvoudig werkplan voor een onderzoek kunnen maken
- kunnen vertellen wat ze geleerd hebben in hun onderzoeksproject

1) voor de betreffende leerstof wordt verwezen naar de paragraaf over de leerstof-keuze, blz. 15 e.v.

DOELLEN VOOR DE LERAAR

Het is de bedoeling dat de leraar *tijdens* "Leven in Lucht"

tijdens de leerstofperiode:

- op een afwisselende wijze de gekozen leerstof, praktikumproeven en opdrachten bespreekt en behandelt.
- de leerlingen stimuleert tot nauwkeurig waarnemen en beschrijven van verschijnselen bij hun proeven.

tijdens de projectperiode:

- de leerlingen stimuleert bij het bedenken en uitwerken van een project-onderwerp en het ontwerpen van een geschikt werkplan voor de uitvoering ervan.
- bijhoudt wat elk groepje doet tijdens de projecttijd en positief bijstuurt.
- samen met de leerlingen de projectjes kritisch en vriendelijk beoordeelt op een aantal ook voor leerlingen duidelijke beoordelingskriteria.

en verder

- met plezier met de leerlingen werkt.

Het is de bedoeling dat de leraar *na* "Leven in Lucht"

- 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, TIJDSCHRIFTEN, ADRESSEN

In veel boeken en tijdschriften is wat te vinden over lucht.

Van toepassing zijn bijvoorbeeld de boeken

Uit de "Globe-reeks" - de raket

- wind, lucht en luchtstromingen
- de hovercraft

Uit de serie "Hoe en Waarom" - luchtvaart

- het weer
- het geluid

Over het weer: o.a.

Stichting Teleac: wij en het weer

Het boekje "Het KNMI in de weer" is te verkrijgen bij voorlichting
Verkeer en Waterstaat, Plesmanweg 4, Den Haag, tel. 070-747710/747120

Ook het KNMI in de Bilt heeft folders en boekjes over het weer.

Uit de Globe-reeks: wind, lucht en luchtstromingen

Er bestaat een Werkgroep weeramateurs, secr. Brucknerstraat 16,
Amersfoort, tel. 033-21908.

Over vliegeren:

Loyd en Thomas "Groot Geïllustreerd Vlieghandboek", ICOB/Septuagint
Alphen aan de Rijn. Dit boek bevat bouwtekeningen van verschillende
soorten vliegers.

Vliegeren, sport, spel, kunst, wetenschap door G.J. van Lonkhuyzen in
DJO 6, 7 1980 (met bouwtekeningen)

In Den Haag is een speciaal adres voor vliegeren:

Vlieger - OP

Rijswijkseweg 74

Den Haag, tel 070-882250

Over de boemerang:

De boemerang, toverhout uit Australie door Ir. J.J. Mulder in DJO
5, maart 1980 met bouwtekeningen (Bijlage I6)

Boemerangs: maken en werpen door Ger Schurink in DJO 9, oktober 1981
met bouwtekeningen

Boemerangs door Ger Schurink. Uitgave Thieme Zutphen, 62 pag. f 14,50

Over hete luchtballonnen:

Dan liever de lucht in door dr. Simon Faithfull in DJO 3, maart 1980.
(Meer informatie over hete luchtballon varen bij dr. N.S. Faithfull,
Parallelweg 28, 4845 CR Wagenveld, tel. 01693-1778).

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

Over hovercraft:

Hovercraft: door lucht gedragen, door Hovergroep jonge onderzoekers te Eindhoven in DJO 2, februari 1980 (met bouwtekening).

Uit de "Globe-reeks": de hovercraft.

Over hete lucht motor:

Primitieve hete lucht motor, door T. Smit, K. Vergouwen en H. Wolters in DJO 8, september 1979, met een bouwbeschrijving.

Over geluid:

Uit de serie "Hoe en Waarom": het geluid

Geluidsgeluiden, door Ruud Boons, DJO 4, april 1979.

Bij de Nederlandse Stichting Geluidhinder, Postbus 381, 2600 AJ Delft, tel. 015-562733, kunt u folders aanvragen (zie ook de AVOL "Geluid Weergeven").

Over (zweef)vliegen:

Kon. Ned. Vereniging voor luchtvaart, afd Zweefvliegen, Apeldoornseweg 203, 6816 SM Arnhem, tel. 085-424111. Er zijn 40 zweefvliegclubs door heel Nederland. Dokumentatiepakket voor f 7,75 op giro 179618 t.n.v. KNVvL, Den Haag. Vermeld duidelijk: dokumentatiepakket Zweefvliegen (bijlage I5).

Uit de serie "Hoe en Waarom": luchtvaart.

Over molens:

- om stroom op te wekken: Westra en Tossijn, Windwerkboek, Ekologische Uitgeverij
- voor polderbemaling, korenmalen e.d.: Balk, Kijk op molens, Elsevier; Besselaar, Molen van Nederland, Kosmos

Over binnenklimaat:

o.a. Warm wonen, NV Ned. Aardgas Unie, afd. Voorlichting, Laan Corpus de Hoorn 102, Groningen, tel. 050-212782.

Van Swaay Airconditioning in Zoetermeer is een bedrijf dat is gespecialiseerd in "behaaglijkheid".

Over raketten:

Uit de "Globe-reeks": de raket.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

DIA'S e.d.

Er zijn diverse dia-series, speciaal over pneumatische systemen, de luchtvaart, het weer. Zie hiervoor de catalogi van NIAM en/of TFC.

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 Lectoriumcentrum
t.a.v. M. Bartling
Taco Scheltemastraat 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. 34 vindt u zijn lijst voor het thema "Leven in Lucht" 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

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 IFC 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.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

VOOR DE 2e KLAS:

LEVEN IN LUCHT

3157	Lucht om te leven	(video)
1757	Wat roken je longen kan aandoen	(video)
1022	Het KNMI in de weer	
VC 40401	Weerbericht in wording	(alleen video)
VC 40402	Het weer gemeten	(alleen video)
VC 40412	Luchtverontreiniging en weersbeïnvloeding	(alleen video)
3095	Steeds sneller vliegen	(video) TFC 111046
3035	Wentelende wieken	
3113	Zeilen	
VC 40405	Weersystemen	(alleen video)
1844	Het dopplereffect	

3157 Lucht om te leven

16 mm film-kleur-geluid-30 min.-1971

Inhoud: De film behandelt de luchtvervuilingsproblematiek in één van de steden van de USA wat een aantasting geeft van het milieu en de leefbaarheid. Er wordt gezocht naar de oorzaken van deze vervuiling en hoe ze te voorkomen zijn. Zowel bij de industrie als bij de vuilverwerking zijn belangrijke verbeteringen te bereiken zodat er een duidelijke verbetering van het milieu ontstaat. De film eindigt positief, er is een leefbaar milieu mogelijk als men bereid is er de nodige aandacht aan te geven.

Toepassing: De film is goed te gebruiken als inleiding op dit thema, waarbij het belang van "zuivere" lucht een grote rol speelt.

De film geeft tevens het maatschappelijk belang aan van het juiste gebruik van de lucht.

1757 Wat roken je longen kan aandoen.

16 mm film-kleur-geluid-10min.-1977

Inhoud: In deze film wordt de schadelijkheid van roken zeer duidelijk aangetoond. De werking van de longen wordt via een simulatie erg duidelijk overgebracht. Het chemische proces van de ademhaling, met de uitwisseling van zuurstof/kooldioxyde met het bloed in de long- haarvaten, komt daarna aan de orde. Op het einde behandelt men eerst de beveiliging tegen het ongewenst binnendringen van "stof". Bij ernstige vervuiling werkt dit systeem niet meer, zodat de longblaasjes hun elasticiteit verliezen en ademkracht en longvolume afneemt, met als ergste resultaat de dood.

Toepassing: Deze film is erg goed te gebruiken als je wat extra aandacht wilt geven aan de onderwerpen die samenhangen met de "longen". Daar dit onderwerp ook bij de biologie in de 2e klas aan de orde komt is het wellicht mogelijk dit deel gemeenschappelijk te behandelen.

1022 Het KNMI in de weer

16 mm film-kleur-geluid-22 min.-1975

Inhoud: In deze film laat men zien welke waarnemingen er gedaan moeten worden, met de daarvoor noodzakelijke instrumenten om een goede weersvoorspelling mogelijk te maken.

De gegevens worden verzameld in Nederland met de gebruikelijke, veelal automatische weerstations. Verdere gegevens worden ingezameld via de

weerballon, koopvaardij schepen, weerschepen, buitenlandse weerstations, satelieten e.d. Het KNMI geeft informatie/advies over een mogelijke route die men wil volgen aan zowel de luchtvaart als de scheepvaart. Voor de industrie is de weersvoorspelling van belang in verband met de "uitstoot" die een belasting is voor het milieu. Het KNMI verzorgt ook ons dagelijks weerbericht op radio en TV.

Toepassing: De film is goed toepasbaar indien men extra aandacht wil geven aan het verkrijgen van meetresultaten en de daarbij behorende eenheden. Het doen van metingen over langere termijn en het ordelijk rangschikken van deze metingen kan naar aanleiding van deze film zeker gestimuleerd worden; hierbij valt te denken aan tabellen en grafieken.

VC 40401 Weerbericht in wording.
video-kleur-geluid-30 min.-1976

VC 40402 Het weer gemeten.
video-kleur-geluid-30 min.-1976

Inhoud: De beide banden komen wat betreft de inhoud in grote lijnen overeen met de film "het KNMI in de weer".

Toepassing: Gelijk aan die van de overeenkomstige film.

VC 40412 Luchtverontreiniging en weersbeïnvloeding.
video-kleur-geluid-30 min.-1976

Inhoud: De luchtverontreiniging wordt ingedeeld in drie hoofdgroepen, dit naar aanleiding van hun bron. De groepen zijn: ruimte-verwarming, industrie en verkeer. De luchtverontreiniging wordt gemeten met vaste meetstations, de "snuffelpaal" en mobiele stations. Een van de gevolgen van de luchtverontreiniging is de verandering in klimaat die daardoor kan ontstaan. De band toont ook de speciale meetmast van het KNMI te Lopik, waarbij vooral de metingen op de verschillende niveaus van belang zijn.

Toepassing: Deze band is te gebruiken in plaats van de film "lucht om te leven" met als voordeel dat deze band slaat op de Nederlandse situatie. De inhoudelijke kwaliteit van de film is beter.

3095 Steeds sneller vliegen. TFC 111046
16 mm film-kleur-geluid-21 min.-1963

Inhoud: De film begint uit te leggen hoe het geluid zich in de lucht voortplant. Hierna komt de snelheid van het geluid aan de orde. De film gaat vervolgens in op de problemen die zich voordoen bij het vliegen met de verschillende snelheden, grofweg ingedeeld in langzamer en sneller dan het geluid. Hierbij wordt veel aandacht gegeven aan de vorm en de stand van de vleugel. De metingen die vooraf worden verricht in de windtunnel worden in beeld gebracht met daarna de toekomstverwachtingen. (Deze zijn i.v.m. de ouderdom van de film niet meer "up to date").

Toepassing: Het onderwerp komt in dit thema slechts kort aan de orde bij de vleugelvorm. De film is echter erg duidelijk en zal vele leerlingen kunnen boeien.

BOEKEN EN AUDIOVISUELE MEDIA

3035 Wentelende wieken

16 mm film-kleur-geluid-12 min.-1961

Inhoud: De film geeft het functioneren weer van de Nederlandse molens, waarbij de diverse toepassingen als waterpomp, meelmalen, oliepers en hijswerktuig aan de orde komen. Daarnaast komen de "standen" van de wieken ter sprake met hun betekenis.

Toepassing: Luchtstroming is een vorm van energie die al zeer lang bekend is. Het is mogelijk deze film te gebruiken als een voorloper op de latere thema's over energie.

3113 Zeilen

16 mm film-kleur-geluid-13 min.-1963-geén commentaar.

Inhoud: De film geeft een sfeerbeeld van het zeilen, gebruikmakend van de elementen wind en water.

Toepassing: De film toont geen verhaal. Het geluid is alleen bedoeld als ondersteuning van de sfeer die in de film wordt getekend: er is uitleg noch toelichting bij. De beelden zijn gewoon mooi voor de liefhebber.

VC 40405 Weersystemen

video-kleur-geluid-30 min.-1976

Inhoud: De luchtdruksystemen, drukverdelingen en luchtstromingen komen hier uitgebreid aan de orde. Uit de fronten met hun bijbehorende wolken-typen kunnen weersontwikkelingen worden afgeleid.

Toepassing: Alleen voor die klassen die erg uitgebreid op het weer met al z'n facetten willen ingaan. De band is erg moeilijk.

1844 Het dopplereffect

16 mm film-kleur-geluid-12 min.-1981

Inhoud: Geluid is een trilling; de frequentie van deze trilling bepaalt de toonhoogte. Door het veranderen van deze frequentie, bijv. door de bron van het geluid en/of de ontvanger van deze trilling te laten bewegen, verandert ook de toonhoogte. Dit effect treedt ook op bij lichtgolven.

Toepassing: Twee onderdelen van de film zijn voor de leerling van de mavo van belang, te weten: geluid is een trilling en de koppeling van de frequentie aan de toonhoogte. Wellicht is het effectiever hiermee te wachten tot het onderwerp "geluid" in de derde klas behandeld wordt. Het doppler-effect zelf behoort niet tot de stof.

LERARENVRAGENLIJST

We zijn benieuwd naar uw ervaringen met het thema "Leven in Lucht".
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 aan het PLON

Lab. Vaste Stof
t.a.v. Ton v.d. Valk
Postbus 80.000
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

Datum _____

Naam leraar _____

Naam school _____ Plaats _____

Leservaring natuurkunde: _____ jaar, waarvan _____ jaar met PLON

In welke klassen hebt u met het thema "Leven in Lucht" 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 "Leven in Lucht" op het spoor? _____

Kent u andere PLON-thema's ja/nee

Opmerkingen hierover: _____

LERARENVRAGENLIJST

OVER "LEVEN IN LUCHT"

Had u een amanuensis om u te helpen? ja/nee

Hoeveel tijd heeft u zelf besteed aan de technische voorbereiding (lessenplan, proeven, etc.). _____uur

Opmerkingen hierover: _____

Opmerkingen over de AVOL _____

Wilt u hieronder uw lessenplan voor "Leven in Lucht" weergeven en daarbij ook aangeven hoeveel lessen ongeveer aan proeven en opdrachtenblok, resp. projectenblok zijn besteed.

COMMENTAAR BIJ ONDERDELEN VAN HET THEMA

Wilt u, als u bepaald materiaal in uw klas(sen) gebruikt, daar uw kommentaar bij geven (te lang, te kort, weglaten, inkorten, te moeilijk, voorstellen voor verbetering etc.)

Kommentaar bij proeven: _____

Welke proeven heeft u verplicht gesteld? _____

LERARENVRAGENLIJST

Kommentaar bij opdrachten: _____

Welke opdrachten heeft u verplicht gesteld? _____

Kommentaar bij leesteksten: _____

In welk blok zijn (de) leesteksten gebruikt?

Proeven en opdrachtenblok/projektenblok

Welke leesteksten heeft u verplicht gesteld? _____

Kommentaar bij trefwoordenregister (bij leesteksten): _____

PROJEKTENBLOK

Hoe verliep het proces van formulering van onderzoeksvragen?

Heeft deel A van het projektplan (formulier I) daarbij gefunctioneerd?

Hoe verliep het opzetten en uitvoeren van het onderzoek?

Heeft deel B van het projektplan (formulier I) daarbij gefunctioneerd?

LERARENVRAGENLIJST

Heeft u gemerkt dat het proeven- en opdrachtenblok leerlingen een inhoudelijke steun geeft (begrippenkader, kennismaking met lucht e.d.) bij het werk in de projektperiode?

Wat heeft u aan het rommelpakket gehad? _____

Hoe heeft u geprobeerd overzicht en controle te houden op datgene waar leerlingen mee bezig zijn? Hoe lukte dat? _____

Hoe hebben de projektplanformulieren, de projektjournaals en uw aantekenschrift aan uw controle en begeleiding bijgedragen?

Wat voor eisen heeft u aan projektjournaal (of eventuele andere verslagen) van leerlingen gesteld? Hoe ging dat?

Hebben de leerlingen aan elkaar verslag uitgebracht? Op welke manier ging dat in zijn werk? Wat vond u daarvan?

Heeft u een eindgesprek gehad met elk groepje?

Hoe liep dat? _____

LERARENVRAGENLIJST

Heeft u voorstellen tot verbetering van het projektplan (formulier 1) of van de didaktische opzet (zie AVOL blz.18e.v.) van het projektwerk?

Zoudt u s.v.p. twee copieën van ingevulde projektplannen en bijbehorende projektjournals willen insluiten? Daarvoor onze hartelijke dank.

DE BEOORDELING

Heeft u over het proeven- en opdrachten blok een proefwerk gegeven?

ja/nee

Zo ja, dan zouden we het op prijs stellen als u (een copie van) de opgaven bijsluit.

Heeft u het projektwerk van een groepje ook in een cijfer uitgedrukt?

ja/nee

Heeft het groepje zelf een stem gehad in de beoordeling? ja/nee

HET THEMA ALS GEHEEL

Noemt u eens iets dat echt lekker liep bij deze lessen

Noemt u eens iets dat u echt tegenviel bij deze lessen

LERARENVRAGENLIJST

Wat vindt u de belangrijkste leerervaringen en leereffekten van dit thema voor de leerlingen? _____

Gaat u dit thema volgend jaar weer gebruiken? ja/nee

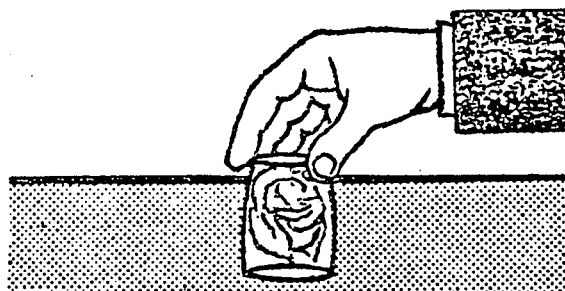
Zijn er dingen die u dan anders gaat doen? _____

SUGGESTIES VOOR PROEFWERKVRAGEN

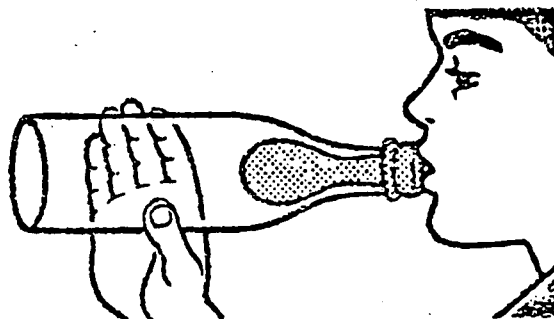
In deze bijlage hebben we ons bekende suggesties voor proefwerk-
vragen op een rijtje gezet, zonder daarin te selecteren.
Wel hebben we ze geordend volgens de hoofdstukken van het
leerlingenboek.

1. Lucht is niet niks

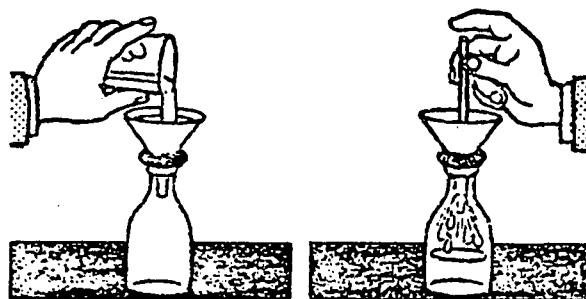
- 1.1 Wanneer je een voorwerp (bij-
voorbeeld een zakdoek) in een
glas doet en dit onderstebo-
ven in een bak water duwt,
blijft het voorwerp droog.
Als je het glas dieper in het
water duwt, komt er wel (een
beetje) water in het glas.
Hoe komt dat dan?



- 1.2 Deze ballon opblazen gaat
niet zo best.
Hoe komt dat?



- 1.3 Een fles vullen met een trech-
ter gaat soms niet best. Als
de trechter precies aansluit
op de flesopening (hier extra
dicht gemaakt met plasticine)
blijft de vloeistof in de
trechter staan. Waarom?
Als je een limonderietje door
de trechteropening in de fles
steekt gaat het wel goed. Kun
je dat verklaren?

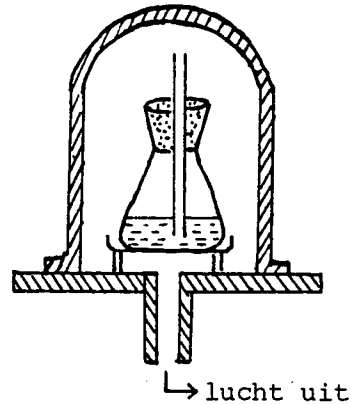


BIJLAGE D1

- 1.4 Een bijna lege luchtballon wordt onder de luchtklok gelegd. Als we met de vacuüm-pomp zoveel mogelijk lucht wegzuigen onder de klok, wordt de luchtballon steeds groter. Hoe komt dat?

- 1.5 Onder de luchtklok zetten we een erlenmeijer halfvol water. De erlenmeijer is afgesloten met een doorboorde stop waar door een glazen buis steekt.

- a. Als we met de vacuümpomp de lucht uit de klok zuigen ontstaat een fonteintje. Hoe komt dat?
- b. Als we later weer lucht in de klok laten, gaat er een hoeveelheid lucht door de glazen buis en door het water weer terug in de erlenmeijer. Hoe komt dat?



- 1.6 Hoe kun je, met een eenvoudige proef, aantonen dat lucht een stof is die je weliswaar niet kunt zien maar die er toch is, met andere woorden, dat lucht een stof is die ruimte inneemt?

- 1.7 Je legt een slap opgeblazen ballon onder een luchtklok. De ruimte onder de luchtklok wordt leeg gezogen.
- a) geef een ander woord voor luchtledig
- b) is luchtledig het zelfde als luchtdicht? uitleg.
- c) wat gebeurt er met de ballon onder de klok?
- d) wordt de druk van de lucht in de ballon bij deze proef groter of kleiner? uitleg.

- 1.8 Onder de vacuümklok bevond zich onder andere de zogenaamde verklikker. In het begin stond het kwik erin zoals op het tekeningetje hier naast. Hoe stond het kwik erin als er een goed vacuum was?



- 1.9 Met een glazen bol willen we de zwaarte van lucht bepalen. Leeggepompt met de vacuümpomp weegt de bol 113,5 g. Als we de lucht erin terugpompen weegt de bol 116,1 g. Er kan 2 liter in de bol. Hoeveel weegt 1 liter lucht?

- K 1.10 Leg uit dat een met de hand opgepompte voetbal zwaarder weegt dan een zachte voetbal.

- K 1.11 Noem minstens 3 lagen in onze atmosfeer.

- K 1.12 Je wilt weten of de buitenluchtdruk verschillend is als je op verschillende hoogten boven het aardoppervlak bent. Hoe zou je dat onderzoekje aanpakken.

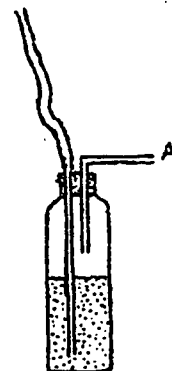
- K 1.13 Wat is de troposfeer?

- K 1.14 Wat voor bijzonders is er aan de ionosfeer?

- K 1.15 Water heeft een duidelijk oppervlak; heeft de dampkring dat ook? Hoe zit dat?

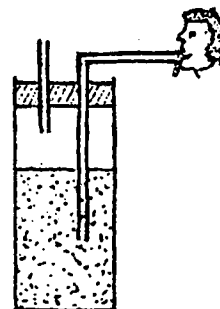
2. De druk van de atmosfeer

- 2.1 a. wat gebeurt er met de luchtdruk van de lucht in de fles (boven het water) als je in A blaast?
b. wat gebeurt er met het water in de fles?
c. de luchtdruk buiten is 1000 mbar, dit komt overeen met een waterdruk van 10,2 m. Hoe groot is de luchtdruk in de fles als het water in de slang een hoogte bereikt van 2 meter en 4 cm boven het waternivo in de fles?



- 2.2 Heb je wel eens gehoord van de Maagdenburger halve bollen? Wat was dat voor een proef? Wat wordt er mee aangetoond?

- 2.3 Als iemand aan het buisje 'zuigt' krijgt hij vloeistof binnen. Verklaar dat. Gebruik hierbij de woorden: groter - kleiner - luchtdruk - buitenlucht



- K 2.4 Verklaar hoe het mogelijk is dat je een barometer kunt gebruiken als hoogtemeter.

- 2.5 Beschrijf het proefje met de halve bollen.

- 2.6 Waarom blijft een zuignapje tegen de muur zitten?

- 2.7 Teken een metaalbarometer. Leg de werking duidelijk uit.

Waarom is 'n pak vacuüm verpakte koffie zo hard?

- 2.8 Vul een fles tot de rand met water. Leg er een stuk papier op. Keer de fles om en laat het papier los. Wat zie je? Hoe komt dat?



- 2.9 a. Als je een fles helemaal met water vult en de fles daarna afdekt met een papiertje kun je de fles omkeren zonder dat het water eruit loopt. Hoe denk je dat dat komt?

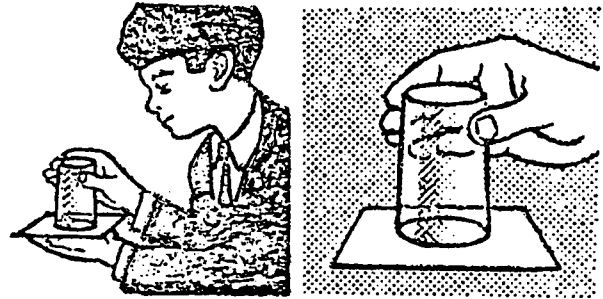
- K b. Hoe groot is de buitenluchtdruk ongeveer, uitgedrukt in meters waterkolom?

- K 2.10 Waarom zal kwik in een dichte slang minder hoog komen te staan dan water, dat tot 10 m komt?

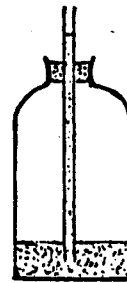
- 2.11 Wat gebeurt er met het water in de dichte slang als de kurk in de slang gaat lekken?

BIJLAGE D1

- 2.12 Als je een glas boordevol vult met water en hierop een stukje stevig papier schuift, kun je het glas omdraaien zonder dat het water eruit loopt. Verklaar hoe dat komt.

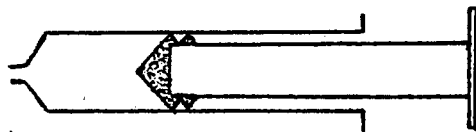


- 2.13 a. Leg uit (eventueel met een tekeningetje) hoe een metaalbarometer ongeveer werkt.
- K b. Een hoogtemeter in een vliegtuig werkt net als een barometer. Leg uit waarom je zo'n apparaat dan als je hoogtemeter kunt gebruiken.
- c. Op een fles zit een doorboorde stop met een rietje erdoor. Het water in de fles is een eind in het rietje gestegen. Leg uit waarom je dit ding als barometer kunt gebruiken.
- d. Wat zal je aan het vloeistofniveau in het rietje zien als de luchtdruk hoger wordt? Waarom?



3. Pompen voor druk

- 3.1 Als je een injectiespuit, die in de middenste stand staat (zie tekening) afsluit, induwt en dan weer loslaat komt hij in de oorspronkelijke stand terug.

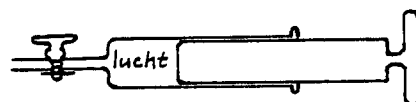


- a. Hoe komt dat?
- b. Ook als je de injectiespuit afsluit, uittrekt en loslaat komt hij in de oorspronkelijke stand (beginstand) terug. Hoe komt dat?

- 3.2 Wat is luchtdruk? Hoe kun je de druk verlagen in een bepaalde ruimte?

- 3.3 Je sluit een injectiespuit, met alleen lucht erin, af.

- a. waarom kun je de spuit niet of erg moeilijk indrukken?
- b. Waarom kun je de spuit niet of erg moeilijk uittrekken?



- 3.4 Bedenk een proef waarmee je kan aantonen dat lucht veerkrachtig is.

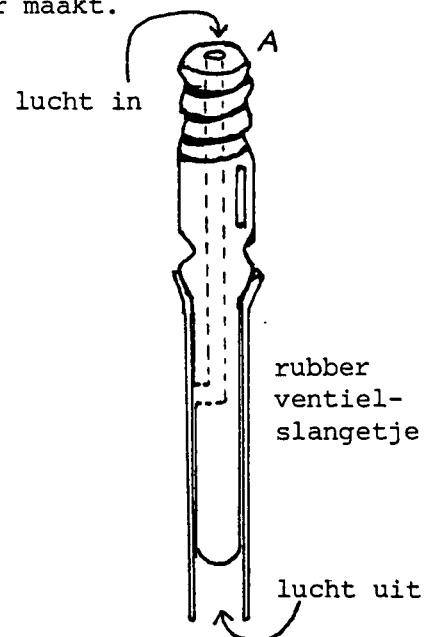
- 3.5 Bedenk in welk gebruiksvoorwerp je de veerkracht van lucht gebruikt.

- 3.6 Het is mogelijk om een fototoestel op afstand met lucht (pneumatisch) te bedienen. Kun jij vertellen en verklaren hoe dat gaat?
- 3.7 Jan heeft te zachte banden. Hij meet een bandenspanning van 1 atm. Hij pompt even veel lucht erbij als er al in zat. Hoe groot is zijn bandenspanning na het pompen?
- 3.8 Bedenk een proef waarmee je kan aantonen dat de druk van lucht groter wordt als je de ruimte voor de lucht kleiner maakt.
- 3.9 Leg de werking van een propeschietter uit.

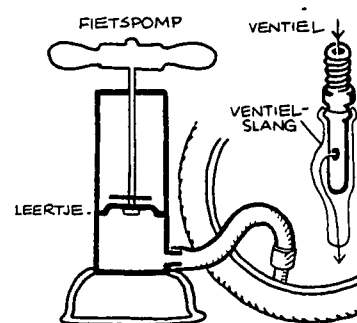
- 3.10 Iemand wil graag weten hoe een fietsventiel werkt. Hij besluit het als volgt aan te pakken:

Hij knipt een fietsventiel van een binnenband af, haalt hem uit elkaar en houdt het volgende over (zie tekening) Hij pompt bij A met een fietspomp lucht naar binnen (zoals je dat normaal ook doet) en ziet dat er een bobbeltje onder het slangetje komt en dat de lucht er dan weer uitkomt. Hij zegt nu het antwoord op zijn vraag te hebben.

fietsventiel



- a. geef een volledige beschrijving van zijn onderzoekje volgens het schema.
- b. ben je het met hem eens dat hij het antwoord op de vraag heeft? Geef een toelichting.
- 3.11 Leg uit hoe een fietspomp werkt. Vertel daarbij wat er met het leertje gebeurt als je het handvat omhoog trekt en als je het handvat weer omlaag duwt. Leg ook de werking van het ventiel uit.
- 3.12 Leg de werking van een metaalmanometer uit.
- 3.13 Noem minstens 3 eenheden voor druk.

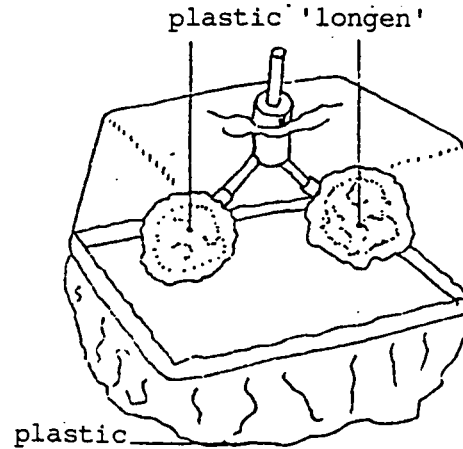


BIJLAGE D1

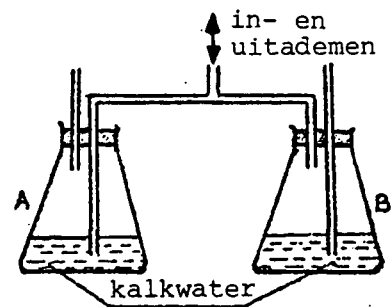
4. Lucht in je longen

- 4.1 a. Wat gebeurt er als je de plastic borstkas indrukt?
b. Wat gebeurt er als je de (plastic) borstkas uittrekt?
c. Wat is een spirograaf? Wat kun je ermee meten?

- 4.2 Wat is een spirometer?
Wat kun je er mee meten?

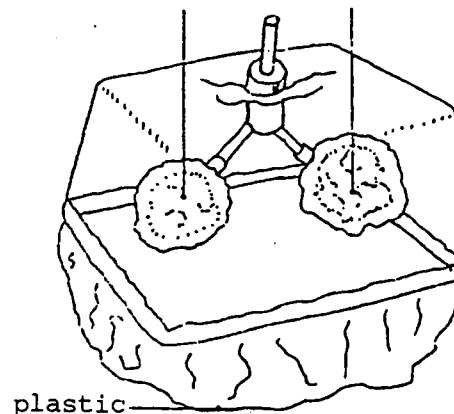
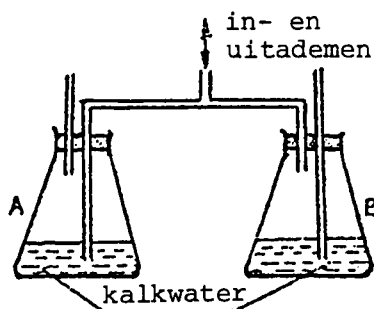


- 4.3 Door welke erlenmeijer met kalkwater adem je in?
Door welke erlenmeijer met kalkwater adem je uit?
Wat kun je zien aan het kalkwater in de erlenmeijers A en B?



- 4.4 Wat gebeurt er allemaal als je de (plastic) borstkas uittrekt? Waarom? Wanneer adem je in: als je het stuk plastic naar buiten trekt of als het stuk plastic naar binnen duwt?
- 4.5 Jullie hebben een model van een borstkas met longen gemaakt.
a. Leg met een tekeningetje uit hoe dat ding in elkaar zat.
b. Wat gebeurt er met de luchtdruk in de borstkas, wanneer je het "middenrif" uittrekt? Wat gebeurt er dan met de luchtdruk in de longen?
c. Zou je model sneller en gemakkelijker werken als je een wijdere "luchtpijp" zou nemen? Verklaar waarom.
- 4.6 a. Wat is longkanker?
b. Noem een paar verschijnselen van longkanker.
c. Wat zijn de voornaamste oorzaken van longkanker
d. Wat kan men doen aan de bestrijding van longkanker
e. welke stoffen zitten er in een sigaret, die schadelijk zijn.
- 4.7 a. Hoeveel procent zuurstof bevat de lucht om ons heen?
b. Stel iemand heeft longkanker. Wat zal je merken aan het zuurstofgehalte van de lucht die hij uitademt vergeleken bij dat van gezonde personen? Waarom?

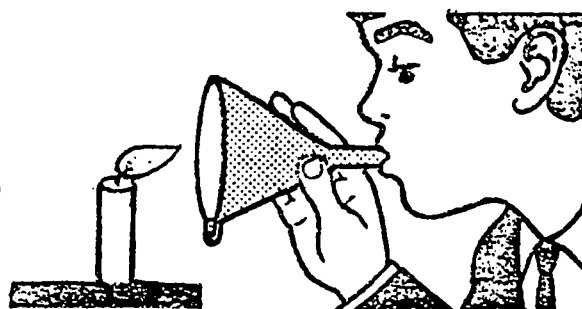
- 4.8 a. Door welke erlenmeijer met kalkwater adem je in? Hoe kom je aan je antwoord?
 b. In welke erlenmeijer gebeurt iets met het kalkwater?
 c. Wat gebeurt er met het kalkwater? Waarom? plastic 'longen'



- K 4.9 Noem de drie belangrijkste gassen die in de atmosfeer zitten. Hoe groot is het percentage van elk in de lucht?
- 4.10 Hoe kun je je longdruk meten?
- 4.11 Hoe kun je de maximale hoeveelheid lucht die je kunt uitademen meten? Is dat ook de totale longinhoud?
- 4.12 Wat is buikademhaling en wat is borstademhaling?
- 4.13 Leg uit hoe je limonade met een rietje opzuigt. Gebruik daarbij het woord onderdruk.
- 4.14 Noem twee belangrijke oorzaken van luchtverontreiniging in een stad (bijv. Rotterdam)

5. Zweven op een luchtstroom

- 5.1 Als je door een trechter naar een kaarsvlam blaast, gaat de vlam naar je toe?
 Kun je vertellen hoe dat komt?



- 5.2 Als je over een vel papier blaast, komt dit omhoog. Hoe komt dat?
- 5.3 Als je 2 vellen papier naast elkaar laat hangen en je blaast er tussendoor, gaan de naar elkaar toe.
 Wat bewijst je daarmee?
 Wat heeft dat met vliegtuigen te maken?

BIJLAGE D1

- 5.4 Wat verstaan we onder de lift van een vliegtuig?
- 5.5 a. Wat is een luchtkussenvoertuig?
b. Hoe werkt zo'n luchtkussenvoertuig?
- 5.6 Teken, in doorsnede, een vliegtuigvleugel. Verklaar waarom die vleugel volgens jou zo moet zijn.
- 5.7 Hoe komt het dat een vliegtuig in de lucht kan blijven, als het maar genoeg snelheid heeft? Kort uitleggen.
- 5.8 Waarom heb je maar heel weinig kracht nodig om een hovercraft voort te bewegen?
- 5.9 Hoe komt het dat een parachute de snelheid van een parachutist afremt? Kort uitleggen. Gebruik bij je redenering de luchtdruk in en buiten de parachute.
- K 5.10 Leg uit hoe een propeller werkt.
- 5.11 Leg uit hoe een straalmotor werkt.
- 5.12 Waarom is het belangrijk dat de wind vóór en achter het zeil van een zeilboot een andere snelheid heeft?
Waar moet die het grootste zijn?

6. Lucht en geluid-----

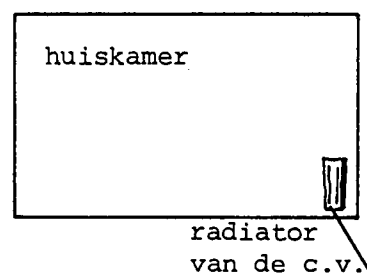
- 6.1 Wat gebeurt er eigenlijk als iemand praat, zingt of op een andere manier geluid voortbrengt?
Op welke manier verplaatst geluid zich van de ene plaats naar de andere?
- 6.2 Met een slang (van + 8 meter) en twee trechters kun "om een hoekje" praten. Hoe komt het dat je op die afstand een, zelfs fluisterend uitgesproken, tekst nog erg duidelijk kunt verstaan?
- 6.3 Hoe weet je dat geluid de lucht laat trillen? Geef een proef als voorbeeld.
- K 6.4 Wat gebeurt er eigenlijk als je bij onweer een bliksemflits ziet?
Als je de donderslag 10 seconden hoort nadat je de bliksemflits zag, hoever is dan het onweer van je verwijderd?
- K 6.5 Stel dat je een geluid maakt dat door een muur wordt weerkaatst.
De echo hoor je 0,4 seconde later. Hoe ver is die muur van je vandaan?
- 6.6 Als je op de maan een geweer afschiet, dan hoor je geen geluid.
Leg uit hoe dat komt.
- 6.7 Op 350 meter afstand van een heistelling hoor ik de klap van het heiblok één seconde nadat ik het heb zien neerkomen.
Hoe komt dat?

- 6.8 Wat werd aangetoond door de proef met de bel onder de vacuüm klok?
- 6.9 Maak een schets van de belangrijkste onderdelen van je oor en geef er een korte uitleg bij.
- 6.10 Wat is ultrasoon geluid?
Welk dier kan daardoor 's nachts vliegen vangen?
- 6.11 Wat is het verschil tussen een muzikale toon en gewoon geluid?
- 6.12 Wat trilt meer, een hoge of een lage toon?

7. Koude lucht - warme lucht-----

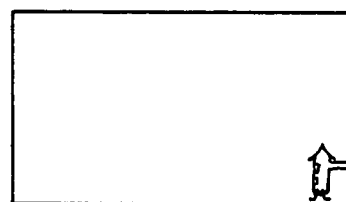
- 7.1 We houden een spiraal boven een vlam. De papieren spiraal gaat draaien. Waarom?
- 7.2 Hoe werkt een hete luchtballon? Hoe komt het dat zo'n ballon kan opstijgen?

- 7.3 a. Teken de nevenstaande huiskamer na en teken er de luchtstroming in die ontstaat door de radiator van de c.v.
b. Noem een ander woord voor die luchtstroming.



- 7.4 Wanneer ontstaan er luchtstromingen? Geef één voorbeeld.

- a. Dit is een kamer waarin een brandende kachel staat. Geef met pijltjes de beweging van de lucht in de kamer weer en verklaar hoe dat komt.
- b. Ik meet met een thermometer de temperatuur in de kamer. één keer bij het plafond en één keer bij de vloer. Waar zal ik de laagste temperatuur meten?



- 7.5 Wat bedoelen we met het absolute nulpunt?
- 7.6 Hoeveel Kelvin is 0°C ? 100°C ? -100°C ?
- 7.7 Waarom bestaat er een groot gevaar voor ontploffen als gasflessen (bijv. met stikstof, zuurstof) zich in een brandende ruimte bevinden?
- 7.8 Beschrijf een proef waarmee je aantoont dat lucht krimpt als het afkoelt.
- 7.9 Waarom hebben zweefvliegers "thermiek" nodig om in de lucht te blijven?

BIJLAGE D2

PROEFWERKEN VAN HET NIELS STENSEN COLLEGE 78-79

Toets 'LEVEN IN LUCHT'

Hier je naam

Hieronder volgen een aantal beweringen waarvan jij moet bepalen of ze JUIST of ONJUIST zijn. Als jij bijvoorbeeld vindt dat een bewering juist is dan zet je een kruisje in het hokje naast de bewering in de kolom onder JUIST.

	JUIST	ONJUIST
1. Als het raampje van een 10 km hoog vliegend vliegtuig breekt, dan stroomt er lucht door het gebroken vliegtuigraampje naar buiten		
2. In een flatgebouw van 20 etages zal een barometer op de bovenste etage een hogere waarde aangeven dan op de begane grond		
3. De beeldbuis van een televisietoestel zal 'in elkaar klappen' als hij stuk gaat, omdat er in de buis een vacuüm is		
4. Warme lucht kan minder waterdamp opnemen dan koude lucht		
5. Op de maan kan je met windmolens energie opwekken.....		
6. Als je de zuiger van een injectiespuit helemaal indrukt, dan de opening met een vinger dicht houdt en vervolgens de zuiger uittrekt moet je tegen de luchtdruk van de atmosfeer in 'trekken'.....		
7. Als je de rand van een blad papier voor je mond houdt en je blaast vlak over het papier heen, wordt de luchtdruk boven het papier iets groter.....		
8. De atmosfeer oefent op de aarde een druk uit die ongeveer zo groot is als de druk van een laag water van één meter dikte.....		
9. Als je met een luchtballon boven de 30 km komt, moet je een 'extra' voorraad lucht meenemen om te kunnen ademen .		
10. Bij een metaalbarometer drukt de buitenlucht een luchtledig metalen doosje gedeeltelijk in.....		
11. In een ruimte waar onderdruk heerst is de druk hoger dan in de buitenlucht.....		
12. Een ballon gevuld met waterstofgas stijgt op in de atmosfeer, omdat waterstofgas veel lichter is dan lucht.....		
13. In onze atmosfeer is er een scherpe grens tussen 'bijna leeg' en 'leeg'.....		
14. Als je een zuignap vastdrukt tegen een muur, drukt de buitenlucht de zuignap tegen de muur aan, omdat de druk van de lucht in de ruimte tussen het napje en de muur veel kleiner is dan de druk van de buitenlucht.....		
15. Bij een luchtbuks wordt gebruik gemaakt van de kracht van samengeperste lucht.....		

	<u>JUIST</u>	<u>ONJUIST</u>
16. Lichtere lucht (warm) boven een kachel wordt omhoog geduwd door zwaardere koude lucht uit de omgeving....		
17. De putjes op de maan zijn ontstaan door meteorieten die op het maanoppervlak vallen.....		
18. Als je de zuiger van een handfietspomp helemaal uittrekt en daarna de opening met een vinger stevig dicht houdt, dan kan je met gemak de zuiger weer helemaal indrukken (je vinger steeds op de opening houdend, natuurlijk).		
19. Hoe meer lucht je in dezelfde ruimte pompt, des te groter wordt de druk.....		
20. Eén liter lucht weegt ongeveer één kilogram.....		
21. Op de maan kan je water koken in een keteltje op een houtvuurtje.....		
22. In een hogedrukgebied heb je doorgaans mooier weer dan in een lagedrukgebied.....		
23. Hoe kleiner je de ruimte voor een zelfde hoeveelheid lucht maakt, des te groter wordt de druk.....		
24. Door de ruimte in je borstkas kleiner te maken wordt de luchtdruk in je longen kleiner.....		
25. De wieken van een windmolen staan een beetje scheef om meer wind te kunnen vangen.....		
26. Hoog in de bergen schijnt de zon feller, doordat er minder lucht boven je is die de zonnestraling temperert.....		
27. Als je een glazen buis (1 meter lang, aan een kant dicht) helemaal met kwik vult en deze op z'n kop in een bakje met kwik zet, zakt het kwik tot 90 cm..		
28. De buitenlucht duwt alleen van boven naar beneden en niet van alle kanten tegen ons aan.....		
29. Samengeperste lucht is zwaarder dan gewone lucht....		
30. Als de luchtdruk in je longen groter is dan de druk van de buitenlucht, stroomt de lucht uit je longen naar buiten.....		

BIJLAGE D2

PROEFWERKVRAGEN OVER: GELUID DOOR EEN SLANG,
gemaakt door Angela, Manon, Karin en Ingrid uit A2.3

1. Wordt geluid vervoerd door water?
2. Wat is een toongenerator?
3. Wat is een oscilloscoop?
4. Kan je door een lege slang een gesprek voeren?
5. Waarmee wordt in ons lichaam geluid gehoord?
6. Waarom is bij die slang een trechter nodig?
7. Geef een andere naam voor een oscilloscoop
8. Geef een andere naam voor een toongenerator
9. Hoe kan je aantonen of een toon goed ontvangen wordt?
10. Waar komt het woordt oscilloscoop vandaan?

Proefwerk 'Leven in Lucht' voor:

Angela
Manon
Karin
Ingrid

1. Geef een voorbeeld uit je eigen onderzoek waarin je hebt moeten werken met, en nadenken over de druk (van lucht of iets anders). Beschrijf voor jullie geval wat het effect van de druk was.
2. Wat is het effect van het gebruik van trechters bij het 'praten door een slang'. Leg uit hoe dat komt.
3. Waarvoor dient een oscilloscoop? Wat is erop af te lezen en waarvoor kun je wat je afleest gebruiken?
4. Beschrijf de opstelling die je hebt gebruikt om de proeven uit te voeren waarmee je naging hoe het geluid in de slang verandert. Wat heb je aan de opstelling gevarieerd en welke resultaten kreeg je?

PROEFWERKVRAGEN OVER: ONWEER,
gemaakt door Berna, Jacqueline, Yvonne en Marian uit A2.3

1. Hoe ontstaat bliksem?
2. Geef een voorbeeld om zelf bliksem te maken.
3. Wie of wat veroorzaakt de donder?
4. Geef een andere naam voor lucht of schokgolven.
5. Wat is het rollen van de donder?
6. Wat is bliksem?

Proefwerk 'Leven in Lucht' voor:

Berna
Jacqueling
Yvonne
Marian

1. Geef een voorbeeld uit je eigen onderzoek waarin je hebt moeten werken met, en nadenken over de druk (van lucht of iets anders). Beschrijf voor jullie geval wat het effect van die druk was.
2. Beschrijf hoe in 't algemeen onweer ontstaat. Wat is bliksem? Hoe kun je die namaken?
3. Wat veroorzaakt het tijdsverschil tussen het zien van de bliksem en het horen van de donder? Leg uit.
4. Waardoor wordt de donder eigenlijk veroorzaakt? Leg uit.

BIJLAGE D3

EEN PROEFWERK VAN "REGINA PACIS" MAVO-OUDEWATER

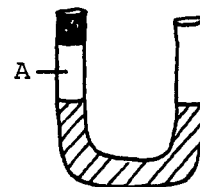
Naam:.....

REPETITIE "LEVEN IN LUCHT"

Klas 2a

Maandag 16 maart 1981

1. De repetitie begint met een demonstratie door de leraar. Onder de vacuümpomp bevindt zich een verklikker; een verklikker is een U-buisje gevuld met water, waarmee we onderdruk of bovendruk kunnen meten. De ruimte bij A is gevuld met gewone lucht.



verklikker

DEMONSTRATIE: Wat zie je gebeuren?
Geef een verklaring voor wat je zag gebeuren!
.....

2. Tijdens de repetitie worden een aantal genummerde voorwerpen doorgegeven, beantwoordt bij het juiste nummer de vragen:

- 1) Blaas in het zakje, wat merk je op
Geef een verklaring
.....
- 2) Hoe heet dit instrument
Waarvoor dient dit instrument
Lees op het instrument af wat het nú aangeeft
- 3) Bekijk dit voorwerp goed en laat in een tekening met tekst de werking ervan zien. Wat is het nut van een ventiel?.....
.....

tekening:

- 4) a. Knijp in de bal van de druppelaar
b. Houdt de opening nu in het water en laat de bal los.
c. Wat zie je gebeuren
Verklaar dit
.....
d. Laat de druppelaar nu weer leeg lopen!!!!

BELANGRIJK: Geef de voorwerpen zo snel mogelijk door naar achteren of voren.

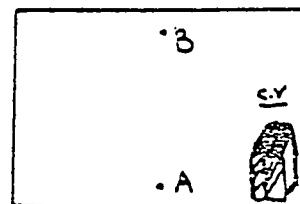
Naam:.....

Vervolg REPETITIE "LEVEN IN LUCHT"

klas 2a Maandag 16 maart 1981

3. Teken in de hiërnaast getekende huiskamer de luchtstroom die ontstaat als de radiator van de C.V. aanstaat

Waar is het warmer, bij A of bij B



4. Leg uit hoe de hete-lucht-ballon werkt



5. Hoe kan het, dat als je een geweer op de maan afschiet, je geen knal hoort?

6. één liter lucht weegt: A minder dan 1 gram
B precies 1 gram
C ongeveer 10 gram
D ongeveer 100 gram



7. Welk model vliegtuig-vleugel zou jij gebruiken:
Geef hiervoor een verklaring



8. Op het bord staat één vraag voor jullie project-groep, beantwoord deze hieronder.

.....
.....
.....
.....

ruimte voor een tekening:

BIJLAGE D4

EEN PRAKTIKUM-PROEFWERK OVER "LEVEN IN LUCHT"

"Regina Pacis" Mavo, Oudewater

EERSTE PROEF

De antwoorden kun je op dit blad invullen.

Je hebt nodig: een glazen maatglas
een kurk met 2 gaten
een glazen buis
een ballon
een slangetje

De kurk moet twee gaten hebben.
In één daarvan moet de drukmeter (buis plus
ballon) passen. In het andere gat moet een
slangetje of gebogen buis passen.

- Bevestig de drukmeter en het slangetje
in de kurk en druk de kurk stevig op
het maatglas.
- Blaas nu op het slangetje.

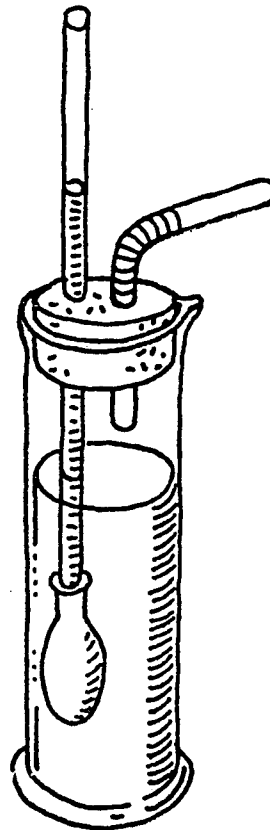
Wat zie je? _____

- Verander daarbij ook de diepte waarop de drukmeter
de druk meet.

Waar heb je de druk veranderd door te blazen? _____

Waar meet de drukmeter de druk? _____

Conclusie: _____



TWEEDE PROEF



Je hebt nodig:
een flesje water
kurken met buisjes.

Zet elke keer de juiste kurk
op de fles.

- zuig aan het buisje zonder
kurk op de fles.
Wat zie je?

Zuig door één buisje door de
kurk. Met het andere gaatje open en met het andere gaatje dicht.
Wat zie je? -----

- Twee buisje erin. Een die in het water steekt, de ander die er niet
in steekt. Buisje open, buisje dicht en zuigen.
Wat zie je? -----

- Allebei de buisjes in het water. Zuigen. Op één buisje en op allebei.
Wat zie je? -----

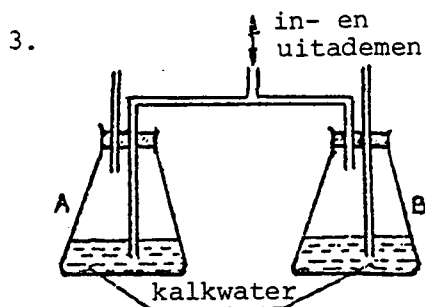
Probeer dit hieronder allemaal te verklaren.

BIJLAGE D4

MAAK 6 VAN DE VOLGENDE 7 VRAGEN:

1. Waarom blijft een zuignapje tegen de muur zitten?

2. Leg uit hoe een fietspomp werkt. Vertel daarbij wat er met het leertje gebeurt als je het handvat omhoog trekt en als je het handvat weer omlaag duwt.

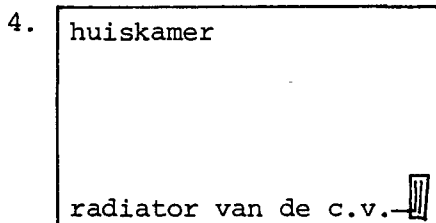


Door welke erlenmeijer met kalkwater adem je in?

Door welke erlenmeijer met kalkwater adem je uit?

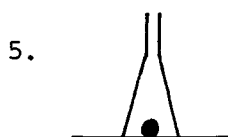
Wat kun je zien aan het kalkwater in de erlenmeijers A en B?

.....



Teken in de huiskamer de luchtstroming die ontstaat door de radiator van de C.V.

Ik meet met een thermometer de temperatuur in de kamer: één keer bij het plafond, één keer bij de vloer. Waar zal de temperatuur het laagst zijn?



Als je in de trechter blaast, komt het balletje omhoog. Hoe komt dit?

6. Als je de donderslag 10 seconden na de bliksem hoort, hoever is het onweer dan van je verwijderd?

7. Hoe kun je, met een eenvoudige proef, aantonen dat lucht een stof is die je weliswaar niet kunt zien, maar die er toch is, met andere woorden, dat lucht een stof is die ruimte inneemt.

4. Het praktikummateriaal.

Ruim voor dat het thema start moet het praktikummateriaal klaar zijn, zodat de docenten in alle rust zelf de proefjes kunnen doen. In Earen waren wij ongeveer twee weken voor de start klaar.

Een veel voorkomend probleem om dit voor elkaar te krijgen is dat de boeken niet op tijd aanwezig zijn, of net een week van te voren. Je kunt natuurlijk aan de hand van een oude uitgave het materiaal gaan maken, met het risico dat je proefjes maakt die in de nieuwe versie niet meer voorkomen (dit gebeurt). Proefjes die niet in de oude- maar wel in de nieuwe versie staan, kunnen dan pas gemaakt worden als het nieuwe boek er is. Dit probleem speelt natuurlijk alleen in het eerste jaar dat je ermee begint, want het materiaal zoals het nu door het M.I.B. wordt gedrukt blijft voorlopig de komende jaren zo.

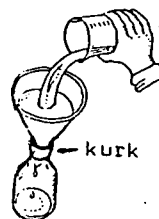
Het eerste wat moet gebeuren, en dat moet echt ver van te voren, is het bekijken van de materialenlijst. Welke materialen zijn niet aanwezig op school? Wie kan voor welke materialen zorgen (docent, amanuensis) en welke materialen moeten worden besteld of kunnen in de buurt worden gekocht? Vooral het bestellen van materiaal kan veel tijd kosten en moet daarom ruim van te voren worden gedaan. Het gebeurt wel eens dat een proefje wegvalt omdat het materiaal niet op tijd aanwezig is.

Ik heb voor dit thema "Leven in Lucht" met behulp van de amanuensis en docent het praktikummateriaal in elkaar gezet dat nodig is bij het proeven- en opdrachtenblok. Per proef wil ik beschrijven, tenzij ze vanzelfsprekend zijn of wij ze niet gedaan hebben, wat mijn bevindingen of suggesties zijn. Voor de hoofdstukken verwijs ik naar het leerlingenboek.

Hoofdstuk 1 Lucht is niet niks:

proef 1.7: Je kunt hier beter geen plastic fles gebruiken maar een glazen fles. Dit omdat de leerlingen er in knijpen, waardoor er toch lucht door het water

heen ontsnapt. (Dit gebeurt ook met een hard plastic fles). Omdat er bij het begin van het ingieten toch een klein beetje water in de fles komt is het onhandig om de fles met plasticine af te sluiten. Als je dit water eruit wilt halen moet je alles los maken en dan weer luchtdicht afsluiten. Ik heb gewoon een rubber stop met een gat genomen, dit gaat prima, en je kunt er snel het water uithalen. Dit was bij ons vooral belangrijk omdat we de proef in een stationspraktikum hadden, waardoor de proef drie keer per les gedaan moest worden. Ondanks de glazen fles krijgen ze het toch voor elkaar om al het water in de fles te krijgen door langzaam te gieten of door tikjes tegen de fles te geven waardoor ook lucht ontsnapt. Het water moet wel uit een bekersglas, dus niet rechtstreeks uit de kraan (dunne straal), meteen in de trechter worden gegoten.

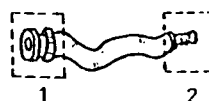


proef 1.8: Hier kun je het beste een fles nemen met een brede hals, zodat de ballon, als je hem een beetje opblaast, niet tegen de wand van de fles komt. Je krijgt anders misschien verkeerde verklaringen die voorkomen kunnen worden.



Wij hadden er nog een kurk met buisje opgedrukt. Dit om het blazen te vergemakkelijken en het buisje is makkelijker schoon te maken.

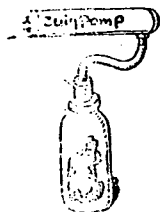
proef 1.9: Niet elk pompje is hier geschikt voor. Je kunt namelijk niet altijd het leertje omkeren. Ik heb een pompje gebruikt waar een slangetje opgeschroeft moet worden, want dit slangetje is goed te gebruiken.



Ik heb de twee uiteinden van het slangetje afgesneden. Uiteinde 1, waar een ventiel opgeschroeft kan worden, heb ik in een kurk met een gat, gedrukt. Uiteinde 2 heb ik in een rubber slangetje ($\pm$ 50 cm) gedaan en dit met een stukje ijzerdraad goed vastgezet (luchtdicht). Aan de andere kant komt een fietsventiel met schroef-



draad naar buiten, dat ook met een stukje ijzerdraad goed vastgezet kan worden. Aan het ventielslangetje moet wel iets verandert worden. Ik heb twee sneetjes aan weerszijden van het gaatje gemaakt zodat er een lipje op het gaatje ligt. Het ventiel werkt nu andersom.



Als je de leerlingen niet zelf het leertje van het pompje laat omdraaien, moet je duidelijk aangeven dat het gebeurd is, bijvoorbeeld door op de pomp te schrijven "zuigpomp". Ze denken anders dat ze lucht in de fles pompen, al staat het nog zo duidelijk in hun boek. Voor hen blijft een fietspomp een fietspomp (als zij er niet duidelijk op gewezen worden dat het niet zo is).

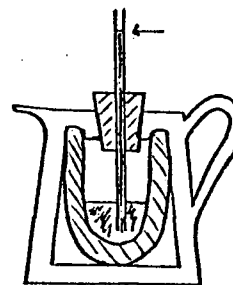
Hoofdstuk 2 De druk van de atmosfeer:

Proef 2.1: Je kunt hier geen plastic fles voor gebruiken omdat ze in de fles knijpen als ze hem vasthouden. Hierdoor blijft het papiertje niet hangen. Met een hard plastic fles gaat het beter, ook hier kunnen de leerlingen in knijpen. Wij hebben het gedaan met een perspex fles. Het stukje papier was bij ons een dun plastic plaatje, zodat het bij ieder groepje te gebruiken was (stationspraktikum).

De fles met het gaatje in de bodem was moeilijker. In een mooi perspex fles boor je niet zomaar een gaatje. Wij hebben het gedaan met een perspex buis (5 cm $\varnothing$) met als bodem een grote rubber stop met daar een gaatje in. Dit gaat prima, alleen is het voor de leerlingen niet zo duidelijk dat er een gaatje in zit, want dat zie je bijna niet.

Proef 2.2: Dit is voor de leerlingen een zeer spektakulaire proef. Vooral als je een stuk van de platte lat af kunt slaan. Dit is bij ons gelukt door een lat te nemen van spaanplaat (50x10x1cm). Je neemt een dubbelpagina en je zorgt dat de lat er ongeveer tien centimeter onderuit komt.

proef 2.8: Deze proef kun je alleen doen in een hoog flatgebouw of een toren. Aangezien die niet bij ons in de buurt was te vinden moesten we het anders doen. Het grootste hoogteverschil dat bij ons te overbruggen is is ongeveer 6,7 meter. Om nu toch een drukverschil te kunnen meten hebben we een waterbarometer van een thermoskan gemaakt.



Het hoogteverschil in het buisje was $\pm 0,5$ cm. Ze zetten met een stift een streepje bij de stand van het water als ze beneden staan en dan als ze boven staan. Alleen het drukverschil wordt dus aange-toond met deze proef.

Hoofdstuk 3 Pompen voor druk.

Proef 3.1: Dit lukt niet met elke fietspomp. In het boek staat een foto van een fietspomp waar het zeker niet mee lukt. Dit komt omdat er een klepje in de fietspomp zit. Hierdoor pomp je de slang (en de meter) op. De zuiger komt dus niet meer omhoog. (Hetzelfde geldt als je het leertje omkeert). De pomp mag dus geen klepje hebben. Deze zit meestal waar de slang aan de buis vastzit. Bij ons zat er een kogeltje in het koperen verloopstukje.



Dit kogeltje kon er niet uit omdat het koperen verloopstukje een klein stukje was dicht geknepen. We hebben de opening uitgeboord waardoor het kogeltje eruit kon.

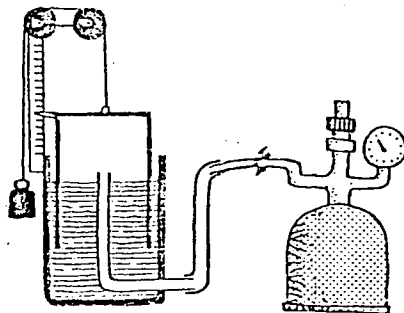
Proef 3.3: Hier is de vraag hoe kom je aan een gasfles met ventiel, manometer en kraan? Niet iedere gasfles is goed want hij moet een bepaalde druk kunnen weerstaan. Onze manometer kon maximaal tot 6 atm,

dus moet de gasfles minimaal 6 atmosfeer kunnen hebben. Voor de veiligheid wil je wel een gasfles die meer kan hebben. Wij hebben een driefgaspatroon van een oude afgekeurde poederblusser gebruikt (maximaal 190 atm). Deze liggen vermoedelijk nog wel op meer scholen ergens in de kelder. Er zat al een kraan op. Een fietsventiel en een manometer zijn er met stukken koperbuis op gesoldeerd.



Deze voldoet prima.

De spirometer hebben we gemaakt van een glazen stolp met bovenin een gat en een plastic emmer. Als tegengewicht hebben we een blik met stenen gebruikt.



De spirometer

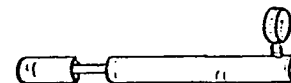
De gasfles is met een rubber slang verbonden met de glazen stolp. De slang heb ik met leukoplast aan de binnenkant van de stolp zo hoog mogelijk vastgeplakt. Op de stolp staat een maatverdeling zodat de spirometer af te lezen is. Deze maatverdeling heb ik gemaakt door de stolp omgekeerd met afgemeten water te vullen. De emmer is zover gevuld met water zodat, als je de stop van de stolp afhaalt en de stolp helemaal in het water duwt, hij helemaal volwater zit, zodat je alleen nog maar de stop erop hoeft te duwen. Hij is dan weer klaar voor de volgende meting. Om de gasfles op te pompen hebben wij een fietspomp gebruikt

met drukmeter. Deze pomp moet na het oppompen van de gasfles gehaald worden anders wordt de meting beïnvloed, of je moet het altijd doen, maar dat doen de leerlingen niet altijd. Onze stolp had een maximaal volume van 3,5 liter, dat was voldoende (zie meting). Als de fietspomp en gasfles, tijdens het leeg laten lopen, verbonden waren was de stolp bij de hogere drukken te klein.

Mijn metingen:

bar	liters(1)	liters(2)
1	0,40	0,40
2	0,75	0,75
3	1,15	1,10
4	1,55	1,60
5	2,00	2,05
6	2,60	2,60

Proef 3.4: Wij hadden voor deze proef de manometer al op de pomp bevestigd. Het eerste gedeelte van de proef was dus al voor de leerlingen gedaan. De moeilijkheid was hoe je de manometer stevig op de fietspomp kon bevestigen. We hadden hem eerst met vloeibare pakking en een moer, die aan de manometer vast was gesoldeerd, haaks op een fietspomp geschroefd. Toen schoot de hand van een leerling uit en de manometer brak van de pomp af.

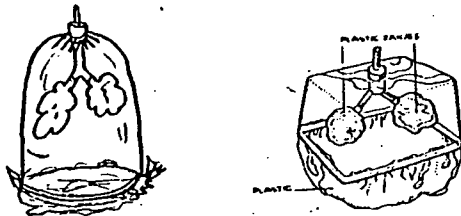


We hebben het toen anders gedaan. Aan een hand-fietspompje waar je een slangetje op moet schroeven hebben we de slang van een grote fietspomp geschroefd, en aan de manometer een fietsventiel (zonder slangetje) gesoldeerd. Nu kon je gewoon de slang aan het ventiel vastklemmen. Het enige nadeel van deze losse

manometer is dat hij tussen de boeken van de leerlingen terecht komt en voor je het weet op de grond valt. Dit is bij ons gelukkig niet gebeurd maar ik denk dat hij toch beter ergens ingeklemd kan worden.

Hoofdstuk 4 Lucht in onze longen:

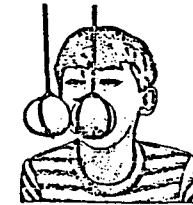
Proef 4.1: Een aquariumbak is niet slim om als longmodel te gebruiken want er zitten hoeken in. Juist op deze hoeken zal het plastic snel kapot gaan. Ook het gebruik van plakband is onhandig want je moet toch ook een keer je longen verversen (stationspraktikum). Wij hebben hiervoor gebruikt, een ronde plastic stolp met een gat bovenin (5 liter). Het plastic hebben we vastgezet achter het opstaande randje met een breed elastiek. Door de ronde vorm gaat het plastic niet kapot en de longen zijn heel makkelijk te verversen door het elastiek eraf te halen. Met een glazen stolp zal het natuurlijk ook gaan maar hij is breekbaarder. Je kan hem misschien met behulp van statiefmateriaal goed inklemmen.



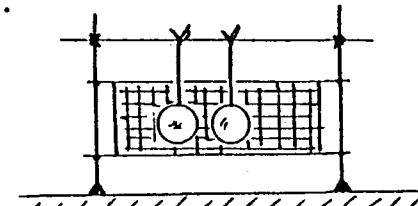
Proef 4.4: Hier valt eigenlijk niet veel over te vertellen. Ik heb een paar druppels inkt in het water gedaan zodat het beter te zien is in de slang. Bij de voorbereiding probeer je natuurlijk zelf eerst hoe hoog je komt, en dan denk je "oh de leerlingen komen waarschijnlijk niet zo hoog." Dit is niet waar. Je hebt echt een slang nodig van 2,5 meter. Er kunnen leerlingen tussen zitten die zo hoog kunnen blazen, en dat hoeven helemaal niet de grootsten of sterksten te zijn. Bij ons was het een klein meisje dat zo hoog kwam.

Hoofdstuk 5 Zweven op een luchtstroom:

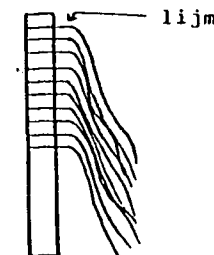
Proef 5.3:



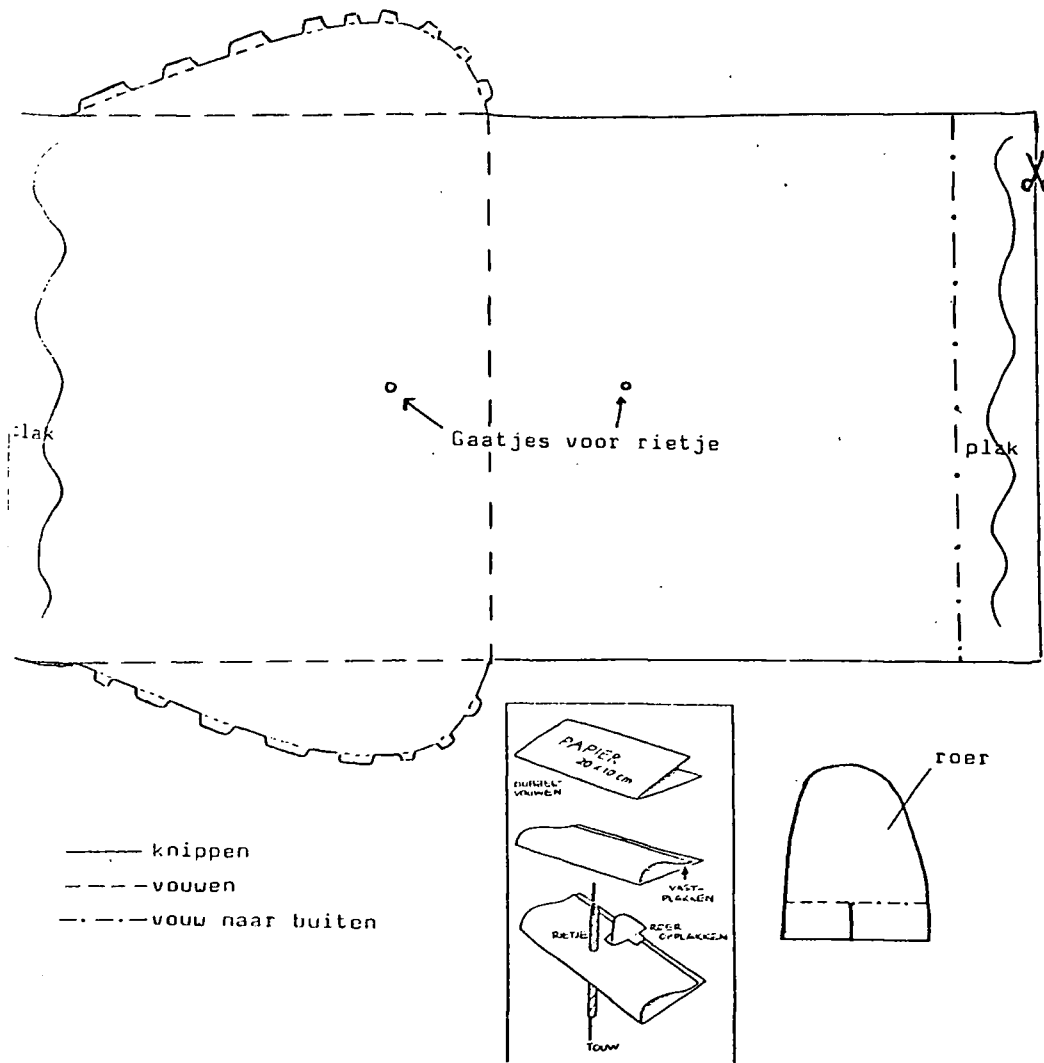
Ik heb twee pingpongballetjes aan twee draadjes van ± 18 cm gehangen. De draadjes heb ik gewoon met een stukje plakband aan de balletjes vast gemaakt. Hierdoor moest ik ze wel een aantal keer opnieuw vastplakken maar dat is zo gebeurd. Omdat de bollen alle kanten opgaan, als je ertussen blaast heb ik een strak netje achter de bollen gespannen. Hierdoor vliegen ze niet naar achteren, maar gaan ze mooi naar elkaar toe. Ik heb een netje gebruikt zodat de lucht er gewoon tussen door kan en er geen wervelingen optreden. Dit gaat misschien ook wel met een statiefstang die precies achter de balletjes loopt.



Proef 5.5: Aan een plat stokje heb ik 10 zwarte draadjes naaigaren geknoopt. Dit met 1 cm tussenruimte. De draadjes zijn ongeveer 20 cm lang. Omdat de draadjes niet mooi recht bleven hangen, maar door elkaar gingen heb ik de eerste cm vanaf het stokje licht met lijm ingesmeerd en strak gespannen laten drogen. Hierdoor hangen ze mooi recht in de luchtstroom. Door een wit papier achter de vleugel en draadjes te houden kun je de luchtstroom heel duidelijk zien.



Proef 5.4: De vleugel moet je niet maken van te stevig papier, want dan is hij te zwaar en gaat niet omhoog. Ik heb gewoon schrijfpapier gebruikt. Het is een zwak ding en de leerlingen laten er niet veel van heel als je niet uitkijkt. (Ze knippen erin bij het vastpakken van de vleugel). Na iedere les heb ik de vleugel moeten herstellen. Vooral het rietje blijft niet goed zitten. Ik heb het verschillende keren met plakband vastgezet. Bij het landen krijgt juist het rietje de grote klap. Hieronder heb ik een model op ware grootte getekend.



Hoofdstuk 6 Lucht en geluid:

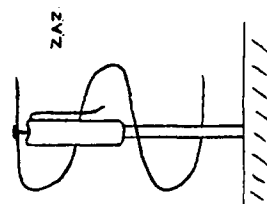
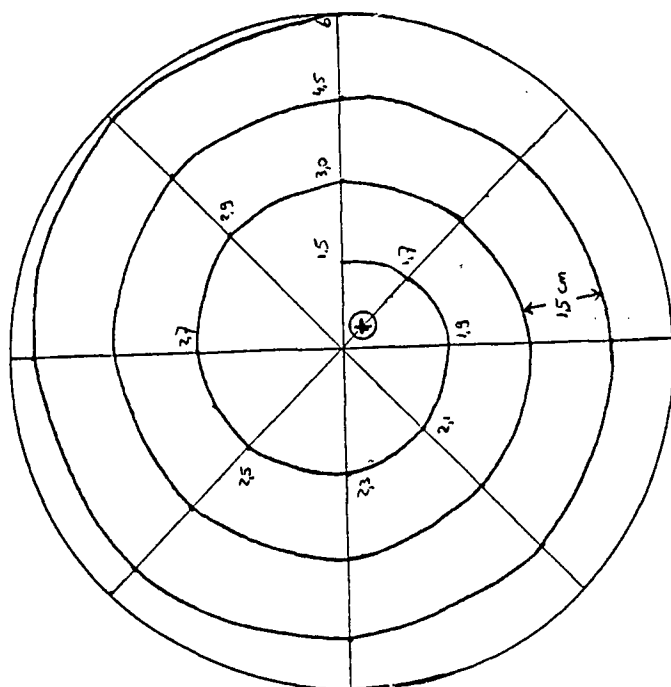
Proef 6.1: Als aanvulling op deze proef hadden we een speaker aangesloten op een toongenerator. Voor de speaker zat een perspex plaatje met daarin een aantal gaatjes. Bij frequenties van 10 tot 100 Hertz zien ze het membraan van de speaker bewegen. En voor de gaatjes voelen ze de luchtstroom.

Hoofdstuk 7 Koude lucht, warme lucht:

Proef 7.3: Het maken van een blik met daaraan een manometer was geen probleem. Maar bij de verwarming van het blik, zoals die in het boek staat, heb ik mijn vraagtekens. Het plaatje suggereert een verwarming met een brander. Als dit in de klas zo gebeurt zal het water er zeker uitspuiten en dat is waarschijnlijk niet de bedoeling. Wij hebben het blik laten verwarmen in lauw water van $\pm 20^{\circ} \text{C}$ en laten afkoelen in koud water uit de kraan $\pm 10^{\circ} \text{C}$. De benen van de manometer hadden een lengte van $\pm 30 \text{ cm}$. Je kunt het blik ook verwarmen met je handen, dat gaat prima.

Proef 7.4: Ik heb een molentje gemaakt van tekenpapier. Dit is stevig genoeg. De spiraal heb ik getekend op een rond stuk papier met een straal van zes cm. Iets naast het midden heb ik een punaise geprikt en die met een stukje plakband vastgezet. Dit molentje kan nu draaien op een stangetje met een klein kuiltje bovenin. Het kan ook met een vulpendop waar meestal ook een kuiltje in zit. Deze kun je op een stangetje schuiven. Zie voor de spiraal de tekening op de volgende bladzijde.

Proef 7.5: Wij hadden een kant en klaar hete-luchtballon. Je kunt er ook een zelf maken van een aluminium deken van de ANWB.



Spiraal van proef 7.4:

Klas in de wolken

Luchtvaart en ruimtevaart spreken tot de verbeelding van vrijwel alle leerlingen. Straaljagers, helicopters, raketten, satellieten, Space Shuttle; 't zijn stuk voor stuk vertrouwde begrippen voor de jeugd.

Inhaken op die interesse heeft de Aviodome een uitgebreid informatiepakket ontwikkeld, waardoor u de lucht- en ruimtevaart als thema voor een fascinerend schoolproject kunt gebruiken.

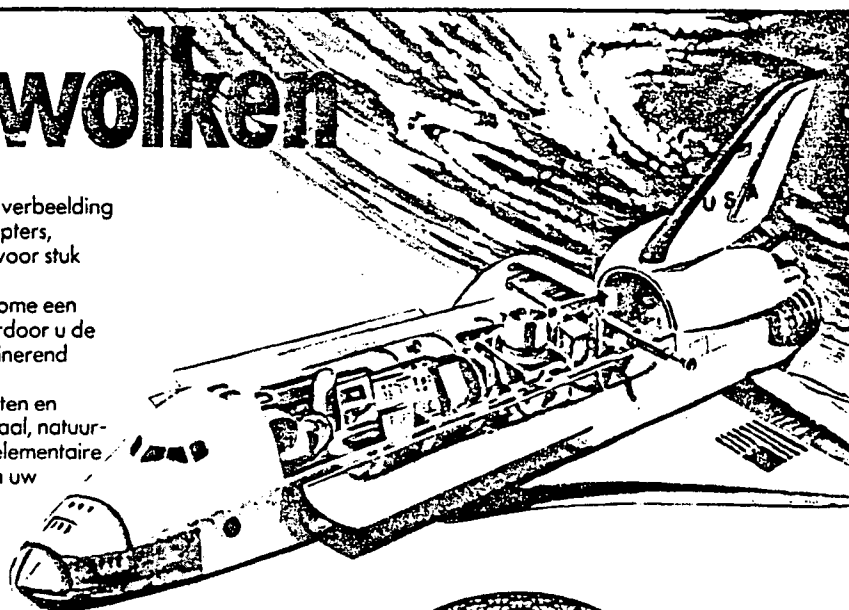
Het pakket biedt talloze aanknopingspunten en suggesties voor de behandeling bij rekenen, taal, natuurkunde, handvaardigheid enz., waardoor de elementaire leerstof spelenderwijs onder de aandacht van uw leerlingen kan worden gebracht.

Bovendien biedt het de leerkracht alle informatie voor de lesvoorbereiding.

U kunt het "Projekt-dokumentatie-pakket" bestellen door overschrijving van f 20,- op postgiro 176870 ten name van Nat. Lucht v. Mus. te Schiphol-C. (ook af te halen bij Aviodome ad f 15,-).

De mooiste afsluiting van zo'n project is natuurlijk een bezoek aan de Aviodome op Schiphol-C. Echte vliegtuigen, ruimtevaartuigen, films en de linktrainer laten uw klas daar de luchtvaartgeschiedenis "in de wolken" mee-beleven.

De Aviodome zorgt voor een geweldig schoolproject



Ons nationale luchtvaartmuseum op Schiphol

Elke dag geopend van 10.00 tot 17.00 uur
(van 1/11 tot 1/4 's maandags gesloten).

Toegangsprijs in groepsverband voor basisscholen f 2,50 p.p.
en voor personen in het voortgezet onderwijs f 3,50 p.p.
Tevoren even afspreken is plezieriger voor u en voor ons.
Bel voor nadere inlichtingen: 020-17 36 40.

TWEE VERSLAGEN VAN HET GROTIUS COLLEGE UIT HEERLEN

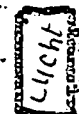
Hoe zwaar is lucht?

Wij deden deze proef om te weten te komen hoe zwaar lucht wel is want lucht is overal om je heen.

Je merkt vaak niets van lucht toch is lucht onmisbaar.

Zonder lucht kan de mens

niet leven en kan een automotor niet werken.



En omdat lucht zo'n vaag begrip is wilden wij toch eens de eigenschap zwaarte onderzoeken.

Alle vaste stoffen zoals water en metalen hebben een bepaald gewicht.

Water en metalen zijn gemakkelijk te wegen bijvoorbeeld water:

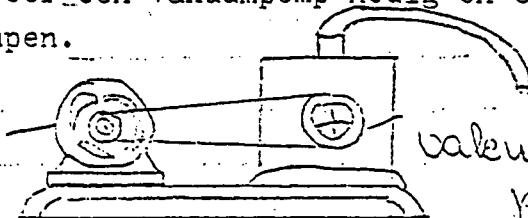
Je vult eerst het bakje met water en weegt dat en daarna tel je het gewicht van het bakje eraf.

Bij lucht gaat het wegen stukken moeilijker want lucht zit overal in en omheen.

Wij hebben deze proef dus als volgt gedaan:

We hadden hiervoor een vakuumpomp nodig en een glazen bol die we leeg konden pompen.

mole



vakuumpomp



glazen bol

Maar eerst moesten we de glazen bol met lucht wegen.

Dit was natuurlijk niet zo moeilijk.

Deze glazen bol met zuurslof woog 208,26 gr.

Dan moesten we met behulp van de vakuumpomp, die ook vaak gebruikt wordt om koffie vacuüm te verpakken, waarop we de glazen bol bevestigden de lucht eruit zuigen. Deze glazen bol moet wel sterk genoeg zijn om de druk van de buitenlucht te kunnen verdragen.

Met een vakuumpomp krijg je niet alle lucht uit de glazen bol dus we kregen als uitkomst: 206,99 gr.

BIJLAGE D6

(vervolg)

marcel Vusseher 2A.

Als we dit van elkaar aftrekken houden we 1,27 gr. over.

Ook hebben we dezelfde proef geprobeerd met het lichtere zuurstof

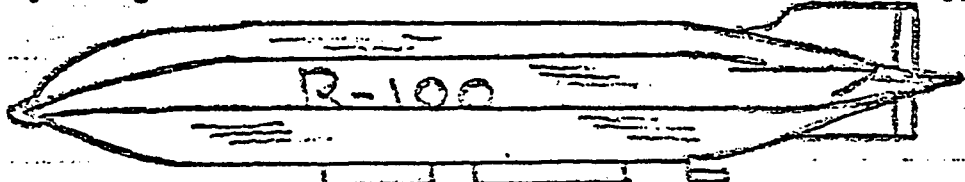
Dit woog slechts 0,14 gr.

1,43 g/liter !!

Zuurstof is lichter dan lucht want lucht bevat nog stikstof en kool-dioxyde.

Stikstof maakt ongeveer driekwart van de lucht uit.

Wij hebben deze proef nog meer toegepast bij een stof dat zeer belangrijk is geweest voor het vervoer door de lucht met zeppelins.



Dit gas is namelijk veel lichter dan hete lucht. Het is waterstof een zeer brandbaar gas. Het woog ongeveer: 0,09 gr.

0,09 g/l

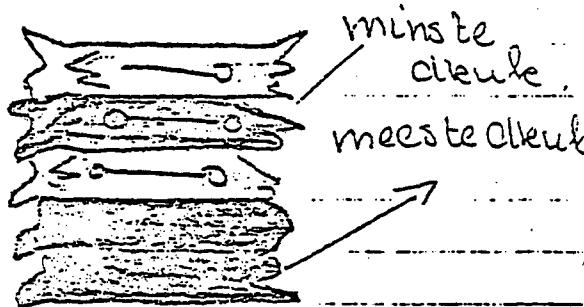
Hoe hoger je komt hoe minder de lucht gaat wegen.

Want samengeperste lucht is zwaarder dan lucht van normale druk.

Hoe hoger je komt hoe minder de lucht wordt samengeperst.

Jekunt het voorstellen als kussens die opelkaar liggen. Het onderste kussen heeft veel druk

en deze druk wordt altijd kleiner naarmate je per kussen hoger komt.

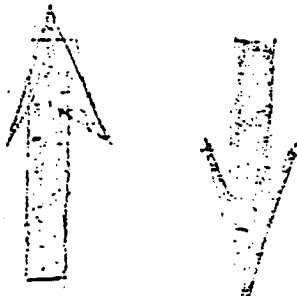


Ook invloed op de zwaarte van lucht heeft de temperatuur.

Warme lucht wordt lichter en stijgt koude lucht daalt.

Met deze proef zou je ondanks dat ze daar andere apparatuur voor hebben de warmte mee kunnen meten. Als het ergens warm is, is de lucht lichter dan wanneer het in een bepaalde ruimte koud is.

Je zou kunnen uitrekenen hoe zwaar de lucht op ons drukt en hoe hoog de zwaarte van lucht water omhoog drukt en hoe hoog kwik



warme lucht stijgt
koude lucht daalt

minneke de berekening
was stordig gedaan

Wet bekend
van de CC

ROOKT U ? ^{een ^{Onno Lambert} interessante vraag.}

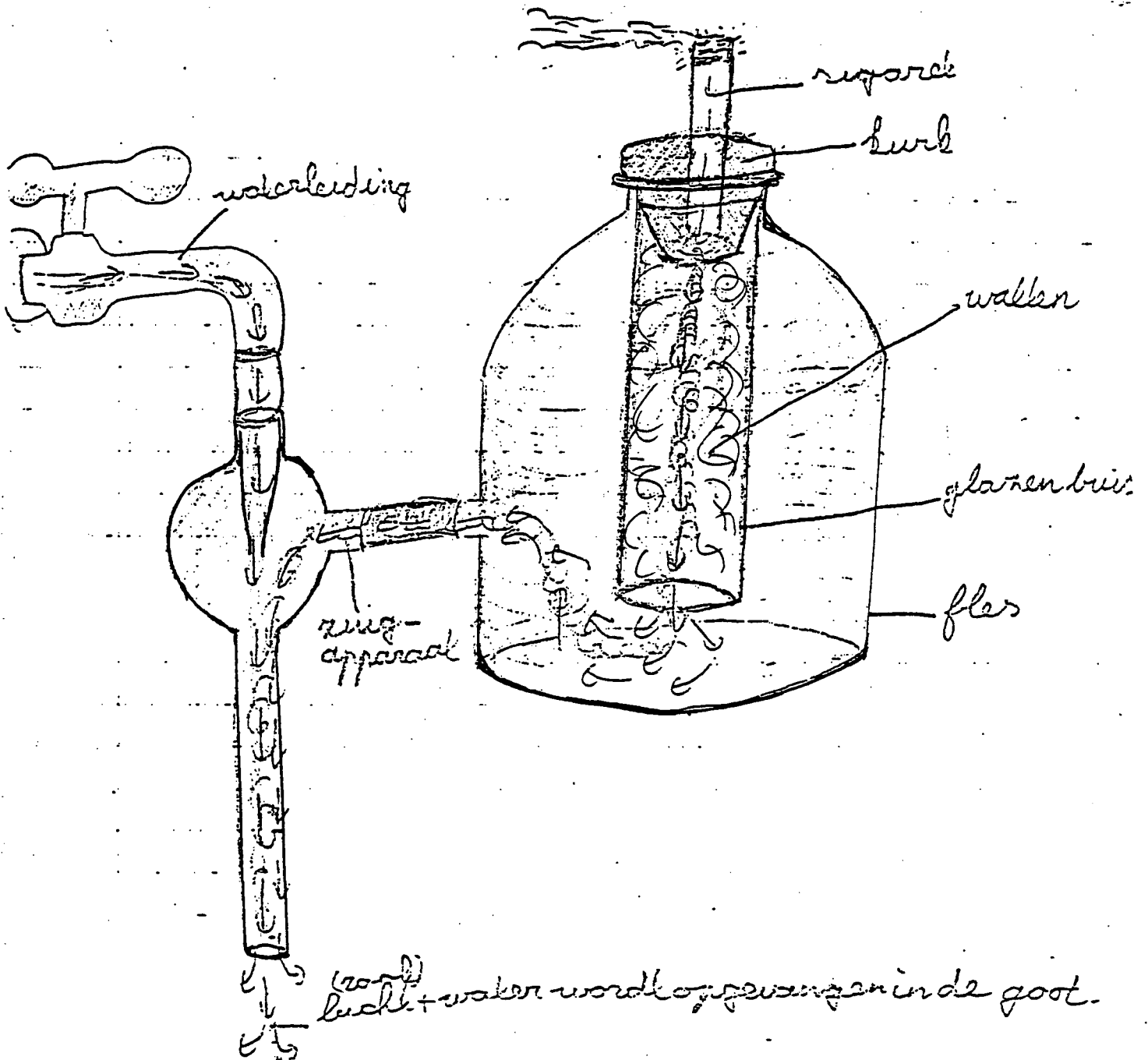
Ik hou mijn verslag grotendeels over "het roken".
 Er roken zoveel mensen in de wereld terwijl ze er
 geen benul van hebben hoe slecht het is. Wij vonden
 het wel eens leuk om na te gaan hoeveel nicotine
 en rook een mens in zijn longen ademt. Ik wil
 het in dit verslag eens duidelijk op rijtje stellen
 wat voor stoffen er nu in een sigaret zitten.
 Daarna wil ik het nog even hebben over de
 zonnestralen en de luchtdaeltjes die ver-
 ooraken dat er licht op de aarde valt en de
 lucht blauw of rood is.

Giffige bestanddelen van tabak en rookwaren.
 Je hebt heel veel verschillende tabaksoorten.
 Elk kind bevat een twaalfdel giffige
 plantenbasi of morphine. De meeste
 plantenbasi zijn giftig gekenmerkt door
 een sterke werking op de organen. De bestanddelen
 van de twaalf is nicotine. Het kind heeft een
 bruinachtige, blauwloze

De verschijnselen ten eerste wordt er minder
 bloed toegevoegd zodat men veel sneller
 na een inspanning moe is. Daardoor gaat ~~men~~
 dus de bloeddruk omhoog.
 Ten tweede kraken bredden er ook temperatuur-
 dalingen op.

PROEF 1

Ik begin maar eerst even met het tekenen
 van het apparaat



We begin het buisje met wakken. Daarna
 zetten we de kurk erop en stoppen er een
 sigaret in. We zetten nu de kraan aan
 die al de lucht uit de kamer zuigt. Als je
 daarna de sigaret aan steekt wordt de lucht
 direct in de kamer met wakken gezogen. Als de
 sigaret op is zet je de kraan uit en haalt
 de kurk eraf. Je merkt meteen dat de wakken
 helemaal bruin zijn geworden dat dus nico-
 tine moet voorstellen met thee.

Je gaat nu weer naar de weegschaal die je vullen achter de komma hebt. En je ziet dat hij 110 gram zwaarder is geworden.

PROEF 2

Nu gaan we nog een andere proef doen.

De wateren waarin de nicotine in zit was sen we in gewoon water vervult. Je hebt ongeveer 1/4 liter water nodig want als je te veel water pakt dan duurt het veel langer voordat het verdampft is in de oven. De volgende dag hebben we naar het verdampte water gekeken. Je zag alleen nog maar een bruin/zwarte massa.

Het bruine kleurtje was dus de nicotine en het zwarte kleurtje was teer.

Dit was dus het verslag over het roken.

Om het verslag nog wat bij te vullen heb ik eens gekeken hoe licht op zonnestralen reageert. Het was best eenvoudig om te kijken wat er s'morgens, s'avonds en s'middag gebeurde omdat het de laatste tijd toch mooi weer was.

Hoe de lichtstralen van de zon zich in de dampkring gedroegen hing af van hun golflengte. De blauwe stralen hebben een kortere golflengte als de rode stralen.

Als ze in de dampkring op de gasdeeltjes stuitend worden een deel van die stralen verspreid. De blauwe stralen worden sneller verspreid als de rode stralen.

Dat veroorzaakt dus de blauwe kleur van de hemel. Bij zonsopkomst en zonsondergang krijg je te maken met een sterk filter-effect. Doordat de zon laag staat moeten haar stralen een lange weg door de

BIJLAGE D6

atmosfeer afleggen. ~~Waarom~~ ^{Waarom} dat wordt dat ze ons
bereiken. Op die weg ~~naar~~ ^{naar} de korte blauwe
stralen terwijl de rode in staat zijn ons te ^{reiken} ~~bereiken~~.
Dat verschijnsel bleef de opkomende en
ondergaande zon rood.

S' morgens en s' avonds zijn de wolken roodkleurig.
Dat komt ~~eruit~~ ^{eruit} doordat de "witte" zon
naar de wolken teruggehaald ~~is~~ ^{wordt} worden.
Zo, dit was dan het einde van dit verslag

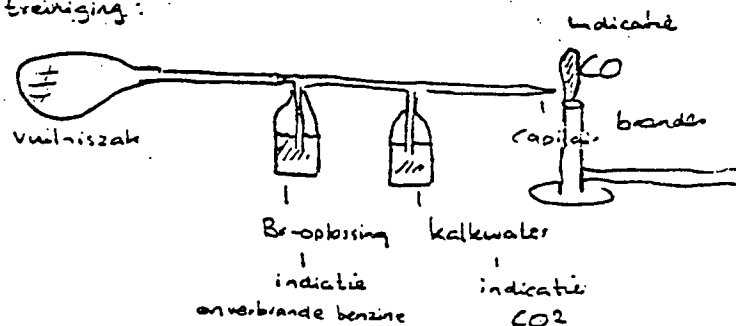
EINDE

EEN IDEE VOOR EEN ONDERZOEK LUCHTVERONTREINIGING

(Michael-MAVO, Beek)

Leuk voor onderzoek luchtverontreiniging:

Uitlaatgas van auto's:
onderzoeken op aanwezigheid van
CO - CO₂ en Benzine.



BIJLAGE D8

STROOMLIJN EN LUCHTWEERSTAND

Leven in lucht

Hoe slechter de vorm van een vliegtuig is aangepast aan de luchtstromingen, des te meer kracht kan de lucht op dat vliegtuig uitoefenen.

In natuurkundige woorden gezegd: „Hoe slechter gestroomlijnd, des te groter is de luchtweerstand“.

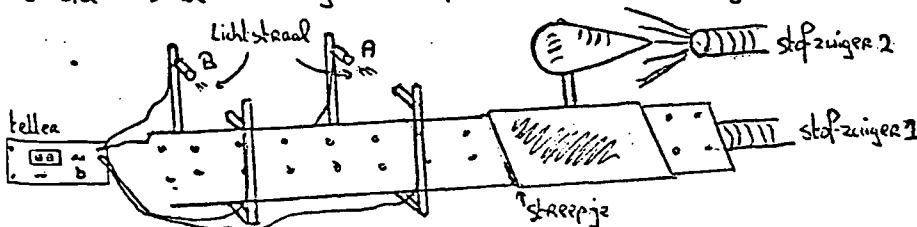
Je kunt met proefnemingen vaststellen welke vorm de kleinste luchtweerstand heeft.

Je kunt nu 6 verschillende vormen onderzoeken op hun Luchtweerstand. Alle vormen hebben dezelfde doorsnede, anders vergelijk je niet eerlijk.



Dit experiment doe je met de LuchtKussenbaan. Het gaat als volgt:

- Schuif één van de vormen op het staafje van het LuchtKussenvoertuig.
- Zet de beide stofzuigers aan.
- Plaats het LuchtKussenvoertuig met vorm in de luchtstroom van stofzuiger 2, maar laat hem nog niet los! Je moet nl. duidelijk het LuchtKussenvoertuig met een andere vorm erop, op dezelfde plaats houden. Zet daarom een dun streepje met plakband op de LuchtKussenbaan aan het begin van het voertuig. Nu kun je hem loslaten. Hij gaat nu met een bepaalde snelheid over de baan, hij wordt weggeblazen. Als je nu het experiment herhaalt met een andere vorm, dan zal de snelheid anders zijn.
- Ga eens na wat een grotere of kleinere snelheid zegt van de Luchtweerstand van een vorm?



- Dit verschil in snelheid tussen verschillende vormen is soms zeer klein, we moeten daarom zeer nauwkeurig meten. Dit doen we met Lichtstraaltjes. Als Lichtstraal A onderbroken wordt, begint de teller met tellen. Als Lichtstraal B onderbroken wordt, stopt de teller. De teller geeft dus de tijd aan (in duizendste van een seconde) die het LuchtKussenvoertuig nodig heeft om de afstand tussen de twee Lichtstraaltjes af te leggen. Bij iedere nieuwe meting moet je de teller weer op nul zetten door het Reset knopje even ingedrukt te houden.
- Onderzoek nu de 6 verschillende vormen op hun Luchtweerstand. Maak een label en geef de volgorde aan van de best gestroomlijnde tot de slechtst gestroomlijnde met 1 t/m 6.

Uit: Projectonderwijs: Aanleren en Afleren
Theo Jansen en Anne-Ruth van Kammen
Uitgeverij Muusses te Purmerend, 1976

HOE GROEPJES BEGELEIDEN?

Nadat de groepjes zo dus voorlopig zijn samengesteld gaan ze uit elkaar om binnen of buiten de klas een plekje te zoeken waar ze kunnen overleggen over 'hun' onderwerp.

Als leraar sta je dan voor het probleem hoe je al die groepjes moet begeleiden en je ziet dan dat iedere deelnemende leraar zo zijn eigen aanpak heeft. Sommigen hebben de neiging om zich in één groepje vast te bijten. Ze komen daar de eerste keer min of meer toevallig terecht, blijven er langdurig zitten en gaan er in een volgend projektblok weer op af. Dit heeft het voordeel dat je goed op de hoogte raakt van de gebeurtenissen in zo'n groep en dat je inzicht krijgt in de ontwikkelingen die zich kunnen voordoen. Maar het nadeel is dat de leerlingen heel makkelijk kunnen blijven vasthouden aan een afwachterende houding en zich blijven richten op de adviezen van deze ene leraar of van leraren in het algemeen. Zo'n groepje raakt trouwens vaak gefrriteerd, omdat ze zich steeds op de vingers gekeken voelen en vinden dat ze zo niet echt zelfstandig bezig kunnen zijn.

Andere leraren bewegen zich veel meer tussen de groepjes: ze lopen rond en vangen nu eens hier en dan weer daar stukken van gesprekken op, gaan daar soms een tijdje op in en lopen dan weer verder. Op deze manier blijf je natuurlijk meer in kontakt met alle groepen, kun je eventueel verbanden helpen leggen tussen de bezigheden van verschillende groepjes, en kun je bovendien de leerlingen beter duidelijk maken dat je de zaak aan hen overlaat. Maar het nadeel is dat je indrukken van de groepen vaag blijven, zodat je niet goed genoeg weet wat er zich afspeelt. Leerlingen merken op dat je niet echt in hun werk geïnteresseerd bent en ze hebben er al snel genoeg van om iedere leraar die even langs komt steeds opnieuw te moeten uitleggen wat ze nu aan het doen zijn, zonder dat dat leidt tot gefundeerde adviezen.

Het lijkt dus alsof alletwee de methodes hun eigen voor- en nadelen hebben en alsof leraren bewust kiezen om zich afwel in het werk van één groepje te storten ofwel rond te zwerven. Maar in je onderlinge evaluatiegesprekken blijkt dan dat de redenen waarom de ene leraar vrij systematies en ene aanpak heeft en een andere even systematies de andere, helemaal niet zo doordacht zijn en dat andere motieven meespelen.

De neiging om steeds bij één groepje te gaan zitten kan bijv. heel goed te maken hebben met je eigen angsten voor de warrigheid die de verscheidenheid aan werk in de groepen met zich meebrengt. Want ook al ben je in je gewone lessen misschien wel gewend aan groepswerk, dan gebeurt dat toch meestal binnen een door jou uitgezocht kader of rondom ongeveer gelijke taken. Terwijl je hier te maken krijgt met heel uiteenlopende onderwerpen en met ontwikkelingen en vragen die je zelf ook lang niet allemaal kunt voorzien. En dan is het veiliger om je met één groep te bemoeien dan om je steeds te moeten omschakelen. Ook kan natuurlijk, net als in je 'gewone' lessen, meespelen dat een bepaald groepje je het meeste aantrekt omdat dat het meest inspeelt op jouw, vaak ondergrondse, persoonlijke behoeften, die kunnen variëren van intellektualiseren tot aanhankelijkheid zoeken.

BIJLAGE D9

Aan de andere kant kan je keuze om rond te wandelen heel goed samenhangen met je onzekerheid voer wat je zou moeten doen (en laten) als je je wel echt zou verdiepen in de bezigheden van 'n bepaalde groep. Door alle moeite die je zelf hebt met de (beoordeling van) onderzoeksvragen, het niet willen sturen maar ook niet niets willen doen, het begrijpen van rolpatronen tussen de leerlingen enz., voel je je al snel op glad ijs. En dan is het makkelijker om hier en daar eens 'n oppervlakkige vraag te stellen van 'hoe gaat het'? of 'wat zijn jullie aan het doen'? en dan weer door te lopen. Daarom ook zie je dat beginnende projektleraren vaak de neiging hebben om 'n groot deel van de tijd met elkaar te praten in plaats van zich met de groepen te bemoeien. Waar het dan in de besprekingen van de deelnemende leraren om gaat is dat niet alleen informatie over de groepen uitgewisseld wordt wat natuurlijk nodig is om een zo compleet mogelijk beeld te kunnen krijgen van wat er in de verschillende groepjes gebeurt. Even belangrijk is het om de voor- en nadelen van de verschillende aanpakken van begeleiders op een rijtje te zetten om te proberen er achter te komen wat iemands achterliggende redenen zijn om overwegend voor één bepaalde aanpak te kiezen. Waarna zo iemand eventueel kan proberen z'n werkwijze meer te laten aansluiten bij de behoeften van de leerlingen. Daarbij blijkt dat je geen vaste regels kunt opstellen als: het is altijd beter om langdurig met één groepje te praten of juist om zo veel mogelijk rond te lopen. Veel hangt af van de konkrete situatie waarin 'n groep zit: kunnen ze voorlopig vooruit of zitten ze vast. willen ze de klas uit om op 'n rustiger plek te praten of om zich een tijdje aan het zicht te onttrekken, zijn er onderlinge problemen die ook het werk belemmeren of hebben ze gewoon even zin om wat aan te rotzooien, enz. Al dit soort dingen speelt mee bij de vraag of het beter is 'n groep met rust te laten. je even op de hoogte stellen of juist om een langdurig gesprek met ze te voeren. Waar je jezelf in kunt trainen is om scherp te gaan letten op de betekenis van allerlei situaties, gebeurtenissen en uitspraken, waardoor je beter in staat wordt om te beoordelen waar en hoe je hulp gewenst is.

II Dit is een woordschat dat een leerling van hetzelfde brugklasproject over zichzelf maakte

1. Van deze punten (kriteria's) zijn de eerste vier op het bord geschreven door de leerlingen van een brugklasproject. De leerlingen werden gevraagd op te schrijven of ze dachten dat ze in die oplichtingen vooruitgang wisten of niet, of eventueel achteruit. Verder werd ze gevraagd of ze, als ze onder het schrijven van hun eigen woordspoor nog nieuwe punten tegenkwamen, daar op 't bord erby wilden zetten. Zo ontstond deze lijst.

- VAS Royal DATE 25-2-1976
SLAB IF NAME ~~XXXXXXXXXX~~

- 1) Ik heb gelyerd hoe je moet samenwerken en dat het mezelf is
plezier te vergenaken
- 2) Vroeger ben ik nog in rechte lijn red denktoe ik was meening niet zo
te zeggen en in het begin was dit geen denktoe ik het niet niet
kan en niet mogelijk was om te zeggen maar je wilt je meening zeggen.
Nu denk ik me meening moet goed te zeggen maar ik heb
mijzelf en bij andere mensen. En ik wilt niet zeggen dat ik het nu
denktoe te zeggen.
- 3) Op mijn werk suggereert denktoe dat ik al heel veel formules
en ik denk dat het veel beter goed. Dit wil ik omdat iedereen
me beter begrijpt
- 4) In het begin was het mogelijk hem een niet te zeggen te zeggen
niet, maar nu nu niet en bij andere mensen goed
het niet niet niet
- 5) Denktoe ik nu nog meer denktoe te zeggen. Zoek wel te zeggen.
de mensen die ik heb en niet nu niet. Dit is de begin
niet denktoe ik het niet. (ik wilt niet)
- 6) Dit is om dat ik nog niet ik denktoe ik het begin niet
en bij mij het niet te zeggen. Maar de
mensen die ik heb en niet nu niet. Dit is de begin
niet denktoe ik het niet. (ik wilt niet)

Hij was inderdaad een bij de plenaire vergadering over de onderwerpen die onder het projectthema vallen en over de mogelijkheden om die te onderzoeken vaak bij degenen die sturende optreden, maar zag op enige tijd in dat het beter was te proberen een bijdrage te leveren. Op zijn eerste rapport had gestaan dat hij moest proberen beter te formuleren en dat is hij toen gaan oefenen, eigenlijk zeer in zijn groepje dan in grote vergaderingen. Hij merkt nu dat dat beter gaat en dat het felt dat de mensen hem beter begrijpen. In het begin liet hij vaak vak bij besprekingen als hij het ergste niet mee eens was of de anderen kritiek hadden op zijn voorstel. Hij is guldigder geworden in het luisteren naar anderen en niet meer alleen naar verontwaardigde als anderen fouten maken, omdat hij nu zichzelf gelief heeft hoe moeilijk alles is. Het ergste was wel gemakkelijk als er in zijn groepje niet doorgevoerd werd als hij ever weg ging, maar o.s. doorloft hij steeds beter in staat werd om dan uit te leggen waarta dat hij niet alleen om hwarde te tonde, dat de conclusie was dat hij guldiger geworden en wel loopt de ontwikkeling beter in. Het is interessante vromten van het onderzoek en van de totstandkoming van een nieuwe fase in het onderzoek heeft zijn energieke toebang veel bijgedragen. Hij is kien in het op het eper toonen van tegenstrijdigheden in de antwoorden die mensen geven en is goed in staat om verkregen resultaten te voornen tot nieuwe vraagstellingen. Hij komt vaak op tegen crechit dat anderen wordt aangefaan.

Daarmee willen we de ouders duidelijk maken dat de beschreven ontwikkelingen van hun eigen kind niet los gezien kunnen worden van die van de andere kinderen in de klas. Om een goed beeld te kunnen krijgen van die ontwikkelingen (en van de mogelijkheden om die te bevorderen) is het nodig te weten hoe de andere kinderen het doen.

Het vermogen van het ene kind om samen te werken bijvoorbeeld, hangt samen met de vermogens of oververmogens van medeleerlingen. Daarmee bedoelen we niet dat het zo eenvoudig zou zijn alsof iedere leerling in een groepje beter gaat samenwerken alleen naar omdat sommigen daartoe goed in staat zijn. En evenmin dat bepaalde leerlingen in een groepje niet tot samenwerking komen omdat een paar anderen dat zouden beletten. De werkelijkheid is ingewikkelder en het is juist de verscheidenheid en tegenstelling in vermogens van de leerlingen die je aanknopingspunten geven waardoor alle leerlingen niet kans krijgen om zich te ontwikkelen.

BIJLAGE 11

DE WET VAN BERNOUILLI IN DE ONDERBOUW VAN HET VWO

H.P. Hooymayers

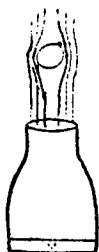
(Deel van een artikel getiteld: KENNISMAKING MET NATUURWETENSCHAPPELIJKE WERKMETHODE IN DE ONDERBOUW VAN HET VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS).

Van Lieshout onderscheidt in de natuurwetenschappelijke methode de volgende fasen:

- A. Het probleem
 - 1. problemen ervaren en willen oplossen
 - 2. probleemsituatie analyseren
 - 3. probleem duidelijk formuleren
 - 4. criteria geven waaraan een oplossing moet voldoen
- B. Informatie
 - 1. informatie verzamelen
 - 2. informatie analyseren
 - 3. informatie focussen op het probleem
- C. Hypotesen
 - 1. genereren van een of meer mogelijke hypotesen
 - 2. selekteren van een werkhypotese
 - 3. criteria vaststellen voor een toetsing
- D. Toetsing
 - 1. ontwerpen van een toetsing (experiment)
 - 2. uitvoering van deze toetsing
 - 3. evalueren van deze toetsing
- E. Konklusies
 - 1. uit de toetsing konklusies trekken ten aanzien van de gestelde hypotese
 - 2. vaststellen of deze heeft geleid tot oplossing van het gestelde probleem (met behulp van A.4)

A. Het probleem

Nadat er iets over krachten en beweging is verteld kunnen we de leerlingen het verschijnsel van een verticale luchtstroom, waarin zich een ballon bevindt (figuur 1), ter analyse aanbieden.



Deze ballon zal wat op en neer dansen in de luchtstroom, maar zal de luchtstroom niet verlaten.

Figuur 1: Ballon in luchtstroom
M = motor

A.1. Problemen ervaren en willen oplossen

De leerling ervaart het als een probleem, dat wil zeggen, als een situatie waarin voor hem onduidelijkheden zitten. Het verschijnsel is voor vele leerlingen zo verrassend dat hun nieuwsgierigheid gewekt is. Ze zullen een zekere behoefte gevoelen om het probleem op te lossen.

A.2. Probleemsituatie analyseren

Alvorens gericht naar een oplossing te zoeken zal hij het probleem moeten omschrijven en dus zeggen wat er vreemd aan is en waarom hij dat vreemd vindt. Hoe staat het probleem dus in verband met voor hem reeds bekende feiten en principes, zoals de massa-aantrekking tussen de aarde en de ballon, de omhoog gerichte kracht die een luchtstroom kan uitoefenen, het evenwicht van krachten, etc. Hij zal kernvragen moeten formuleren, zoals:

- a. Hoe stroomt de lucht om de ballon?
 - b. Welke kracht moet je naar opzij uitoefenen om de ballon uit de luchtstroom te trekken?
 - c. Hoe ver moet je de ballon uit de luchtstroom trekken voordat hij er gemakkelijk verder uitgaat?
 - d. Heeft de snelheid van de luchtstroom er iets mee te maken?
 - e. Heeft het volume van de ballon er iets mee te maken?
- etc.

Natuurlijk zullen niet alle kernvragen direkt geformuleerd worden door de leerlingen. Daarbij kunnen we ze helpen. We dienen ze echter voldoende tijd te geven om er over na te denken. Ook zullen er een aantal vragen pas later naar voren komen als we verder in het schema van de oplossingsprocedure zijn. De leerlingen ervaren dan dat alle fasen weliswaar worden doorlopen, maar, wat de tijdsvolgorde betreft, meestal niet zo prachtig op elkaar volgen als het schema suggereert. Dit schema geeft dan ook een logische volgorde aan en niet een tijdsvolgorde.

A.3. Probleem duidelijk formuleren

Nu hij het probleem heeft doordacht en weet wat hij zo vreemd vindt, diert hij het nogmaals, maar nu veel scherper, te formuleren.

Laat de leerlingen dit maar proberen. Het zou kunnen leiden tot een volgende omschrijving:

Een ballon ondervindt in een luchtstroom een kracht die de ballon binnen de stroom gevangen houdt. Hoe ontstaat deze kracht? Waardoor wordt de grootte van de kracht bepaald?

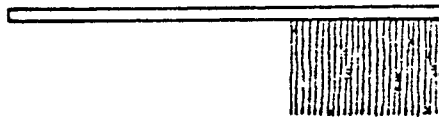
A.4. Criteria geven waaraan een oplossing moet voldoen

Nu het probleem onderkend is dienen er criteria opgesteld te worden waaraan de oplossing moet voldoen. Zo zou een leerling kunnen verwachten dat de oorzaak van de kracht teruggevoerd dient te worden op voor hem bekende feiten en regels. Hij is dus pas tevreden als het verschijnsel in overeenstemming is met regels die hij reeds kent. In dat geval zal men bij de selectie van de verschijnselen die men wil analyseren, die verschijnselen moeten uitzoeken, die inderdaad slechts berusten op reeds geïntegreerde inhoud. Dit zal in de laagste klassen haast onmogelijk zijn. Vaak echter kan men met de leerlingen via een dergelijke analyse voor hen nieuwe natuurregels op het spoor komen en zo hun kennis uitbreiden op een wijze, die ook in de fysische research wordt toegepast. Van deze mogelijkheden moet de leerling doordrongen worden.

BIJLAGE II

B.1. Informatie verzamelen

Nu de leerling het probleem duidelijk voor zich ziet zal hij zoveel mogelijk informatie moeten trachten te verzamelen. Hij zal deze informatie in dit geval voornamelijk moeten verkrijgen uit vrij grove metingen en nauwkeurige bestudering van de verschijnselen die zich gedurende deze verkenning afspelen. We kunnen een leerling vragen het vergaren van informatie te beginnen. Na enige aanmoediging zal hij de ballon enige malen achtereen uit de luchtstroom halen om deze er vervolgens weer in terug te brengen, teneinde te onderzoeken hoe stevig het balletje in de stroom gevangen zit. Misschien stelt de leerling voor door middel van een veerbalans en een touwtje dat aan de ballon bevestigd is te meten hoe groot de kracht is die de ballon in de stroom gevangen houdt. Hij kan dan tevens de richting van de kracht bepalen. Als de ballon eruit getrokken wordt via de veerbalans blijkt dat de naar binnen gerichte kracht verdwijnt zodra de ballon de luchtstroom heeft verlaten. Via dunne papierstroken of een lat met draadjes (zie figuur 2) kan een ruw beeld verkregen worden van de stroomsnelheid rond de ballon.



Figuur 2: Lat met draadjes om stromingsprofiel te onderzoeken.

De heftigheid waarmee het papier of de draadjes bewegen, is een indicatie voor de stroomsnelheid aan weerszijden van de ballon. Door de snelheid van de luchtstroom op te voeren via de aanjager kan voorlopig ruw worden nagegaan of de stroomsnelheid invloed heeft op de teruggrijvende kracht. Daarbij zal de leerling merken dat de ballon door de opvoering van de stroomsnelheid hoger in de stroom zijn evenwicht zal vinden. Vragen als 'Welke konsekwentie heeft dit voor het onderzoek naar de relatie tussen stroomsnelheid en teruggrijvende kracht?' en 'Hoe kan ik het omhoog gaan van de ballon eventueel voorkomen zonder de luchtstroom noemenswaard te storen?' zullen dan opgelost moeten worden. De invloed van het volume van het voorwerp op de teruggrijvende kracht kan onderzocht worden door de ballon verder of minder ver op te blazen. Kleine ballons zakken verder in de luchtstroom naar beneden en komen daar in een gebied waar de snelheid van de luchtstroom groter is. Voor een eerlijk vergelijk zal men ook de grote ballons omlaag moeten duwen tot in het gebied waar de kleine ballon zijn evenwicht vindt. Grote ballons blijken dan een grotere zuigkracht te ondervinden als men ze uit de stroom wil trekken. Het lijkt er dus op dat de kracht groter is naarmate het oppervlak, waarlangs de lucht stroomt, groter is.

B.2. en B.3. Informatie analyseren en focussen op het probleem

Vervolgens zal de informatie die de klas, gedeeltelijk geholpen door de leeraar, via deze ruwe experimenten heeft verkregen naar waarde geschat moeten worden. De meest relevante informatie dient er uit gehaald te worden. Hierbij zal steeds het probleem centraal moeten staan. De onder A.2. gestelde kernvragen kunnen daarbij een leidraad zijn.

De leerling ervaart zo dat je de analyse van een dergelijk verschijnsel altijd start met het doen van waarnemingen, die uiteindelijk de gelegenheid zullen bieden tot het formuleren van veronderstellingen aangaande de oorzaak van het verschijnsel.

C. Hypotesen

C.1. Genereren van een of meer hypotesen

Bij het opstellen van een hypotese dient de leerling gewezen te worden op het verschil tussen een hypotese en een feit.

Veelal zullen de leerlingen met een aantal veronderstellingen komen die ten grondslag zouden kunnen liggen aan het verschijnsel.

C.2. Selektieren van een werkhypothese

Uit de veelheid van hypothesen dient een werkhypothese geselecteerd te worden, dat wil zeggen, dat de leerling op grond van de feiten en wetten die hij reeds kent die hypothese moet kiezen die hem het meest bruikbaar lijkt. Dit zal tevens een hypothese moeten zijn welke toetsbaar is. Hypothesen als 'er zal wel toverij in het spel zijn' zijn dus onbruikbaar.

In dit geval zouden we kunnen uitgaan van de volgende werkhypothesen:

- I Als een voorwerp zich in een luchtstroom bevindt en de stroomsnelheid aan weerszijden van het voorwerp niet gelijk is, ontstaat er een kracht op het voorwerp die gericht is naar de kant waar de stroomsnelheid het grootst is.
- II Deze kracht neemt toe als het verschil in stroomsnelheid aan weerszijden van het voorwerp groter wordt.
- III De grootte van het oppervlak waarlangs de luchtstroom passeert, heeft invloed op de zuigkracht van de stroom, en wel in die zin, dat de kracht groter wordt als het oppervlak toeneemt.

C.3. Criteria vaststellen voor toetsing

De leerling zal nu, uitgaande van deze hypothese, moeten aangeven wat de uitkomst van een bepaald toetsingsexperiment moet zijn, wil de hypothese aangenomen dan wel verworpen worden.

Bij de toetsing van hypothese I kan hij tevreden zijn als een voorwerp in een luchtstroom inderdaad een kracht ondervindt in de richting waar de stroomsnelheid van de lucht langs het voorwerp het grootst is.

Ook het criterium waaraan het toetsingsexperiment voor hypothese II moet voldoen spreekt voor zichzelf.

Toetsen van hypothese III zou kunnen geschieden met behulp van ballons van verschillende vorm. Ook zou men kunnen overwegen te onderzoeken of de zuigkracht wordt bepaald door een drukverschil aan weerszijden van de ballon, hetgeen eveneens zou bevestigen dat grote oppervlakken grote krachten ondervinden.

D. Toetsing

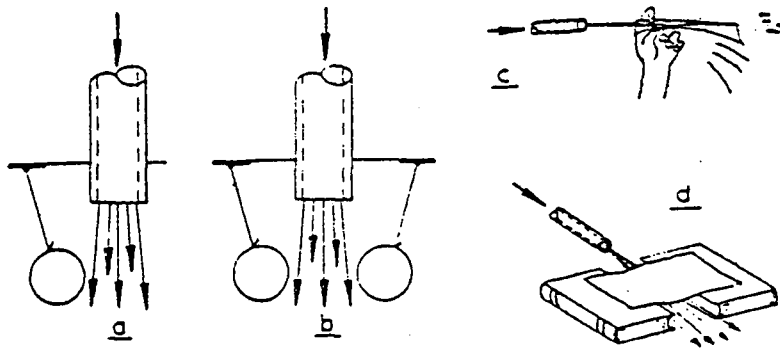
D.1. Ontwerpen van een toetsingsexperiment

De leerlingen dienen met behulp van de leraar eenvoudige toetsingsexperimenten te bedenken. Als zij dit niet kunnen, zullen deze experimenten voorgesteld moeten worden door de leraar. De leerlingen moeten dan beoordelen of deze experimenten voldoen als toetsingsexperiment voor genoemde hypothesen. Hij moet meedenken over de wijze waarop de experimenten uitgevoerd dienen te worden en zich eventueel de nodige vaardigheid voor het uitvoeren van het experiment aanleren.

Hypothese I zou geverifieerd kunnen worden door een tafeltennisballetje of ballon aan een statief te hangen en er vervolgens met een vertikaal omlaag gerichte luchtstroom bijvoorbeeld met een stofzuiger langs te blazen (zie figuur 3a). Ook twee balletjes, waar tussendoor een luchtstroom wordt gestuurd, kunnen voor het onderzoek naar het zuigeffekt hun dienst bewijzen (figuur 3b).

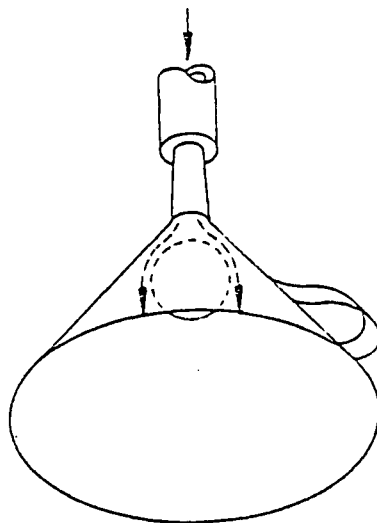
Wanneer lucht langs de bovenkant of langs de onderkant (zie figuur 3c en 3d) van een blaadje papier wordt geblazen, zal het blaadje, indien hypothese I juist is, respectievelijk naar boven en naar beneden worden getrokken.

BIJLAGE II



figuur 3

Een minder voor de hand liggende toetsing kan men verkrijgen door een tafeltennisballetje in een trechter te brengen met de opening naar beneden. Blaast men nu een luchtstroom door de trechter omlaag, dan zal het balletje in de trechtermond worden gezogen als hypotese I juist is, omdat er een snelle luchtstroom zal ontstaan tussen het balletje en de trechtermond (zie figuur 4).

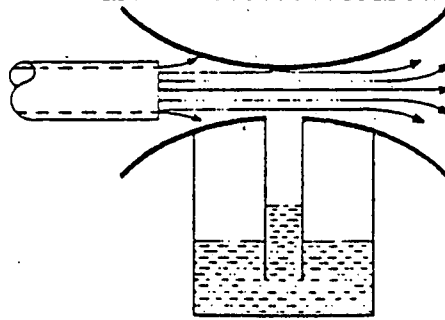


figuur 4

Voor de toetsing van hypotese II kunnen we de ballon gebruiken en nu nauwkeurig het verband tussen stroomsterkte en kracht bestuderen.

Regelen we namelijk de snelheid van de luchtstroom met de aanjager, dan kunnen we met de veerbalans onderzoeken hoe de zuigkracht op de ballon verandert als de stroomsnelheid vergroot wordt. Daarbij dient er zo goed mogelijk voor gezorgd te worden dat alle andere variabelen die men relevant acht konstant worden gehouden. Natuurlijk zal de meting, zelfs als ze met grote zorg wordt uitgevoerd, erg ruw zijn en weinig kwantitatieve resultaten opleveren. Daartoe zou de apparatuur moeten worden aangepast, hetgeen in de onderbouw duidelijk boven het niveau der leerlingen zou uitgroeien. De tweede hypotese kan echter ook worden getoetst met het toestel dat weergegeven is in figuur 5.

Zo kan de snelheid van de luchtstroom worden geregeld door de afstand van de twee gebogen aluminium platen te variëren. Met behulp van rookslierten of papiersnippers blijkt dat de stroomsnelheid toeneemt als de afstand van de platen afneemt. De vloeistof in het stijgbuisje gaat dan verder omhoog.



figuur 5

Ook hypotese III kan met dit toestel worden getest. Geeft men het stijgbuisje steeds een andere diameter, dan kan de invloed van de doorsnede van de stijgbuis op de stijghoogte onderzocht worden. De diameter mag natuurlijk niet te klein (capillaire opstijging) en niet te groot worden genomen.

D.2. Uitvoeren van de toetsing

Het uitvoeren van de toetsingen vereist bij de onder D.1. genoemde experimenten geen bijzondere apparatuurkennis of speciale handvaardigheid. Een leerling uit de onderbouw kan deze proeven zonder meer uitvoeren. Natuurlijk moet hij de verkregen resultaten overzichtelijk registreren.

D.3. Evalueren van de gegevens

Heeft de leerling de meetresultaten eenmaal, dan zal hij relevante en minder relevante resultaten van elkaar moeten scheiden. Hij moet de resultaten uit verschillende experimenten kunnen vergelijken. Zo zal hij de resultaten omtrent de invloed van de stroomsnelheid op de zuigkracht, die verkregen werden met het ballon-veerbalans experiment, moeten kunnen vergelijken met die welke werden gevonden met het toestel uit figuur 5.

Hij moet kunnen beoordelen in hoeverre de verkregen resultaten kunnen worden gegeneraliseerd en geëxtrapoleerd. Hij moet zich kritisch opstellen ten opzichte van de verkregen resultaten ten aanzien van systematische en toevallige fouten. Zo zal hij zich een beeld moeten vormen van de onzekerheid in de meetresultaten en moeten inzien dat de uitgevoerde experimenten grotendeels kwalitatief zijn, hetgeen ook slechts kwalitatieve conclusies omtrent het onderzochte verschijnsel impliceert.

E. Conclusies

E.1. Uit de toetsing conclusies trekken ten aanzien van de gestelde hypotese

De leerlingen zullen moeten overwegen of de verkregen resultaten bij het toetsen van de hypotesen voldoende zijn om een definitieve conclusie te trekken, dat wil zeggen, zij zullen op grond van voldoende gegevens de hypotesen moeten bevestigen of verwerpen. Daarbij is het van belang dat ze bepaalde aanwezige verbanden opmerken en weten te formuleren.

De beschreven toetsingsexperimenten blijken allen de geformuleerde hypotesen te bevestigen.

Zo worden de tafeltennisballetjes, evenals het blad papier, steeds in de richting van de luchtstroom gezogen. Het tafeltennisballetje in de trechtermond blijft er inderdaad in hangen.

Ook hypotese II blijkt te worden bevestigd. Grotere stroomsnelheden leveren grotere zuigkrachten, hetgeen zowel meetbaar is met de ballon en de veerbalans, als met het apparaat waarmee de vloeistof wordt opgezogen. Inderdaad stijgt het vloeistofoppervlak van het stijgbuisje als de bovenste aluminium

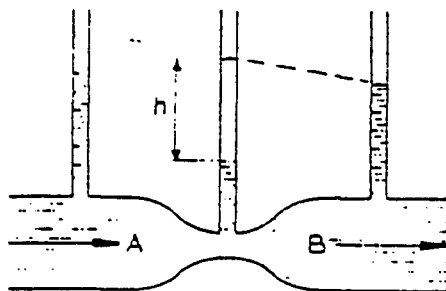
BIJLAGE II

plaat dicht bij de opening wordt gebracht. Bij zeer kleine afstand tussen beide platen stijgt de vloeistof zo hoog dat ze wordt meegesleurd met de luchtstroom (verstuiver). Door buisjes met verschillende diameter te nemen blijkt bovendien dat de diameter van het stijgbuisje niet relevant is voor de stijghoogte.

Steeds blijkt de vloeistof evenveel te stijgen bij een vaste afstand der platen. Hieruit volgt dat de kracht per oppervlakte-eenheid steeds hetzelfde is, waarmee hypotese III bevestigd is. Grote oppervlakten ondervinden grote krachten. We kunnen de hypotesen nu samenvatten en als volgt formuleren.

Als een voorwerp zich in een gasstroom bevindt, is de druk het laagst aan die zijde van het voorwerp, waar het gas het snelst stroomt. Grote verschillen in stroomsnelheid aan weerszijden van het voorwerp gaan gepaard met grote drukverschillen.

Deze regel, die Daniël Bernoulli in 1738 publiceerde, wordt de wet van Bernoulli genoemd. We kunnen vervolgens met de leerlingen proberen te komen tot het schetsen van enige lijnen voor verder onderzoek. Zo kunnen we ons afvragen of de gevonden regel, die we hier voor gasstromen hebben gevonden, ook voor vloeistofstromen geldt. Dit laatste kan met het toestel uit figuur 6 gemakkelijk worden aangetoond.



figuur 6: Venturibuis

Uit de stand van de vloeistofnivo's in de stijgbuisjes blijkt duidelijk dat op de plaats van de vernauwing, dat wil zeggen, in het gedeelte van de buis waar de vloeistof het snelst stroomt (aantonbaar met een inktwolk), de druk veel lager is dan men op grond van de inwendige wrijving mag verwachten (zie stippellijn).

Uit deze voortgezette experimenten blijkt dat verder onderzoek kan leiden tot een verfijning van de formulering der verkregen resultaten, waarmee weer een belangrijk aspect van het natuurwetenschappelijk onderzoek wordt gedemonstreerd. Men moet dan echter reeds vermoedens hebben in welke richting zinvol verder geëxperimenteerd kan worden.

Het aangeven van lijnen voor verder onderzoek vereist dus het gevoel voor een groot aantal trends, die de onderzoeker ook in nog niet onderzochte gebieden als globale leidraad kan gebruiken om zo min mogelijk experimenten uit te voeren, die achteraf gezien weinig zinvol zijn gebleken.

Als we het antwoord trachten te vinden op de vraag in hoeverre de wet van Bernoulli terug te voeren is tot meer fundamentele wetten uit de mechanica, dienen we ons te realiseren dat de hoeveelheid vloeistof, die per seconde een doorsnede van een buis zonder zijarmen passeert, overal gelijk is, zodat de vloeistof in een nauw gedeelte van de buis sneller stroomt dan in de wijde gedeelten. De samendrukbaarheid van de vloeistof kan hierbij wor-

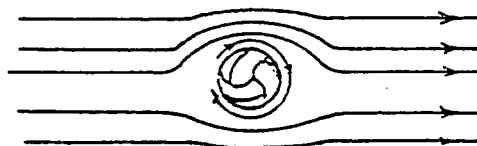
den verwaarloosd. Beschouwt men nogmaals de vloeistofstroom die in figuur 6 is weergegeven, dan zal de vloeistof dus bij A worden versneld en bij B worden vertraagd. Dit kan met een druppel analine worden gedemonstreerd. Deze druppel krijgt in de buurt van A een duidelijk zichtbare versnelling en wordt in de buurt van B vertraagd. Op grond daarvan moeten we konkluderen dat de druppel, zowel in de omgeving van A als van B, een kracht ondervindt in de richting van de snelle stroom. De vloeistofnivo's in de stijgbuisjes tonen het bestaan van deze krachten duidelijk aan.

De wet van Bernoulli is hier dus teruggevoerd tot een van de grondwetten der dynamica. In een klasediskussie is het mogelijk al diskussiërend te weten te komen of de mechanica-wetten kwalitatief zo goed begrepen zijn, dat de leerlingen deze konklusie zelf durven te trekken.

Wat de technische toepassingen betreft kan er in dit verband op worden gewezen dat een buis, waarin zich een vernauwing bevindt (venturibuis), de gelegenheid biedt om stroomsnelheden en daarmee stroomsterktes te meten van bewegende gassen en vloeistoffen. Door ijking of berekening is het namelijk mogelijk om het verband tussen hoogteverschil h (zie figuur) en de snelheid van de vloeistof in het wijde gedeelte van de buis te bepalen. Vragen we de leerlingen of ze nog andere toepassingen kennen van deze wet, dan zullen ze naar aanleiding van het toestel uit figuur 5 gewoonlijk slechts aan de verstuiver denken. Maar ook vele beoefenaars van balsporten maken veelvuldig gebruik van de wet van Bernoulli. Zo spreekt in de tennissport de zogenaamde 'topspinbal' een belangrijke rol. Aan de bal wordt met behulp van het racket een draaiing om een horizontale as meegegeven in de zin zoals in figuur 7 is aangegeven.

Aan de bovenkant van de bal zal de luchtstroom door de draaiing van de bal worden vertraagd. Aan de onderkant daarentegen wordt ze versneld. De bal wordt daardoor omlaag gedrukt. Dit is duidelijk te zien bij een tenniswedstrijd als er een topspinbal wordt geslagen. Deze lijken aanvankelijk uit te gaan, maar duiken als het ware plotseling omlaag en komen dan vlak voor de baseline (achterste lijn van het tennisveld) op de grond. Ook de 'American twist service' in de tennissport en de 'getrokken' hoekschoep bij het voetballen kunnen met behulp van deze wet worden verklaard.

De vele andere voorbeelden van de toepassingen van deze wet lenen zich vaak goed voor het toetsen van de vraag of de leerlingen de wet in een nieuwe situatie kunnen herkennen en of ze hun kennis in een onbekende situatie toepassen.

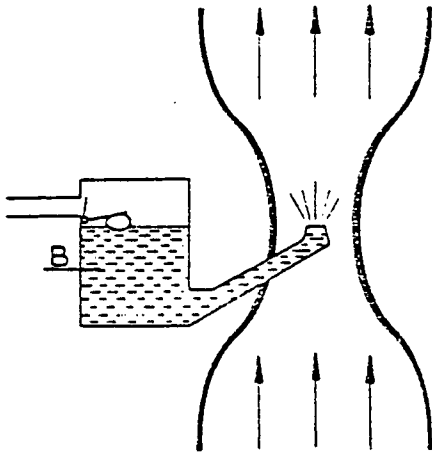


figuur 7: De tennisbal beweegt naar rechts en draait linksom.

Zo kunnen we ondermeer de volgende vragen formuleren:

1. Waarom worden twee auto's, die elkaar op korte afstand passeren, naar elkaar toegetrokken?
2. Waarom zal bij een sterke stormwind soms het dak van een huis worden opgelicht zonder dat het huis verder noemenswaardige schade oploopt?
3. Als men met een roeiboot een pijler van een brug op korte afstand passeert ondervindt de boot een kracht in de richting van de pijler. Hoe komt dat?
4. In een carburator wordt op de plaats waar de benzine B door een luchtstroom wordt meegezogen een vernauwing aangebracht. Waarom zou men dat doen? (zie figuur 8)

BIJLAGE II

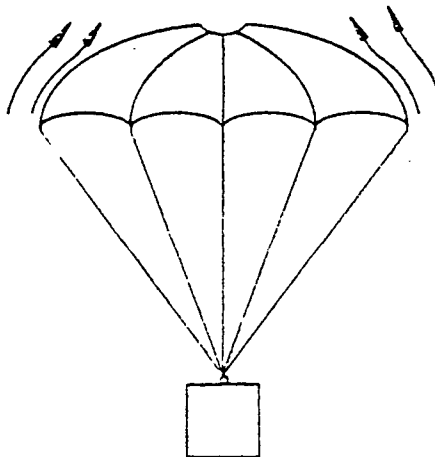


figuur 8: Carburator

5. Verklaar de werking van een waterstraalpompe.
6. Hoe komt het dat bij een Teclubrander de lucht wordt meegezogen met het naar binnen stromende gas?
7. Door de vorm en de stand van de vleugels van een vliegtuig kan men er voor zorgen dat de stroomsnelheid aan de bovenkant van de vleugel veel groter is dan die aan de onderkant.
 - a. Wat zal hiervan het gevolg zijn?
 - b. Door ijsafzetting kan de vorm van de vleugel sterk veranderen. Waarom is dat gevaarlijk?

Opmerking: De lift van een vliegtuig komt voor circa $\frac{2}{3}$ deel voor rekening van het verschijnsel dat in de wet van Bernoulli is vastgelegd. De rest ontstaat doordat de lucht tegen de schuinstaande vleugels aanblaast en door het temperatuurverschil aan de boven- en onderkant van de vleugels.

8. Kun je de sterk remmende werking van een parachute duidelijk maken aan de hand van de wet van Bernoulli?



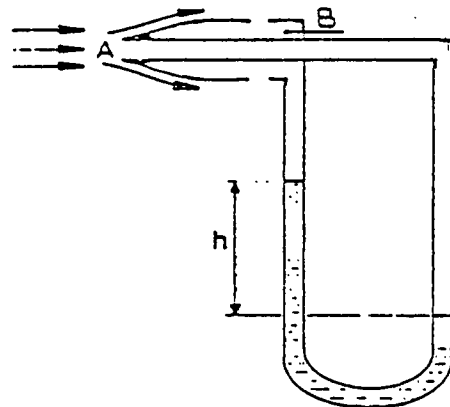
figuur 9: Vallende parachute

9. Als in een olieraffinaderij door een storing een kompressor uitvalt, zal het brandbare gas, dat steeds naar de kompressor stroomt, door een schoorsteen worden afgevoerd. Het gas zal bij het verlaten van de schoorsteen worden ontstoken door de altijd brandende waakvlammen (zie Pernis) en dus verbranden. Dit noemt men affakkelen. Om de gasverliezen te bepalen wordt de stroomsterkte van het afgefakkelde gas gemeten.
 - a. Hoe zou je de stroomsterkte van dit ontsnappende gas kunnen meten door toepassing van de wet van Bernoulli?
 - b. Maak een schets van het meettoestel dat je zou willen gebruiken.

10. De snelheid van een vliegtuig ten opzichte van de lucht wordt ondermeer bepaald met een zogenaamde pitotbuis. Een eenvoudige schets daarvan is in figuur 10 weergegeven.

Als nog wordt gegeven dat je, op grond van symmetrie-overwegingen, mag aannemen dat de lucht bij punt A noch naar links noch naar rechts kan stromen, zodat de stroomsnelheid in het zogenaamde stuwpunt A gelijk is aan nul, kun je dan de werking van de pitotbuis verklaren?

De meter die het drukverschil h meet tussen het stuwpunt A en de ruimte B wordt gewoonlijk differentiaalmanometer genoemd.

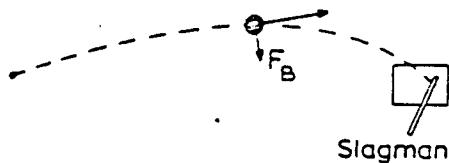


figuur 10: Pitotbuis

11. Waarom spelen tennisspelers graag met een nieuwe (harige) bal?
12. Verklaar hoe men bij baseball een zogenaamde 'curveball' kan werpen.

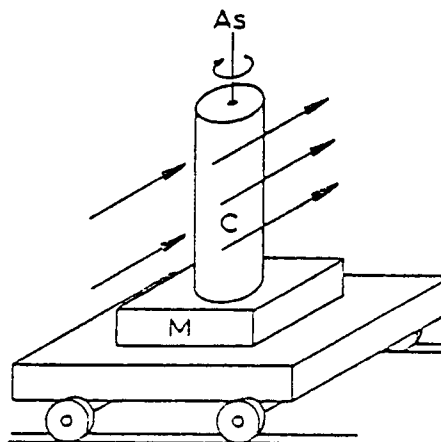
Dat wil zeggen, een bal, die in eerste instantie de verkeerde richting uitgaat, maar toch via een gebogen baan op de slagman afgaat (zie figuur 11).

In welke richting draait de bal rond die in figuur 11 is getekend?



figuur 11

13. Als op een speelgoed-wagon een motor (M) wordt gemonteerd, waarop een cilinder (C) is bevestigd die om een verticale as wentelt (zie figuur 12), dan blijkt de wagon te gaan rijden als deze in een loodrecht op de rijrichting passerende luchtstroom wordt geplaastst.
a. Verklaar dit.
b. In welke richting gaat de wagon uit figuur 12 rijden?

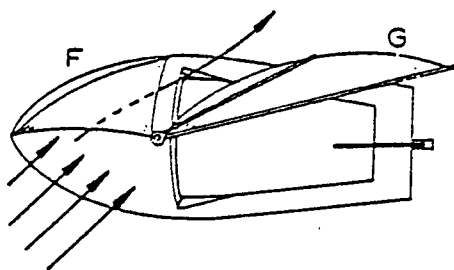


figuur 12

14. Hoe wordt in de zeilsport gebruik gemaakt van de wet van Bernoulli? Bedenk dat bij scherp zeilen (de wind schuin van voren) een snelle luchtstroom tussen de fok (F) en het grootzeil (G) doorblaast.

Opmerking: Om deze luchtstroom in de goede richting te leiden en om

BIJLAGE II



figuur 13

haar een zo groot mogelijke snelheid te geven, loopt de fok vaak een heel eind achter het grootzeil door (zie figuur 13). Vlak achter het grootzeil is het nagenoeg windstil. Dit blijkt duidelijk als het wedstrijdnummer van de boot niet goed is vastgenaaid; het zal dan haast onberoerd blijven hangen.

15. Als men in de golfsport een bal een grote afstand wil laten afleggen geeft men de bal een draaiing mee om een horizontale as. Waarom doet men dat en in welke richting laat men de bal roteren?

Samenvattend mogen we konkluderen dat men op onderbouwnivo met behulp van de beschreven experimenten kan demonstreren dat het analyseren van een verschijnsel begint met het doen van relevante waarnemingen, die kunnen leiden tot een hypotese. Deze hypotese zal met behulp van experimenten in een zo eenvoudig mogelijke modelsituatie getoetst moeten worden op haar juistheid. Vervolgens kunnen lijnen voor verder onderzoek worden uitgestippeld, ten-einde te kunnen onderzoeken in hoeverre de gevonden wet scherper geformuleerd kan worden. Nauwkeuriger studie van de resultaten leert ons dat de wet van Bernoulli teruggevoerd kan worden tot de fundamentele wetten van de klassieke mechanica. De vele toepassingen in de techniek bieden ons daarnaast de gelegenheid te tonen hoe de analyse van verschijnselen kan leiden tot bruikbare toepassingen.

Het feit dat deze wet een belangrijke rol in de balsporten vervult, stimuleert de leerlingen tot meedenken in de lessen en vervult ze met entoesiasme. Ook biedt deze wet een prachtige gelegenheid om het ordenende karakter van een wet te demonstreren. Zo legt de wet van Bernoulli verband tussen ogenschijnlijk volkomen onsamenvhangende verschijnselen als de topspinbal in de tennissport en de verstuurver, de lift van een vliegtuig en de waterstraal-pomp. Bovendien zijn er voldoende vragen te vinden om te onderzoeken of deze wet, die in geen der buitenlandse middelbaar onderwijs-boeken ontbreekt, kwalitatief begrepen wordt, dat wil zeggen, te onderzoeken in hoeverre de leerlingen in staat zijn om de wet in een nieuwe situatie te herkennen en in een onbekende situatie toe te passen.

Uit eigen ervaring weet ik dat lessen, die op deze wijze worden gegeven, met grote interesse door de leerlingen worden gevolgd. De kwalitatieve behandeling van de wet van Bernoulli kan het best in de onderbouw gebeuren, maar ook in de bovenbouw blijken de leerlingen zeer entoesiast over dergelijke problemen te kunnen diskussiëren. Bovendien ben ik voor mijzelf ervan overtuigd dat een dergelijke analyse van een verschijnsel voor de leerlingen van blijvende waarde is, wat zeker niet gezegd kan worden over het inpompen van definities, wetten, etc. en het zogenaamde 'oefenen' van de theorie in de vorm van vraagstukken. De leerlingen krijgen ook een eerlijker kijk op de wijze waarop een wetenschapsbeoefenaar denkt en werkt en zal tenslotte zelf steeds beter weten hoe hij moet handelen als hij tegenover een probleem (ook een niet-fysisch probleem) komt te staan. Hij heeft geleerd hoe hij zijn kennis efficiënt kan uitbreiden en dat is een toch niet te onderschatten kwaliteit voor mensen, die temidden van een technisch-wetenschappelijke revolutie moeten leven.

Het vliegeren

Uit: "Het groot geïllustreerd vlieger-handboek"

door Loyd en Thomas ICOB/Septuagint
Alphen a/d Rijn

Hoe vliegt een vlieger?

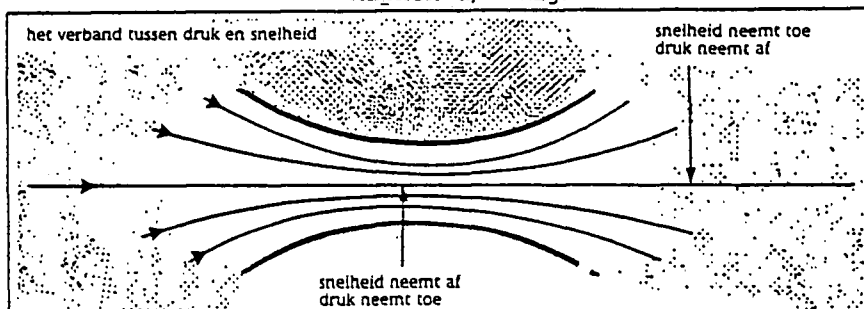
We weten dat er al sinds eeuwen vliegers worden opgelaten en dat sommige van de belangrijkste ontwerpen al meer dan tweeduizend jaar oud zijn. Maar hoe komt het dat een vlieger kan vliegen? De aerodynamische verklaring kennen we pas een kleine eeuw.

Er zijn twee technieken die een vlieger doen vliegen: de ene is de grote hoek van inval, de andere de kleine hoek van inval. Met de hoek van inval wordt bedoeld de hoek die het oppervlak van de vlieger maakt met de wind. Een gewone vlieger blijft in de lucht met een grote invalshoek, een airfoilvervlieger juist met een kleine: tussen de 5 en 15 graden. Deze laatste techniek wordt niet veel gebruikt. Het waren vooral Hargraves en de gebroeders Wright die veel hebben gewerkt met doosvliegers met gebogen oppervlakken.

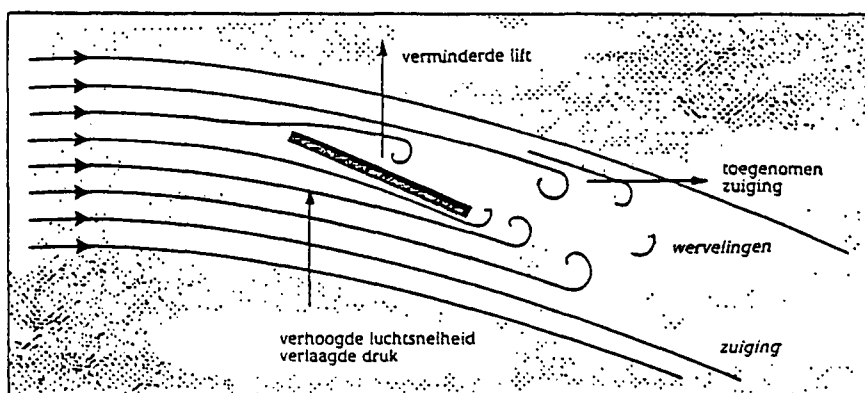
Twee elementen geven de vlieger het vermogen tot vliegen; ten eerste natuurlijk de wind, maar net zo goed het touw dat de vlieger vasthoudt terwijl de wind erlangs blaast. Dat dus in tegenstelling met een vliegtuig, dat de wind langs zijn vleugels laat gaan door zelf een voorwaartse beweging te onderhouden. In beide gevallen is het effect gelijk.

Een gewone vlieger moet om door de wind omhoog te kunnen komen een bepaalde mate van luchtweerstand hebben. Het touw moet de vlieger vast - en stabiel - houden. De wind moet dus langs de vlieger gedrukt worden en er niet doorheen kunnen. Er zijn natuurlijk momenten waarop - bijvoorbeeld bij harde wind - het goed zou zijn als een vlieger in bepaalde mate luchtdoorlatend zou zijn. Dan zou materiaal als plastic beter vervangen kunnen worden door, bijvoorbeeld, katoen.

De kleine invalshoek. De speciale vliegers, die zich in de lucht handhaven bij een kleine invalshoek, krijgen hun lift op dezelfde manier als een vliegtuig. Daarbij treedt er een verschil van luchtdruk op tussen de bovenkant en de onderkant van de vlieger. Hierbij geldt het theorema van Daniel Bernoulli dat, eenvoudig gezegd, stelt dat de luchtdruk vermindert als de lichtsnelheid toeneemt. Doordat de vlieger een gebogen oppervlak heeft en iets schuin op de wind staat

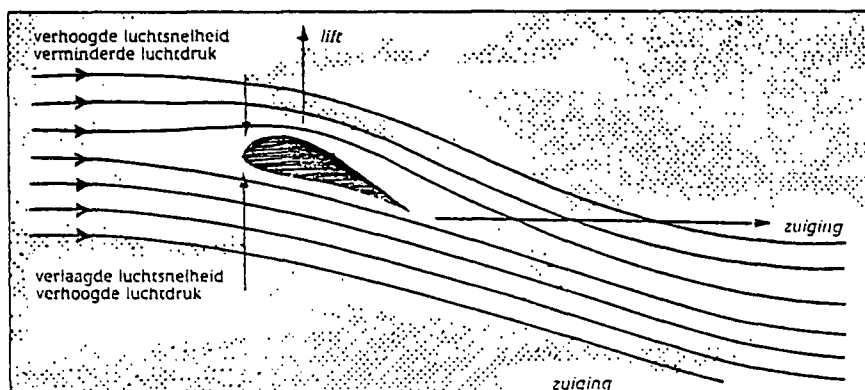


Het theorema van Bernoulli in beeld gebracht.



Boven: het veroorzaken van turbulentie.

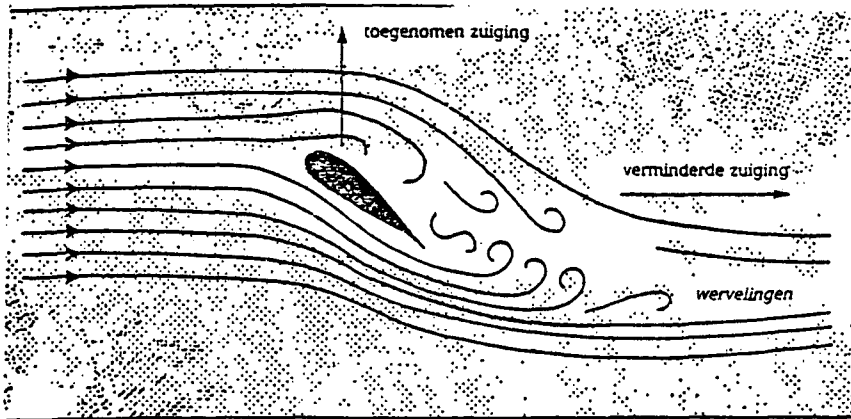
Onder: Stroomlijn vermindert turbulentie.



beweegt de wind die bovenlangs de vlieger gaat sneller over de vlieger dan de windstroom die onderlangs passeert. Er is dus boven de vlieger een geringere luchtdruk dan eronder en de vlieger zal de neiging krijgen omhoog te gaan om het verschil op te heffen. Er zijn wel wat problemen. De vlieger

heeft bijvoorbeeld ook het effect de windstroom te verstoren. Er ontstaan wervelingen en zuigingen: turbulentie. En die turbulentie heeft tot gevolg dat de snelheid van de bovenlangs passerende wind vermindert en daarmee de lift. Hij doet ook de zuiging toemen. Daarom is het van groot belang

BIJLAGE 12



Een grote invalshoek veroorzaakt vergrote turbulentie of werveling en leidt tot overtrekken.

een goede stroomlijn aan het vliegeroppervlak te geven om de effecten van zuiging en werveling te verminderen.

De invalshoek van de vlieger heeft invloed op lift en turbulentie. Naarmate een vlieger steiler staat zal de lift toenemen, maar slechts tot een bepaalde hoek. Op ongeveer 15 graden zal de lucht niet langer over de vlieger gaan, maar er hevig wervelend omheen, en achter de vlieger veel te snel van het vliegeroppervlak loskomen. Er ontstaat dan wat bij vliegstuigen 'overtrekken' heet en net als bij vliegstuigen zal de vlieger zijn lift verliezen.

De grote invalshoek. De traditionele vlieger heeft een ietwat andere wijze van vliegen. Deze moet juist steil aan de hemel staan, een stand waarbij een vliegstuigvleugel nooit lift zou overhouden. Maar bij de platte vlieger zorgt het touw ervoor dat hij niet kan worden weggeduwd. De wind die boven langs de vlieger gaat is erg turbulent en zal dus weinig lift geven. Maar de windstroom die er onderlangs gaat, duwt de vlieger als het ware omhoog. Het is bij deze vlieger van belang het toom instelbaar te maken, zodat het kan worden aangepast aan de wind door een goede invalshoek te kiezen. Hoe meer de vlieger 'ligt', hoe groter de stijgkracht. Een platte vlieger wordt onstabiel door de windwervelingen die hij achter zich veroorzaakt.

Het oppervlak van een vlieger is nooit helemaal vlak. Als dat zo zou zijn zou de vlieger ook zeer onstabiel zijn. Door de winddruk zullen er bollingen in het oppervlak ontstaan die in feite een beetje het effect hebben dat zij van de vlieger een vleugel maken. Er komt dus minder zuiging en meer lift. Het geraamte steekt iets buiten de vlieger en werkt als stabilisator.

Stabiliteit. Er zijn diverse methoden om de stabiliteit van een vlieger te vergroten:

Een staart. Een staart geeft een vlieger geen extra stabiliteit door zijn gewicht, maar door zijn luchtweerstand. Een goede vliegerstaart moet dus licht zijn. Als hij achter de vlieger hangt zorgt hij voor stabiliteit omdat hij in feite aan de vlieger trekt. Een zware staart zou

alleen maar de wendbaarheid van de vlieger verminderen. Een lange staart helpt bij het stabiliseren omdat het de wiebelbeweging van de vlieger door zijn eigen wapperende bewegingen neutraliseert.

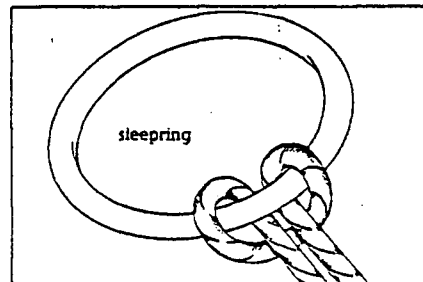
De V-stelling. Een vlieger heeft een V-stelling als gezien vanuit de middelste geraamtespant de vlakken terugwijken. Als de vlieger wat scheef staat zal de zijde die wat van de wind afstaat minder druk krijgen, terwijl de kant die naar voren staat meer druk verwerken moet. De vlieger zal dus de neiging hebben die ongelijkheid op te heffen. **Zijvlakken.** Doosvliegers worden vaak toegerust met zijvlakken die de vlieger als roeren stabiliseren. Deze zijn zo effectief, dat bij windstoten de vlieger zich niet achteruit laat drukken in een stand die meer luchtweerstand en minder lift geeft. Neen, de vlieger zal juist voorwaarts gaan en iets meer horizontaal gaan liggen, waarbij hij dus minder luchtweerstand oproept en zijn lift goeddeels behoudt. Men zegt dan dat de vlieger 'goed op de wind ligt'. Als een doosvlieger plat op de wind ligt heeft hij twee liftgevendende vlakken en twee stabiliserende vlakken. Als hij met één hoek omlaag vliegt (als een ruit), hebben alle vlakken de dubbele functie van lift en stabilisatie. Bij een driehoekige vlieger - die steeds met de punt aan de wind vliegt - zorgen de twee voorste, neerwaarts gerichte vlakken voor stabilisatie, deels omdat ze als roervlakken werken en deels omdat ze in V-stelling staan. De derde zijde verzorgt de lift.

Vinnen. Het is ook mogelijk aan het vliegeroppervlak - loodrecht erop - flappen te maken om de zijwaartse bewegingen van de vlieger te kunnen stabiliseren. Door deze vinnen wordt de wind verdeeld over beide helften van het vliegeroppervlak. De vinnen helpen ook de vlieger altijd met de kop op de wind te houden. De meeste moderne hoogvliegende typen zijn tegenwoordig toegerust met vinnen. De vinnen kunnen aan de voor- en aan de achterzijde van de vlieger toegepast worden.

Windzakken. Een uitvinding van Sir George Nares is de windzak, de ietwat toelopende 'mouw' die aan beide zijden open is. Het is een zeer doelmatige manier om de zuiging te krijgen

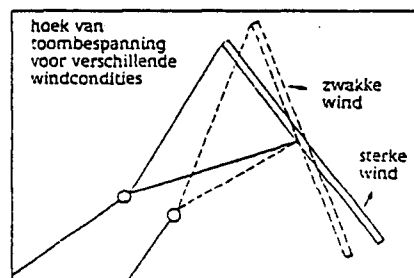
achter de vlieger, waarvan de sterkte automatisch is aangepast aan de kracht van de wind. Dat aanpassen doet de windzak. Deze werkt als alle trechtervormige pijpen, waarbij de toevoer groter is dan de afvoer: hij schept achter de vlieger een grote turbulentie en daarmee zuiging.

Het toom. Een van de moeilijkste zaken bij het klaarmaken van een vlieger is het goed aanleggen van het toom. Het toom moet namelijk aangepast worden aan de heersende wind. De grondvorm van het toom is als volgt: de tooplijn staat verticaal als de vlieger ten opzichte van het horizontale vlak een afwijking heeft van 6 of 7 graden. Men kan de bestuurbare van een vlieger vergroten door er twee tomen aan te maken en twee touwen. Dubbele tomen moeten meer aan de heersende



wind worden aangepast dan enkele. Gewoonlijk heeft een toom twee lijnen. Het is echter ook mogelijk vier lijnen te gebruiken als men uit is op grotere bestuurbare en stabiliteit. Hoe sterker de wind, hoe groter de gehoorzaamheid van de vlieger aan zijn tomen.

In de 19de eeuw heeft George Pocock vliegers met een gebogen top, voorzien van vier toomlijnen, gebruikt om zijn char-volant, zijn vliegerkoets, te trekken. Hij geeft daar een uitleg over in zijn boek *The Aeropleustic Art*, dat handelt over het scherp aan de wind - vrijwel tegen de wind in - vliegeren.



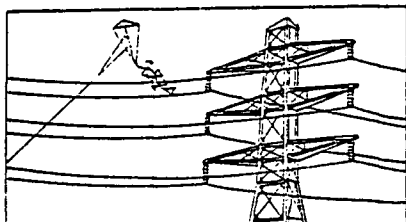
Vliegeren

Laat onder geen voorwaarde een vlieger op in de buurt van hoogspanningskabels. Nog afgezien van het grote gevaar voor eigen veiligheid en de kans op verstoring van de elektriciteitsvoorziening voor zeer veel mensen: er zijn op deze manier grote branden veroorzaakt.

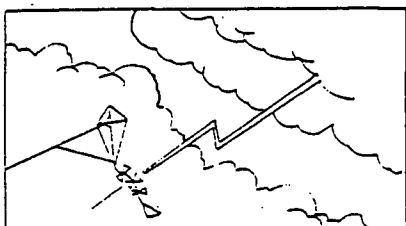
Laat ook nooit een vlieger op tijdens onweer. Hoewel een moderne nyloodraad niet zo goed elektriciteit geleidt als de metaalraad die door Benjamin Franklin en anderen in de

19de eeuw werd gebruikt, kan men, als nylondraad nat is, er lelijke schokken van krijgen.

Laat ook nooit een vlieger op in de buurt van wegen, spoorwegen en vliegvelden. De beste plaats om een vlieger op te laten is een stuk open land, uit de buurt van bossen of bebouwing, want dat geeft toch alleen maar windschaduw en turbulentie. De oef-

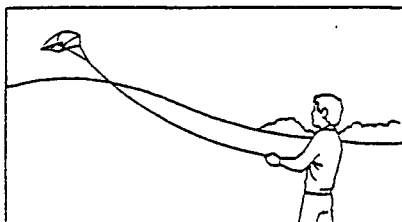
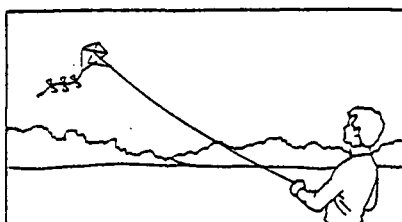


zijde (bovenwinds) van heuvel of duin biedt niet alleen goede stabiele windstromen, maar ook een nuttige opwaartse stroom. Aan de lizijde van de heuvel is de situatie precies omgekeerd. Grote plassen of waterrijke gebieden geven de wind vrij spel en vanwege het temperatuurverschil tus-



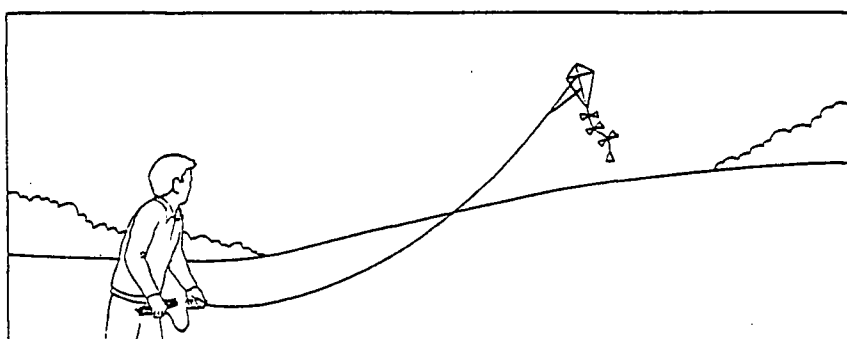
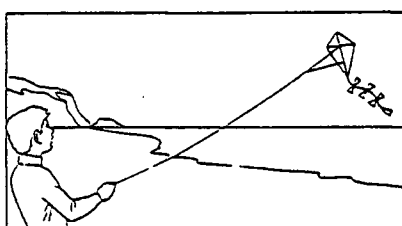
sen land en water zal er bij water altijd wel wat wind te vinden zijn, ook al is het verder praktisch windstil. De wind. Wanneer er weinig wind staat is het erg belangrijk een goed terrein te kiezen om zo veel mogelijk gebruik te kunnen maken van hellingen, waterpartijen zoals aan het strand, of van de warme luchtstroom die opstijgt van gebouwen.

Men kan schitterende vluchten maken met de vlieger als men onder de thermiekwolken scheert. Een geschikte vlieger hiervoor is de slee, die een gunstige lift heeft en daarbij



een laag gewicht. Men kan om de lift te vergroten de stabilisatie verminderen en de staart weglaten. Er is dan natuurlijk ook een licht touw nodig.

Om de vlieger omhoog te krijgen kan men kiezen uit twee methoden. Door snel in te nemen zal de vlieger omhoogschieten. Daarna laat men het

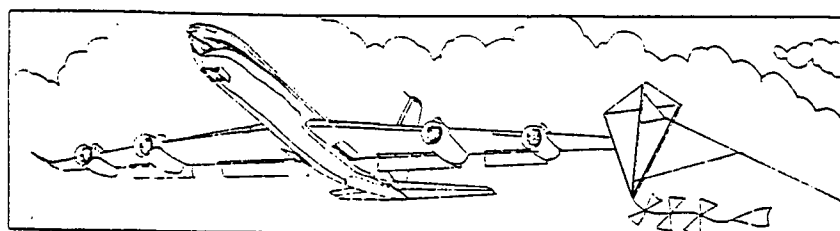
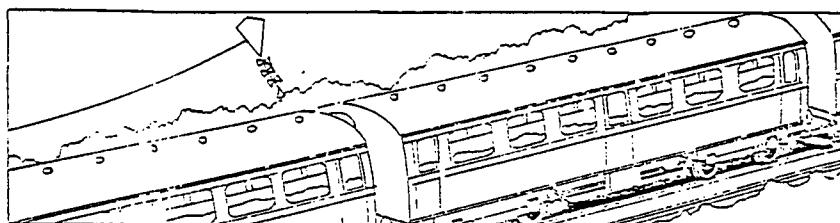
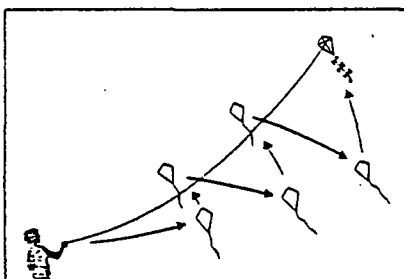


Boven: 'spelen' met een zwakke wind.

touw snel vieren totdat de vlieger bijna weer op de grond ligt en dan begint men opnieuw snel in te halen. Die procedure herhaalt men tot de vlieger de gewenste hoogte heeft; bijvoorbeeld daar waar wat meer wind staat.

De andere manier is om een eind touw uit te leggen - 25 meter - en dan iemand de vlieger omhoog te laten houden. Als de vlieger een staart heeft moet deze uitgelegd worden achter de vlieger. Als men dan wegreut met het touw in de hand, zal de staart voor stabiliteit zorgen. Men kan al rennend langzaam wat vieren, zodat de vlieger aan hoogte kan winnen. Bij gewone platte vliegers is het belangrijk het toom aan te passen aan de meest uiteenlopende winden. Bij lichte wind is het nodig het punt waar het touw aan het toom zit enigszins laag te kie-

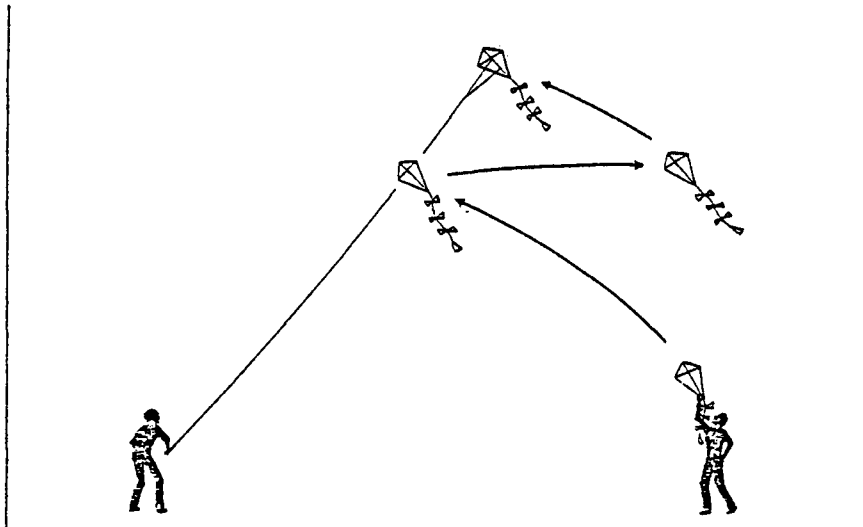
Methode van trekken en vieren bij lichte wind.



zen. Daardoor zal de vlieger wat steiler in de wind staan.

Wanneer er flinke wind staat is het mogelijk snel te vieren. Bij normale wind zou de vlieger dan onherroepelijk tegen de grond slaan, maar sterke wind geeft de vlieger grotere stabiliteit en meer lift. Mocht de vlieger wispelrurig zijn en sterk de neiging hebben naar links en rechts af te zwenken, begin dan te controleren of het toom wel goed is afgesteld op dit windtype. Dat betekent dat men het punt waar het touw aan het toom zit wat hoger moet kiezen, zodat de vlieger iets vlakker op de wind komt te liggen. Daardoor vermindert de luchtweerstand. Als de vlieger instabiel blijft kan men de staart verlengen. Wordt een windzak gebruikt, dan kan men de lijn waarmee deze aan de vlie-

BIJLAGE I2



Het oplaten van een vlieger met de trek-en-vier methode met de hulp van een vriend, laat van meet af aan een lange lijn toe.

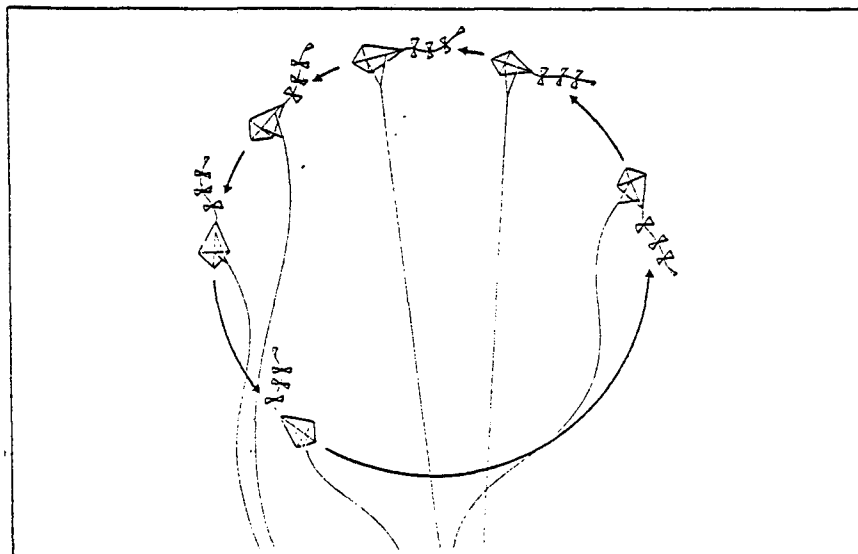
ger zit verlengen. Dat verhoogt het effect van de windzak op de vlieger.

Spoelen

Als men op niet al te grote hoogte wil vliegeren is het voldoende om een stok te gebruiken als spoel waarop het vliegertouw gewonden kan worden. Maar als men naar grote hoogten wil en ook nog de wens heeft de vlieger behouden op aarde terug te brengen is het verstandig om te zorgen voor een goede spoel. Zonder spoel een touw innemen is een vervelend corvee, dat veel tijd vergt. Een spoel voorkomt dit probleem. Bovendien is het niet moeilijk een goede spoel te maken.

Het eenvoudigst is een langgerekt

Bij een stevige windstoot zal een goed gebouwde vlieger de neiging hebben voorbij het zenitpunt te klimmen, en daarna te vallen tot de juiste hoek van inval weer is teruggevonden. Een staart helpt om de windstoten te neutraliseren.



handvat dat zo gevormd is dat het touw er gemakkelijk af kan lopen. De Indianen gebruikten een spoel met een draaibare kern, waarin als zwenkel een stok zat. Deze spoel is zeer doelmatig maar vereist vakmanschap bij het opwinden. Een H-vormige klos - zoals die in Nederland veel toegepast wordt - kan doelmatig zijn, maar is altijd arbeidsintensief. Het best is een spoel waarin een goed draaiend wiel - of een rol - zit. Veel liefhebbers van het vliegeren gebruiken een korte vishengel, compleet met spoel. Deze is uiteraard zeer doelmatig, maar wel prijzig vergeleken met een doe-het-zelf gevalletje.

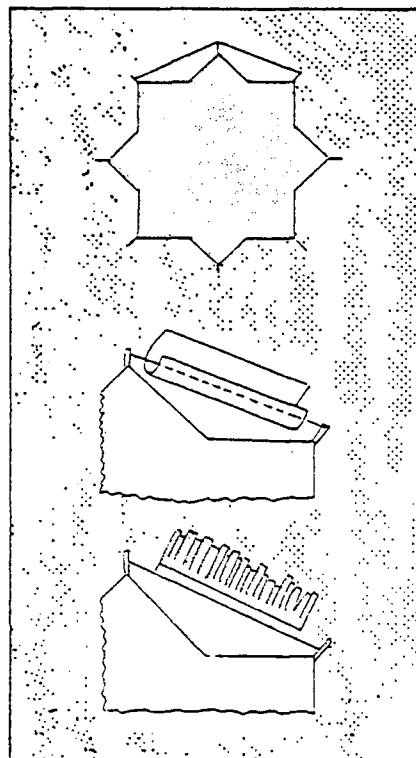
Wat erg belangrijk is bij een spoel is de diameter van de kern. Daarbij geldt in beginsel: hoe groter hoe beter. Het is belangrijk flink wat touw vrij te geven bij elke slag, als men viert. Het bezwaar is echter dat men bij het opwinden goed rekening moet houden met het feit dat er grote kracht wordt uitgeoefend op het touw.

Heel mooie spoelen hebben ratel, rem en versnelling. Deze zijn zeer handig, al wordt de spoel er zwaarder door. Bijzonder grote vliegers moeten gevlogen worden met een lier; deze kan met de hand, maar ook door een motor worden bediend.

Zoemers

Het is heel eenvoudig een vlieger te voorzien van een zoemer. Daarvoor spant men slechts een lijntje goed strak tussen de geraamtespanten van de vlieger. Daarop wordt een strook papier geplakt. Als men er knipjes in maakt ontstaat een aardige, schorre zoemtoon.

Het aanbrengen van eenvoudige zoemers. Dit gebeurt door gerold en geplakt papier of in stroken geknipte repen te bevestigen aan de spandraden tussen de spanteinden. Dat kan uiteraard alleen bij bepaalde typen vliegers.



DE FILTERSIGARET:

Uit: DJO nr. 8, september 1981

FOPSPREEN VOOR ZOOGDIEREN

Wel eens gerookt? Wel eens één hele sigaret van het zoete begin tot de bittere peuk opgerookt? Ja? Jammer, want daarmee is de kans om een levenslange nicotineverslaafde te worden tot bijna 80 procent toegenomen. 't Moge dan een teer- en nicotinearme sigaret zijn geweest, bovendien nog voorzien van een of ander magisch filtermondstuk, maar dat maakt niet zó veel uit. Als de nicotinedeeltjes met de sigaretterook in de longen komen, bereiken die deeltjes de hersenen binnen zeven seconden. Enkele honderden hersencellen leven dan op en zeggen als 't ware: 'Hé! Dat is waar ook! Dat doet ons aan iets denken. Is me dat even lekker!' Als de eerste sigaret pas na enige aarzeling wordt verstookt, wordt de greep naar de tweede al weer een stuk gemakkelijker. 'Iets' in de hersenen vindt het lekker. Nog even en dat 'iets' zal niet meer zonder kunnen. Volgens psychologen die het weten kunnen, is roken een herlevende zuigbehoefte. De zuigbehoefte van het zoogdier.

SISO-code 614.71

Door Nico Baaijens

Nicotine is een stof die, evenals heroïne en andere narcotica zeer snel verslavend werkt. Daar komt bij dat roken nóg een bijproduct oplevert, dat schadelijk is voor de *longen*: teer. Secties verricht op stoffelijke overschotten, die door hun vroegere bezitters ter beschikking van de wetenschap zijn gesteld, laten in het longweefsel nogal wat markante verschillen zien tussen rokers en niet-rokers. Het longweefsel van mensen, die hun leven lang sigaretten hebben gerookt, is verhard en vertoont een diepbruine tot bijna zwarte kleur. Dat van niet-rokers is, zoals het hoort te zijn: roze, soepel, slijmig en veerkrachtig. Nicotine en teer. Twee vreemde stoffen, die beter buiten het lichaam kun-

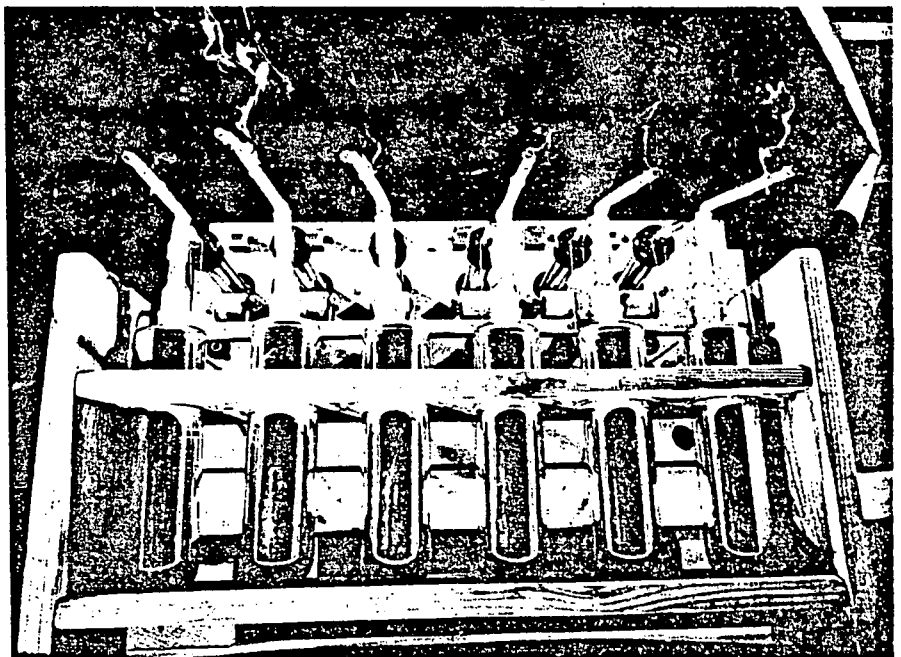
nen worden gehouden. Nicotine werkt verslavend en er is in feite de oorzaak van dat sigaretterokers veel te veel teer moeten inhaleren om hun periodieke nicotineshot te krijgen. Teer is een kwalijke stof, die behalve een zeer verhoogde kans op longkanker ook nog wordt verdacht van een groot aantal andere ziekten en ziekteverschijnselen.

De onzin van 'nicotine-filters'

'Roken? Ach, wat kan mij gebeuren. Ik geef iets meer geld uit ter wille van mijn gezondheid. Ik rook teer- en nicotinearme sigaretten met een weten-

In het laboratorium van een grote sigarettenfabrikant wordt dit soort rookmachines gebruikt. De teer uit de rook wordt opge-

vangen in flesjes. Met de machine worden nieuwe tabaksoorten getest op hun teer- en nicotinegehalte



BIJLAGE 13

schappelijk filter. Dat filter houdt alle, of in elk geval de meeste schadelijke stoffen tegen! Er lopen nogal wat rokende mensen rond, die zich met deze fopspeen tevreden stellen en in de waan verkeren, dat hun 'wetenschappelijk verantwoorde' rookgedrag weinig kwaad kan.

In de loop der jaren is er nogal wat 'wetenschappelijks' aan gedaan om sigaretterook allerlei voorbehandelingen te geven, met als doel die rook min of meer te zuiveren van nicotine en teer. Eerst kwamen de 'Denicotineer'-pijpjes in de mode. Daarin zaten filters, gevuld met kristallen, die precies niet deden wat de merknaam suggereerde. Ze hielden geen of nagenoeg geen nicotine tegen, maar wél teer. Na één sigaret kleurde het kristalfilter geel; na twee of drie sigaretten licht bruin en na tien tot twaalf sigaretten waren de dan gitzwarte kristallen volkomen verzadigd van teer.

Jaren geleden deden ook de eerste filtersigaretten hun intrede. Het filter bestond uit een opgerold en samengeperst reepje crèpepapier. Dat filter kon je na het roken van een sigaret uit elkaar peuteren en inderdaad was het dan lichtbruin gekleurd. Omdat de meeste mensen toch het verschil niet kenden tussen teer en nicotine, was het gekleurde papier voor hen het zichtbare bewijs, dat dat filter zijn werk goed deed.



Rond 1955 deden betere filters iets beter werk. Nogmaals: het waren geen nicotinefilters maar teerfilters, samengesteld uit vezelachtige stoffen. Die vezels hebben inderdaad een zeer hoog absorptievermogen. De gezondheid van sigarettenrokers heeft er echter nauwelijks enige baat bij. De filters houden behoorlijk wat teer tegen en waarschijnlijk óók nog een bepaald percentage aan nicotinedeeltjes. Maar de sigaretten worden gerookt door nicotineverslaafden. Door mensen dus, met een paar hersencellen, die om nicotine zeurden en tevreden gesteld willen worden.

Als die behoefte tijdens het roken te langzaam naar de zin van die hersencellen wordt bevredigd, worden ze gulzig. Het gevolg is dat de rokers onwillekeurig harder aan hun sigaret gaan trekken en dieper gaan inhaleren. Statistieken wijzen er óók nog op dat verslaafde filtersigarettenrokers meer gaan roken, simpelweg om hun nicotinebehoefte bevredigd te krijgen. Of het roken van filtersigaretten minder schadelijk is voor de gezondheid, wordt óók nog in twijfel getrokken. Dr. Nicholas Wald van het Britse 'Department of Health's Cancer Epidemiology and Clinical Trials Unit' in Oxford, heeft ontdekt dat filtersigaretten beslist minder schadelijk zijn voor de longen, maar weer veel slechter voor het hart. De gefilterde rook blijkt rijker te zijn aan koolmonoxide! Laboratoriumproeven wijzen uit dat de meeste sigaretten in de gefilterde rook gemiddeld 28% meer koolmonoxide bevatten dan ongefilterde rook. Over het nut van filtersigaretten haalt Wald de schouders op: 'Filtersigarettenrokers verminderen hun kans op longkanker, maar zij lopen een verhoogd risico op hartinfarcten en hartaanvallen. 't Is dus een kwestie van door de hond of de kat te worden gebeten...'

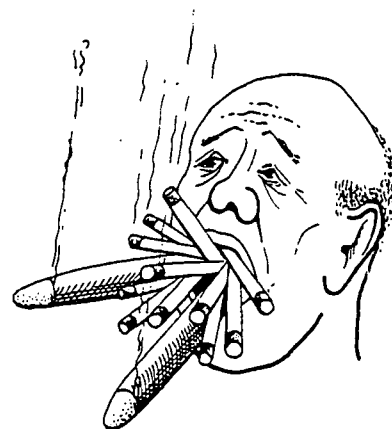
Nicotinedeeltjes van dichtbij

Natuurlijk is er veel onderzoek gedaan aan tabaksrook en de verslavende nicotinedeeltjes, waaraan de tabaksplant (*Nicotiana tabacum*) zo rijk is. Dat onderzoek wordt zowel gedaan door wetenschappelijke en medische laboratoria als door specialisten van de tabaksindustrie. In de loop van de jaren is de tabaksplant veredeld en zijn door de industrie verwerkings- en fabricagemethoden ontwikkeld om de rook een maximum aan rookgeenot en een minimum aan schadelijke uitwerking te geven.

Dit alles neemt niet weg dat nicotine een zeer snel verslavende drug is, waar de gebruiker maar heel moeilijk van af kan komen. Plotseling stoppen met roken geeft nogal wat ontwenningsverschijnselen, die zich bijvoorbeeld uiten in toenemend snoepgebruik, toeneming van het lichaamsgewicht en psychische stoornissen. Fervente rokers, die er plotseling mee stoppen, kunnen tot zeven à negen jaar na de laatste sigaret bij tijd en wijle nog vurig naar een nicotinedosis verlangen.

Zelf ben ik indertijd definitief overstapt van shag en sigaretten op de pijp. Mijn pijp is nu zo'n beetje mijn handelsmerk geworden, maar ik herinner me dat ik jaren na mijn laatste 'sjekkie' af en toe vurig kon verlangen naar de rook van een sigaret, die ik dan tot diep in mijn longtoppen wilde zuigen. Gelukkig is dat nu over.

Er is een belangrijk verschil tussen de nicotinedeeltjes in sigaretterook en die van pijp- of sigarerook.



In sigaretterook hebben de nicotine-deeltjes een bepaalde zuurgraad (pH), maar de deeltjes in pijptabaks- en sigarentabaksrook niet. Die deeltjes zijn gebonden aan alkaline. Het grote verschil is dat de zure (sigaretterook-) deeltjes een elektrische lading hebben en maar heel moeilijk membranen kunnen doordringen. Om de zure nicotine-deeltjes toch in het bloed opgenomen te krijgen, zijn grote membraanoppervlakken nodig om het zuur te neutraliseren. De longen hebben een enorme oppervlakte en sigaretterook wordt met opzet weinig irritant gehouden, zodat de rook gemakkelijk kan worden geïnhaleerd.

Pijpe- en sigarerook is veel irriteranter voor de longen. Echte pijp- en sigarenrokers inhaleren niet. Dat hoeft ook niet, omdat de nicotinedeeltjes voor de alkaline geen elektrische lading hebben en gemakkelijk via de slijmvliezen van tong, tandvlees en verhemelte in het bloed terechtkomen.

Deze nicotinedeeltjes zijn door de lucht gegaan en hebben hun zuurgraad verloren. De nicotine is dan een vrije base geworden. Omdat pijp- en sigarenrokers niet inhaleren, krijgen zij

ook veel minder teer in hun longen. Want in feite is teer de grote boosdoener voor het lichaam. Nicotine is veel minder slecht. Dat werkt alléén verslavend, maar juist daardoor wordt roken een dwingende behoefte. Daarmee komt te veel teer in aanraking met het gevoelige longweefsel.

Een deel van de teer kan met moderne vezelfilters worden afgevangen. Bovendien kunnen moderne fabricagemethoden het teergehalte reduceren. Gewone sigaretten bevatten in 1969 gemiddeld 1,3 mg nicotine en 20 mg aan teer. Tegenwoordig bevatten de meeste sigaretten 1 mg nicotine en 15 mg teer.

Zijn asfilters beter?

Voorbij de helft van een brandende sigaret raakt de hete wordende rook zózeer verzadigd aan nicotine, teer en andere schadelijke chemische stoffen, dat elk mondstukfilter nog maar weinig kan uitrusten. Op de helft zou een sigaret direct moeten worden gedooft, maar ja, dat vinden de meeste mensen 'zonde'.

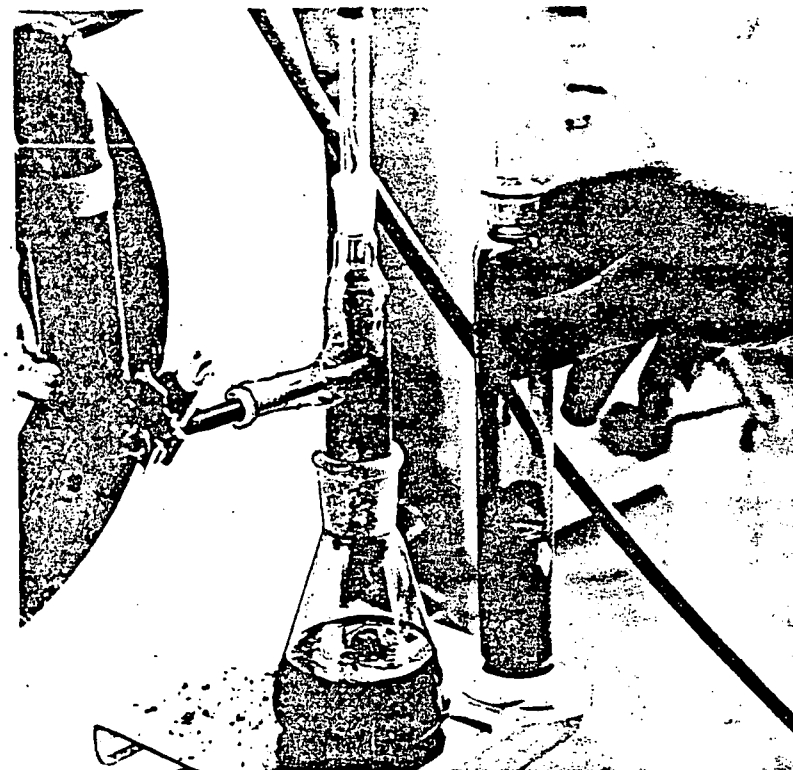
Is er dan niet een of ander superfilter mogelijk, dat het roken van sigaretten de 'voordelen' van het pijpen geeft? Daar is lang naar gezocht en niet eens zonder resultaat.

De brandende sigaret als voorwerp van wetenschappelijk onderzoek heeft de biochemici merkwaaardige uitkomsten opgeleverd.

Een brandende sigaret produceert rook aan twee uiteinden: voorbij het mondstuk en aan de vuurkegel. De wetenschappelijke aandacht heeft zich tot nu toe geconcentreerd op de rook, die uit de sigaret wordt gezogen. Die rook is weinig irritant, maar wel zuur, zodat die rook moet worden geïnhaleerd om de nicotinebehoefte te bevredigen. De rook die aan de vuurkegel ontsnapt, is voor het eerst in 1973 nauwkeurig onderzocht en geanalyseerd. Die rook is opvallend interessant. Zij bevat vrij veel teer (bruine vingertoppen zijn er het gevolg van), maar juist die rook is gebonden aan alkaline, precies als pijp- en sigarerook. Nauwkeurig onderzoek toonde aan, dat de as van de verbrande tabak de nicotine in de rook van zijn zuurgraad en dus ook van zijn elektrische lading onttrekt. Uit dit onderzoek is weer een nieuw filter geboren, waarin as werd verwerkt en inderdaad, de sigaretterook werd er voor negentiende deel door gezuiverd van zuur.

Proefrokers moesten zich de gewoonte aanmeten om niet meer te inhaleren, omdat via de mond de nicotinedeeltjes de hersenen toch konden bereiken. Het asfilter heeft om produktietechnische redenen geen hoge vlucht genomen. Evenmin als teer- en nicotinevrije 'tabak', die geen tabak is, maar wordt gemaakt van voornamelijk cellulose. *New Smoking Material* (NSM) werd het genoemd, maar rokers, oftewel nicotineverslaafden, kunnen er niet aan wennen. Na drie of vier NSM-sigaretten in kettingverband te hebben gerookt, verlangen ze nog even vurig naar een echte sigaret als daarvoor. Zij roken immers niet om de rook, maar om de nicotine.

Het wachten is eigenlijk op de sigaretfilter als volmaakte fopspeen. Een filter dus, dat sigaretterook omzet in gewone lucht. Dan zouden sigaretrokers zich onbekommerd te pletter kunnen roken (of luchten), zonder schadelijke stoffen binnen te krijgen. Maar ja, vind zo'n filter maar eens even uit.



Het resultaat van 2500 sigaretten, gerookt door een rookmachine: een flesje met een

hoeveelheid teer, waarmee je een halve vierkante meter straatoppervlak kunt asfalteren

BIJLAGE I4

STIJGWINDEN: BELANGRIJK VOOR ZWEEFVLIEGEN

Uit: "Eerst weten, dan zweven".

7. Stijgwindsoorten

De eerste werkelijke zweefvluchten werden uitgevoerd met behulp van de „hellingstijgwind” en ook in Nederland is voor het eerst gezwefd in het hellingstijgwindgebied boven de duinen aan de Noordzeekust. Het heeft verscheidene jaren geduurd voor men tot het inzicht gekomen was dat behalve boven hellingen ook elders in de atmosfeer stijgende luchtstromingen voorkomen, krachtig genoeg om een motorloos vliegtuig te dragen. De eerste succesvolle zweefvluchten in „thermische stijgwind” werden omstreeks 1930 gemaakt en hiermee werd voor de beoefenaars van de zweefvliegsport een geheel nieuwe wereld ontsloten. Tegenwoordig is de thermische stijgwind veel belangrijker dan de hellingstijgwind, hoewel er vooral in bergrijke en heuvelachtige landen — een enkele maal ook in Nederland — van de laatste nog een dankbaar gebruik wordt gemaakt.

Sinds zweefvliegers geleerd hebben zich ook te bewegen op hoogten waar kunstmatige toevoer van zuurstof noodzakelijk is, is de belangstelling voor een derde vorm van stijgwind, de „golfstijgwind”, sterk toegenomen. Deze kan onder bepaalde omstandigheden ontstaan op grote hoogte boven de van de wind afgekeerde zijde van bergketens, waarbij aanzienlijke stijgsnelheden kunnen voorkomen.

In de volgende paragrafen zullen wij de drie soorten van stijgwind afzonderlijk bespreken.

8. Hellingstijgwind

Hellingstijgwind ontstaat aan de windzijde („loefzijde”) van natuurlijke obstakels. De wind zoekt daar een uitweg naar boven, geraakt in stijgende beweging en er ontstaat het in fig. 12 afgebeelde stromingsbeeld. De grootste stijgsnelheid vindt men ongeveer boven de halve hellinghoogte, de grootste horizontale luchtsnelheid boven de hellingkam. De stroming aan de achterzijde („lijzijde”) van de helling vertoont ten opzichte van de stroming aan de voorzijde geen zuiver symmetrisch beeld. De luchtstroom kan hier bij zijn dalende beweging de steile hellingwand niet volgen en er ontstaat een sterk turbulent luchtgebied, waarin zich bij grotere windsterkten krachtige wervels kunnen vormen. (Vgl. de stroming om het overtrokken vleugelprofiel in fig. 29 van hoofdstuk III). Uiteraard dient dit gebied door de zweefvlieger vermeden te worden.

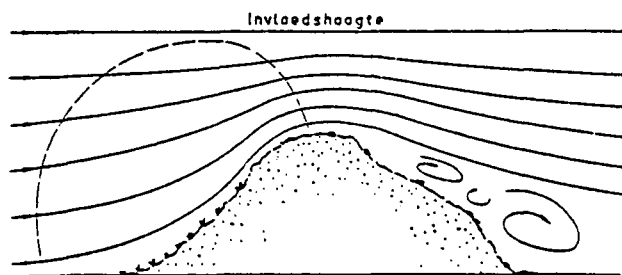


Fig. 12. Hellingstijgwind
(De gebroken lijn geeft het gunstigste zweefvlieggebied aan)

De hoogte tot waar zich de stijgende beweging uitstrekt, noemt men de invloedshoogte van het obstakel. Deze kan enige malen de hoogte van het obstakel zelf bedragen. De enige helling waar tot dusver in Nederland het hellingzweven met succes beoefend is, is de duinenrij aan de Noordzeekust. Aangezien de duinen betrekkelijk laag zijn, is voor voldoende stijgsnelheid en een redelijke invloedshoogte een vrij krachtige wind van zee vereist. Beneden windkracht 6 is er niet veel te bereiken, terwijl de wind ongeveer loodrecht op

de helling moet staan, dus bij voorkeur WNW tot NW moet zijn. Als aan deze voorwaarden voldaan is, zijn hier lange vluchten mogelijk. Op 10 en 11 juli 1937 werd boven de duinenstrook tussen Katwijk en Scheveningen door J. K. Hoekstra een Nederlands duurrecord van 24 uur en 3 minuten gevestigd, dat tot dusver ongeslagen is gebleven.

9.3. Structuur van de thermiek

Wat betreft de vorm die de opstijgende lucht aanneemt, constateert men een grote mate van variatie. Zweefvliegers spreken meestal van thermiekbellen, maar de stijgende lucht kan behalve de vorm van een bel ook de vorm aannemen van een „slurf” of een „omgekeerde waterval” — al deze vormen zijn waargenomen! Welke vorm in een gegeven geval tot stand komt, hangt af van de atmosferische omstandigheden en de plaatselijke terreingesteldheid.

Een thermiekbel is enigszins te vergelijken met een grote ballon zonder omhulsel, waarbinnen de lucht echter niet in rust is maar circuleert op een manier die in de stromingsleer bekend staat als „werveling”. Deze stromingsvorm is in fig. 17 afgebeeld. De circulatie is het gevolg van de wrijving die de opstijgende luchtmassa ondervindt van de lucht er omheen. Als gevolg van deze inwendige circulatie komen er in de kern van de bel grotere stijgsnelheden voor dan de snelheid waarmee de bel zelf stijgt. De stijgsnelheid is het grootst in het midden van de bel; naar de randen en ook naar boven en beneden toe neemt hij vrij snel af. Als men een bel aanvliegt, stijgt men ten opzichte van de bel aanvankelijk tot het niveau waar de „inwendige” stijgsnelheid gelijk is aan de „eigen” daalsnelheid van het zweefvliegtuig. Het cirkelende vliegtuig stijgt dan niet verder ten opzichte van de bel; het „drijft” als het ware op de stroming in de bel en stijgt verder met de stijgsnelheid van de bel als geheel. Aan de onderzijde van de bel is de horizontale stroming naar het centrum toe gericht, zodat de bel daar „helpt” bij het centreren. Bovenin de bel is de stroming naar buiten gericht, zodat men het stijgen daar gemakkelijk kan kwijtraken.

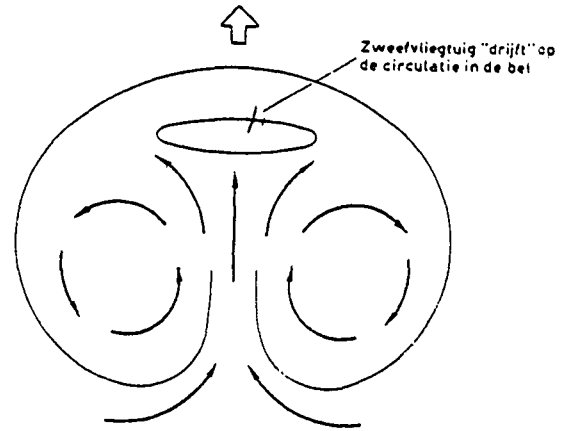


Fig. 17. Stroming in een „ideale” thermiekbel

Fig. 17 is uiteraard een sterk vereenvoudigde en geïdealiseerde voorstelling van de inwendige stroming in een thermiekbel. Zo is ook de horizontale doorsnede van een bel lang niet altijd rond. Door de wind wordt de bel (evenals de slurf) vaak in horizontale zin langwerpig uitgerekt, zodat het voor de cirkelende zweefvlieger kan lijken alsof er twee kernen zijn (fig. 18). Maar dit wil niet zeggen dat thermiekbellen met twee of meer echte kernen in werkelijkheid niet voorkomen!

Een ander effect van de wind is dat thermiekbellen en -surven zich ten opzichte van de grond met de wind meebewegen. Bij het zoeken naar thermiek moet daarmee rekening worden gehouden; men zal de thermiek meestal niet recht boven het terrein aantreffen waarin men een bron van opstijgende lucht meent te zien.

Als een thermiekbel zich inderdaad als een ballon zou gedragen, zou men verwachten dat hij bij een onstabiele toestandskromme steeds warmer zou worden dan zijn omgeving. Uit metingen is echter gebleken dat grotere temperatuurverschillen (1°C en meer) alleen op geringe hoogte voorkomen en dat boven 500 m de temperatuur in een bel meestal niet meer dan $0,2^{\circ}$ hoger is dan die van de omgeving. Dit komt

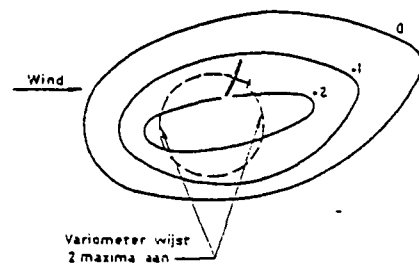


Fig. 18. Horizontale doorsnede van een thermiekbel

omdat een thermiekbel al stijgend omgevingslucht meesleept en inzuigt, die zich met de lucht in de bel mengt. Samen met de expansie tengevolge van de afnemende druk maakt dit verschijnsel dat de afmetingen van de bel gewoonlijk bij toenemende hoogte groter worden.

BIJLAGE 15

ZO WORD JE

ZWEEFVLIEGER



VRAAG HET ADRES

VAN DE DICHTSTBIJZIJNDE ZWEEFVLEGCLUB AAN:

KON. NED. VERENIGING VOOR LUCHTVAART
AFDELING ZWEEFVLIEGEN
p/a NATIONAAL ZWEEFVLEGCENTRUM „TERLET“
APELDOORNSEWEG 203
TERLET (ARNHEM) - TEL. 085 - 42 14 11

Eerste vlucht. Begin eens met het brengen van een oriënterend bezoek aan de zweefvliegclub van je keus. Ga er die zaterdag of zondag zo vroeg mogelijk heen, want een zweefvliegtag is lang: de weersverwachting wordt besproken, de zweefvliegtuigen en de verkeerstoren met seinlamp en windzak worden naar het veld gesleept, de lier wordt volgetankt en opgesteld en de 1000 meter lange lierkabels worden uitgereden. Er wordt hard gewerkt! Je wordt uitgenodigd in een tweezitter plaats te nemen. De instrukteur achter je laat je kennismaken met de instrumenten en de bedieningsorganen. Hij laat je tijdens de vlucht „meevoelen“ en . . . je zit te genieten.

Wie blijven ze boven? Een thermiekbjel is eigenlijk een hete-lucht-ballon zonder omhulsel. En de wolk is het zichtbare gedeelte van een thermiekbjel. Dank zij die opstijgende lucht (niet altijd aanwezig, want de zon schijnt niet overal!) zijn vluchten van vele uren mogelijk, terwijl afstanden van honderden kilometers overbrugbaar zijn. De grootste overland-afstand afgelegd per zweefvliegtuig is 1500 km.

Veiligheid. Elk zweefvliegtuig wordt jaarlijks, maandelijks en tevens voor het begin van elke vliegtag grondig nagekeken. En elke start begint met de „cockpitcheck“. Iedere sport heeft zijn spelregels. Ook de zweefvliegerij – terwille van de veiligheid. Bij het zweefvliegen zijn die regels streng. De zweefvliegtag is daarom een van de meest veilige sporten.

Zweefvliegbewijs. Dan komt de dag dat je leraar zegt: „En nou doe je het zelf maar. Ik ga niet meer mee.“ Je bent solo! Je moet rekenen op 40 tot 60 tweezitterstarts om solo te komen. De volgende stap is ervaring opdoen als solist – onder toezicht van je instrukteur – en voorbereidingen treffen voor het theoretisch en praktisch examen. Met als resultaat: je zweefvliegbewijs, te vergelijken met het rijbewijs.

Brevetten. Reeds na het solo-komen kun je je werpen op allerlei sportieve prestaties. Een half uur in de lucht (C-brevet), vijf uur achtereen in de lucht, 1000 meter hoogtewinst, enz.

En wat kost het? Als je 50 tot 70 vluchten per jaar wilt maken, kost het bij een club ca. f 600,- per jaar. Dit is inclusief het lidmaatschap van de afdeling zweefvliegen van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart.

Scholieren hebben onder bepaalde voorwaarden korting. Nadere inlichtingen zijn verkrijgbaar bij de clubsecretariaten of bij het Nat. Zweefvliegcentrum Terlet.

BEN JE 14 JAAR OF OUDER?

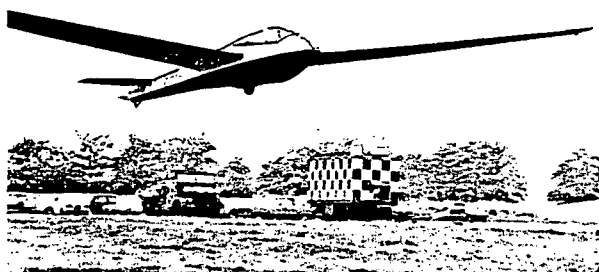
- en je hebt veel vrije tijd?
- en zin in lichaamsbeweging?
- en je wilt wel eens weten of je vlieggevoel hebt?
- en je bent handig?
- en team-geest is een bekend woord voor je?
- en je zou graag kennis willen maken met doorgewinterde zweefvliegers?
- en je wilt graag eens een proefvlucht maken?
- dan wordt het hoog tijd dat je de dichtstbijzijnde zweefvliegclub schrijft of belt. . .

Waar kun je vliegen? Je kunt vliegen bij een 40-tal clubs op 30 verschillende terreinen in Nederland of op het Nationaal Zweefvliegcentrum „Terlet“ aan de Apeldoornseweg, 7 km ten noorden van Arnhem. Er wordt les gegeven door gediplomeerde instrukteurs. Vliegseizoen. De meeste clubs vliegen van februari tot en met december. Gedurende de wintermaanden wordt ijverig gesleuteld in de hangaars.

Militairen. Voor militairen van de Koninklijke Marine en de Koninklijke Luchtmacht is het zweefvliegen als dienstsport erkend. Nadere inlichtingen zijn verkrijgbaar bij de afdeling Welzijnszorg.

„Thermiek“. Het lidmaatschap van de KNVvL houdt in dat je niet alleen collectief WA-verzekerd bent, maar ook dat je om de twee maanden het blad „Thermiek“ ontvangt. Dit is het officiële orgaan van de afdeling zweefvliegen van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Luchtvaart. Hierin vind je praktische raadgevingen, vliegerservaringen, theorie en praktijk, wedstrijdverslagen, records, nieuwe brevethouders, artikelen over nieuwe typen zweefvliegtuigen enz.

Dokumentatiepakket voor f 7,75. Indien je meer inlichtingen wilt hebben, kun je een uitgebreide dokumentatie bestellen door f 7,75 over te maken op giro 17 96 18 t.n.v. KNVvL, Den Haag. Vermeld duidelijk „dokumentatiepakket zweefvliegen“.



Uit: DJO nr. 5, mei 1980

DE BOEMERANG: TOVERHOUT UIT AUSTRALIË

Toen koningin Elisabeth van Engeland in 1952 Australië bezocht was zij getuige van een demonstratie, gegeven door Joe Timbery, een donkere man van inheemse afkomst. Het voorwerp waarmee hij de koningin en de andere toeschouwers in verrukking bracht, was een boemerang. Het apparaat dat hij gebruikte was ongeveer 75 cm lang en hij slingerde het zo weg dat het over 35 m afstand op borsthoogte wegsuisde, dan plotseling 30 m de lucht inschoot, vervolgens een wijde boog beschreef en snel dalend terugwervelde naar de werper. Inmiddels was Joe op de grond gaan liggen. Terwijl het draaiende werptuig op hem afkwam, verloor het opeens vaart en bleef langzaam wentelend boven hem zweven. Joe stak toen zijn benen omhoog en ving de boemerang met zijn blote voeten op!

Speeltuig of dodelijk wapen?

In het binnenland van Australië zijn militaire deskundigen proeven aan het doen met geleide projectielen. De enige toeschouwers zijn de circa 800 inboorlingen die daar over een gebied van 150 000 km² in kleine stammen rondzwerven. De donkere steentijdmensen leggen vrijwel geen belangstelling aan de dag voor het geheimzinnige gedoe van

de blanken. Evenmin hebben ze in de gaten dat zij eerder in het bezit waren van geleide wapens dan hun blanke broeders.

Jongetjes spelen met werphouten en vergroten hun vaardigheid. Met anderen beoefenen ze het werpen als spel, niet alleen om het werpen zelf te leren, maar ook om bukkend en opzij springend de grillige kromme baan van het speeltuig te ontwijken. Met zo'n speelgoedapparaat kunnen ze dan al wel een kakatoe doden die op een tak op 25 meter afstand zit! Hoewel bij de mannen vaak messen en geweren in plaats van werphouten in gebruik zijn gekomen, gebruiken nog vele het oude toverwapen. Overigens: het is een veel grotere kunst om met een werphout trefzeker te werpen dan scherpshutter te zijn met een geweer!

Een echte *boemerang* wordt overigens niet als wapen gebruikt: hij is immers gemaakt om terug te keren. Een boemerang wordt naar een vlucht kakatoes geworpen. Het ding draait en wentelt zo onberekenbaar dat de vogels in paniek raken en omlaag duiken. Ze raken dan verstrikt in netten die op de grond zijn uitgespannen. En als de mannen dan tegelijkertijd ook nog het gekrijs van roofvogels nadoen is het natuurlijk helemaal paniek.

Met zaag, vijl en schuurpapier...

Bij gebrek aan ruimte is Nederland

bepaald geen favoriet land voor de boemerangsport. Maar voor wie eens wat anders wil dan voetballen, wel, hier volgt het recept. Het zal niet meevallen ergens een boemerang te kopen. Zelf trof ik ze in de Verenigde Staten en ook via een Australische emigrant is er nog weleens aan te komen. Maar wat let ons zelf aan de slag te gaan? Boemerangs zijn vrij gemakkelijk te maken. En wat is er overigens spannender dan aan een eigen ontwerp te experimenteren en zo de geheimen van het toverhout te achterhalen?

We gaan hem zagen, onze boemerang, uit een stuk multiplex van ongeveer 50 bij 25 cm en een dikte van 8 mm.

In de grote tekening is van elke hier besproken boemerang één helft op ware grootte afgebeeld. De andere helft is natuurlijk het spiegelbeeld.

Neem een vel papier en teken de boemerang over.

Knip die uit en leg de vorm op het multiplex. Teken de vorm over en zaag die uit. Ga nu de zijanten bij B en D afronden tot kwartcirkels, telkens tot halverwege bij M. Bij A en C moeten we veel scherper afvlakken. Schaven, vijlen en schuren! Zodoende krijgen we een profiel zoals bij vliegtuigvleugels wordt toegepast.

Uit twee helften

We hebben nog een andere werkwijze uitgeprobeerd waarbij we van

tekst: ir. Henk Mulder

BIJLAGE 16

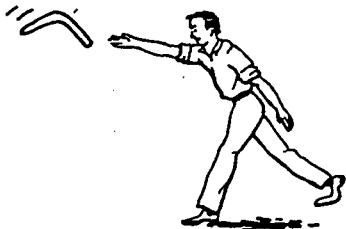
massief hout gebruik maken. Dat is natuurlijk veel echter. Het mooiste zou zijn om in het bos naar een gekromde beuken- of essentak te zoeken en de boemerang uit het volle hout te snijden. Maar dat is alleen voor de erg vaardigen onder ons. Wie dat kan, heeft het niveau bereikt van de Australische inboorling, maar dat is maar voor enkelen van ons weggelegd! Het model uit een plank zagen is een beetje link. Er komen bij het werpen nogal flinke krachten op het hout, waardoor het gemakkelijk kan gaan scheuren. Door het uit twee helften te lijmen kunnen we gunstig gebruik maken van de houtnerf en zo een sterk geheel krijgen.

De benodigde planken hebben maten 35 bij 12 cm. Zaag eerst de ruwe vormen (twee stuks), zaag ze in de bocht op halve dikte en lijm de stukken stevig op elkaar. Daarna begint het afronden en bijschuinen. De tekening spreekt verder voor zichzelf. Het zeer lichte betse-hout is voor dit doel ook zeer geschikt!

Verzoeknummer

Graag eens een doe-artikel over boemerangs'. Aldus Fred Veenkamp, Wijnbergstraat 29, 9301 GM Roden. Hierbij wordt aan zijn verzoek voldaan!

KROMME KANT NAAR
JE GEZICHT.

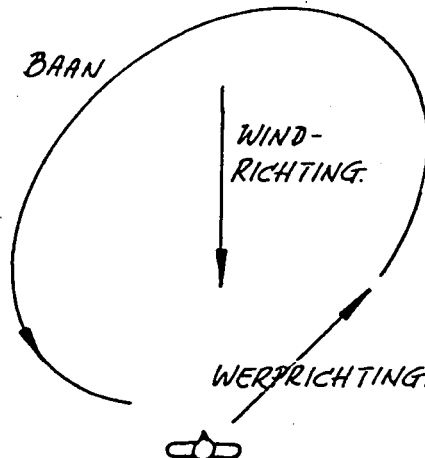


RECHT VOORUIT GOOIEN
OP SCHOUDERHOOOGTE.

Werpen!

Wie zijn of haar werkstuk met alle zorg klaar heeft, staat natuurlijk te popelen om ermee naar buiten te trekken. Het eerste karwei wordt om een geschikte plek te vinden. Je moet er toch wel een honderd meter in het rond de ruimte voor hebben. Het schoolplein of de Dam in Amsterdam zijn zeker ongeschikt. Beter is de heide bij Tilburg, een groot voetbalveld of de Dru-nense duinen. Ruimte en geen obstakels, daar gaat het om. De boemerang maakt hoge snelheid en als deze dan tegen een hek of de straatstenen vliegt, is het kunstwerk gegarandeerd kapot. Houd verder nieuwsgierigen op veilige afstand en vergeet niet... de gevaarlijkste plek is links van de werper, want een goede boemerang heeft de vreemde neiging bij zijn baas terug te keren!

We nemen nu maar aan dat we een plek zonder publiek gevonden hebben. Een show met publiek kan altijd later nog als we zelf een beetje weten waar we aan toe zijn. Pak nu de boemerang met de rechterhand vast, waarbij de hoek naar achteren wijst. De bolle kant van de boemerang wijst daarbij naar ons hoofd.



Nu werpen we de rechtop gehouden boemerang krachtig van ons af. Als er wind staat moeten we schuin onder 45° met de windrichting werpen. Bij te sterke wind heeft het overigens geen zin. Een zwakke wind kan juist fantastische neveneffecten geven. De boemerang moet krachtig weggegooid worden in voorwaartse richting, waarbij we op het laatste moment een flinke ruk terug moeten geven, waardoor het hout in snelle rotatie raakt.

De boemerang zal dan zijn draai-vlak veranderen en horizontaal gaan cirkelen en daarbij vrijwel geen hoogte verliezen door het propellereffect. Tegelijk, door de onbalans in de beweging, gaat het apparaat in een wijde boog terugkeren. We kunnen de boemerang vangen tussen onze boven elkaar gehouden vlakke handen.

Het blijft oppassen

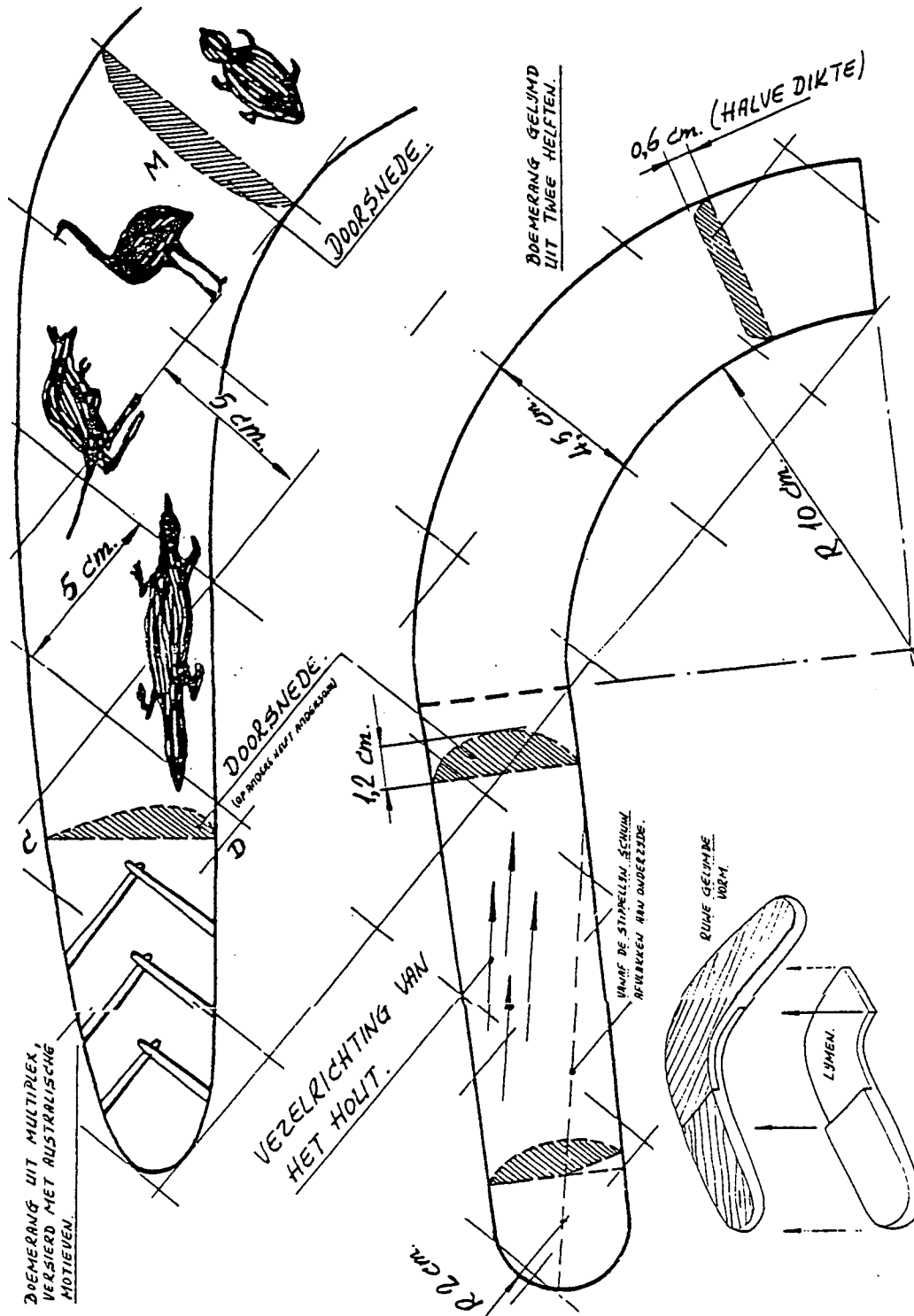
De boemerang lijkt een stuk speelgoed, maar uiteindelijk is het een jachtwerptuig. Neem vooreerst de ruimte. Zelfs op een prikkeldraadlijn kan het hout aan flarden scheuren. Overigens heb ik een boemerang op zo'n draad wel eens zien stuiten alsof het een bal was. Waarschuw altijd anderen in de buurt als er geworpen gaat worden. Werp elkaar de boemerang niet toe. De horens van het hout hebben grote stootkracht. Houd de boemerang steeds goed in de gaten en ontwijk hem zonodig. We kunnen de boemerang wat versieren. Maar vooral geen snijwerk aanbrengen. Hoe gladder het oppervlak, hoe beter. Als we moe worden, komt de neiging boven om in het wilde weg te gaan gooien. Doe dat niet. Elke sport vraagt discipline, het boemerangwerpen ook.

Inlichtingen:

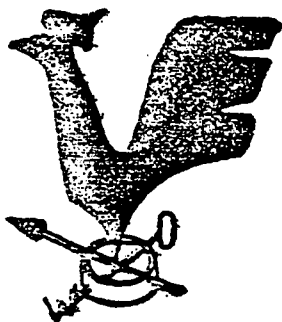
Informatie over boemerangs wordt graag verstrekt door Nederlands' boemerang-specialist bij uitstek: Max Hoeben, Rembrandtweg 197, 1181 GH, Amstelveen, Telefoon: 020-450983

Een boemerang is een boemerang. Het woord boemerang wordt vaak ten onrechte gebruikt voor alle soorten houten werp- en wapentuig uit Australië. Ten onrechte. De term heeft alleen be-

trekking op werphouten die terug kunnen keren. Het woord „boemerang“ is een verbastering van „boomerin“ van de Turawal-stam bij de Georgeriver in de omgeving van Sydney.



BIJLAGE I7



WERKGROEP WEERAMATEURS

Sekretariaat: Brucknerstraat 16, Amersfoort

Telefoon: 033-21908.

WAT IS EN DOET DE WERKGROEP WEERAMATEURS?

De Werkgroep weeramateurs is er voor iedereen, ongeacht zijn/haar leeftijd of geslacht, die de weerkunde als hobby heeft.

De volgende weerkundige activiteiten worden door de Werkgroep gestimuleerd en gebundeld:

- a) Maandelijkse overzichten van de bij de Werkgroep aangesloten weerstations.
- b) Waarnemingen op het gebied van bijzondere weersverschijnselen, optische verschijnselen, onweders en sneeuw.
- c) Bijeenkomsten
- d) Projekten in samenwerking met het K.N.M.I.

Enkele opmerkingen/aanvullingen bij bovengenoemde punten:

ad a/b: Een vast aantal redakteuren bewerken de naar hen opgestuurde rapporten; deze worden maandelijks gepubliceerd in het mededelingenblad van de Werkgroep: "Weerspiegel".

ad c: Er worden regelmatig bijeenkomsten gehouden, waarop gelegenheid bestaat met andere leden van gedachten te wisselen, zelf lezingen te verzorgen, dia's te vertonen, etc. Ook zijn er kontakten met buitenlandse weeramateurs (België, Engeland etc.).

ad d: In samenwerking met het K.N.M.I. is met één projekt gestart, waaraan vele leden van de Werkgroep hun medewerking verlenen. Het ligt in de bedoeling in de naaste toekomst samen met het K.N.M.I. met nog meer projekten van start te gaan.

APPARATUURGIDS

LEVEN IN LUCHT

INHOUD

Inleiding	104
Vorbereiding	107
Benodigdheden per proef of onderzoek	108
Apparatuur bij de leesteksten	116
Materiaaloverzicht	118
Rommelpakket	125
Waar verkrijgbaar	131

INLEIDING

INFORMATIE OVER DE VORM EN DE INHOUD VAN DE APPARATUURGIDS

1. INLEIDING

Deze apparatuurgids bevat informatie over de praktikum-materialen die bij het PLON-thema behoren.

De basisproeven

Omdat een school, die voor het eerst met Leven in Lucht 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 leerstof in de voorgestelde basis leerstoflijst op blz. 17 van de AVOL. Daardoor is het mogelijk "leven en Lucht" 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 alleen de basisproeven kiest, er alvast rekening mee te houden dat u het volgende jaar enkele niet- basisproeven kunt meenemen.

Algemeen

U kunt meer materiaal nodig blijken te hebben dan in deze apparatuurgids staat aangegeven. Want uw leerlingen kunnen werkvragen of opdrachten 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 "goed uitvoerbare" werkvragen bij de opdrachten stimuleren.

Basisproeven staan alleen als zodanig aangegeven in het proeven- en opdrachtenblok. De leraar is natuurlijk vrij om naar eigen inzicht hierin veranderingen aan te geven.

2. VOORBEREIDING

Ter voorbereiding staan de proeven die extra aandacht vragen.

3. 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, bladzijde- of proefnummer.
- 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 de 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 bouwen en samenstellen staan tussen de teksten in.

4. APPARATUUR BIJ DE LEESTEKSTEN

Ook is er een aparte lijst van apparatuur die in de leestekst voor-komt, o.a. voor de leraar die ter afwisseling demonstratie-lessen wil geven.

5. 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 evt.
- 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.

INLEIDING

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:

- er ruimte is voor verschillende werkvormen. Daarbij zijn de aantallen sterk afhankelijk van de gekozen werkvorm.
- leerlingen kunnen in groepjes de verkenningsproeven doen, leesteksten doornemen en de opdrachten uit het boek maken.
- de leraar kan ter afwisseling de leerstof klassikaal uitleggen en hierbij demonstreren.
- in het projectenblok voeren leerlingen zelf gekozen onderzoekjes uit voortbouwend op ervaringen met werk en opzoekvragen stellen. Bij een te kort aan ideeën kan de leraar helpen met bladen uit het rommelpakket.

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 voor eventuele begrotingen 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.

Bijzonderheden, onder andere bouwbeschrijvingen en tekeningen staan tussen de teksten.

6. HET ROMMELPAKKET

In deze lijst zijn meegenomen de benodigdheden voor het rommelpakket dat in het projectblok goed te gebruiken is.

7. 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.

verwijs
nummer

Enkele tips bij het voorbereiden.

Neem vooraf voldoende tijd voor het voorbereiden van dit thema.

Bekijk de proefjes en probeer deze zoveel mogelijk eerst zelf uit, zodat door eigen ervaring vastgesteld kan worden welke eventuele problemen leerlingen tegenaan zullen lopen. Bekijk apart het opbergen van het materiaal van dit thema. Geef aan waar en hoe het materiaal terug gelegd moet worden. Geef minstens 5 minuten voor het einde van de practicumles een "tijdsein opruimen". Geef leerlingen aan waarin/waarvoor zij zelf verantwoordelijk zijn. Geef enkele leerlingen bij toerbeurt wisselend, taken voor de organisatie en toezicht bij opruimen.

Extra aandacht en voorbereiding vragen de (met ! aangegeven in de overzichtslijst) volgende proeven

- | | |
|-----------------------------------|--|
| b(9) Leerlingenproef 1.9 | - fietspomp waarvan de werking omgekeerd gemaakt is (zuigpomp) |
| (18) Leerlingenproef 2.7 | - versterkte dikwandige PVC slang (bijv. nylon)
- door koken ontgast water |
| b(22) Leerlingenproef 3.3 | - gasfles met ventiel, manometer, kraan en veiligheidsventiel.
Kijk of de papiniaanse pot ook voor deze proef geschikt is
- spirometer, evt. ZM zelf maken |
| (23) Leerlingenproef 3.4 | - propeschietter, gemaakt van een goedkope fietspomp
- aanschaffen van een manometer (econosto) 0-6 atm. |
| b(24) Leerlingenproef 4.1 | - maken van een longmodel van een plastic aquarium e.d. of als zelfbouwset klaarmaken |
| b(25) Leerlingenproef 4.2 | - kalkwater maken (schiekundelokaal) |
| (26) Leerlingenproef 4.3 | - gasmeter, evt. bij het gasbedrijf verkrijgbaar |
| b(28) Leerlingenproef 5.1 | - luchtkussenvoertuigje maken |
| b(35) Leerlingenproef 6.1 | - maken van een kartonnen koker met membraan en glaasje |
| (38) Leerlingenproef 6.4 | - 2 planken met handvaten maken |
| b(43) Leerlingen(klasse)proef 7.5 | - hete luchtballon bestellen |

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

LUCHT IS NIET NIKS

Basisopdracht (voor alle leerlingen)
frontaal of in rondloop-praktikum

De bedoeling is vooral het opdoen van
ervaringen in de zin van "met lucht
kun je allerlei doen"

benodigdheden
proef 1 t/m 9 o.a.

- plastic zakken
- glazen of potjes, grote en kleine
- plastic afwasbak of aquarium
- fles
- trechter
- kurk
- slang, van rubber of plastic
- plaatje karton
- plasticine
- touw
- fles met een klepje in de dop
- fietspomp met een "omgekeerd" leertje

b(1) Leerlingenproef 1.1 blz. 13

Met de hand lucht voelen en afvragen
hoe dat komt.

b(2) Leerlingenproef 1.2

Voelen en afvragen

- plastic zak

b(3) Leerlingenproef 1.3

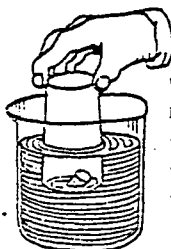
Beschrijven van ervaringen verklaren o.a.
dat op een afgesloten hoeveelheid lucht
een kracht uitgeoefend kan worden.

werken met een dichtgebonden plastic zak

- plastic zak
- touw of koord

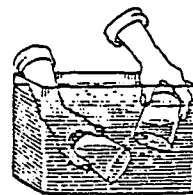
b(4) Leerlingenproef 1.4

Zien en ervaren dat een afgesloten
hoeveelheid lucht ruimte inneemt.
Kurk dient om het scheidingsvlak
tussen lucht en water aan te geven.



werken met een omgekeerd glas in een bak
met water

- bekerglas of potje
- kurk
- bak met water



b(5) Leerlingenproef 1.5

Lucht kan verplaatst worden

- 2 glazen
- aquariumbak of grote plastic bak

b(6) Leerlingenproef 1.6

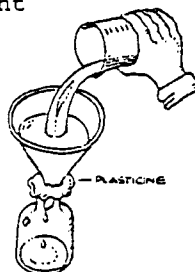
Met lucht kan een opwaartse kracht
uitgeoefend worden

- beker (glas)
- aquariumbak
- slang (plastic)



b(7) Leerlingenproef 1.7

Lucht oefent een grote druk uit

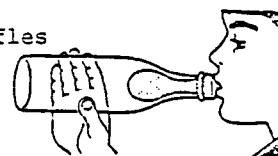


- fles, bijv. melkfles (let op gave rand)
- trechter
- plasticine

b(8) Leerlingenproef 1.8

Lucht neemt ruimte in

- fles, bijv. melkfles
- ballon



BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

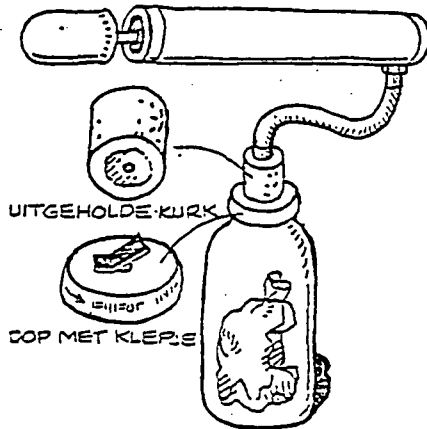
verwijs

nummer

b(9)

Leerlingenproef 1.9

Lucht is weg te zuigen



benodigdheden

- pot of fles met een goed afsluitbaar deksel of schroefdop waar op het deksel een klepje is aangebracht
- ! - fietspomp, waarvan de werking is omgekeerd (zuigpomp)
- o De werking is omgekeerd gemaakt, door het leertje om te draaien en de bevestiging wat te veranderen. De beste resultaten hadden wij met een wat grotere metalen fietspomp.
- o In de schroefdop moet een gaatje worden geboord, dat afsluitbaar wordt gemaakt door middel van een soepel rubberen klepje (binnenband).
- rubberen stop
- kurkboor
- schaar
- o Voor deze proef toch wel beter dan een kurk, stop van onderen wat uitgehold, zodat het klepje daarin kan bewegen.
- plastic zakje
- o Klein en goed afsluitbaar, eventueel een dichtgebonden rubberen handschoen

b(10) Demonstratieproef 1.10

Let op!

Bij het werken met een glazen klok is het niet uitgesloten dat deze stuk kan gaan. Werk dus met een beschermmantel om de klok.

- vakuumpomp met toebehoren
- o Proefjes met een vakuumpomp en met wat er zoal op de school op dit gebied aanwezig is. Bijv. de springende blaas e.d.
- beschermmantel evt.
- handschoen (rubber of plastic)

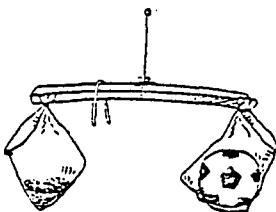
b(11) Leerlingenproef 1.11

evt. als extra demonstratieproef

Met glazen bol als aanzet tot klasgesprek over het gewicht van de lucht in het lokaal

- lange lat of iets dergelijks
- twee flinke plastic zakken
- voetbal of andere opblaasbare bal
- zand
- stukje ijzerdraad als "ruiter"
- ballenpomp
- koord
- evt. glazen bol

Voorkom wegschuiven van de plastic zakken



BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

ZES OPDRACHTEN

benodigdheden

In het algemeen is het de bedoeling dat de leerlingen op zijn minst opdracht 1 plus een van de andere opdrachten doen en de andere 4 goed hebben gezien (meer doen mag ook).

Opdracht 1

2 DE DRUK VAN DE ATMOSFEER

Belangrijk voor iedere leerling als
ingang naar het begrip druk.

b(12) Leerlingenproef 2.1



- plastic fles met een gaatje in de bodem
- fles of reageerbuis, asperinebuis
- stukje stevig papier (of briefkaart)
- grote afwasbak

Doe dit proefje boven de gootsteen of een grote bak.

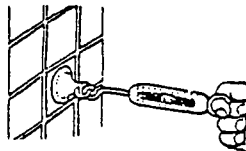
b(13) Leerlingenproef 2.2



- krant
- platte lat 5x20x400 mm
- hamer, bijv. 250 g of zwaarder
- o de proef gaat goed mits er enkele velle van de krant zo plat mogelijk op het grootste gedeelte van een dunne lat wordt gelegd.

b(14) Leerlingenproef 2.3

Let op!
Voorkom brandwonden i.v.m. hete stoom
evt. als demonstratieproef



b(15) Leerlingenproef 2.4

Let op!
Een geschikte tafel muur of vloer i.v.m.
beschadiging geen korte ruk geven.

- zuignap met haak (evt. ontstopper)
- sterke veerunster, 12 of 25 kg
- o zuignap eerst even vochtig maken
- o werk op een glad oppervlak

b(16) Leerlingenproef 2.5
evt. als demonstratieproef

Let op!
Voorkom dat leerlingen vallen.

- Maagdeburger Halve Bollen
- vakuumpomp met toebehoren
alternatief:
- twee gootsteenontstoppers

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

b(17) Leerlingenproef 2.6

(18) Leerlingenproef 2.7

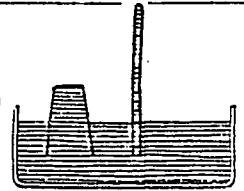
EEN WATERBAROMETER
evt. als demonstratieproef

Let op!
Alleen door koken ontgast water
gebruiken.



benodigdheden

- fles (melkfles of glas)
- bak



- dikwandige pvc slang (versterkt)
ca 12 meter lang
- grote emmer, ca 15 L
- ca 5 à 10 liter goed doorggekookt water,
(ontgast)
- kleurstof, bijv. ecoline of inkt
- rubber stopje
- touw
- evt. statiefmateriaal

Gebruik doorzichtige slang met nylon
verstevigd (hoge druk slang).

(19) Leerlingenproef 2.8

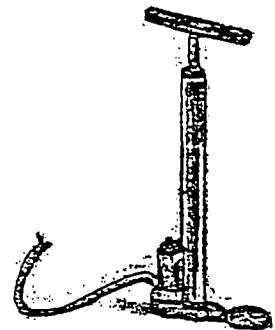
DRUK EN HOOGTE

3 POMPEN VOOR DRUK

b(20) Leerlingenproef 3.1

- o veerkracht van lucht
- o de onderdelen voor een fietspomp
- o de pomp laten zuigen

- metaalbarometer



- fietspomp

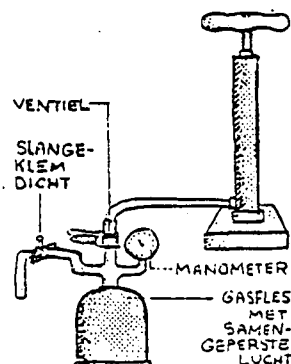
b(21) Leerlingenproef 3.2

BEKIJKEN VAN EEN VENTIEL

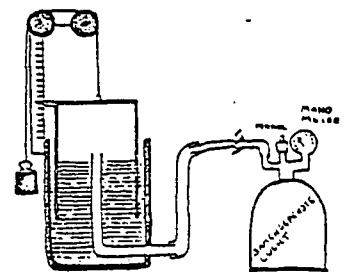
- fietsband met ventiel
- fietspomp

b(22) Leerlingenproef 3.3

HOE MEER LUCHT....



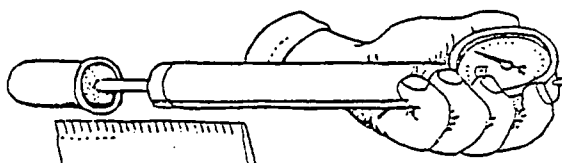
- fietspomp
- gasfles met ventiel, manometer en kraan
- slang
- slangklemmen
- spirometer zie bijzonderhedenlijst
i.p.v. gasfles geschikte papiaanse pot



De spirometer

(23) Leerlingenproef 3.4

DE DRUK IN EEN FIETSPOMP



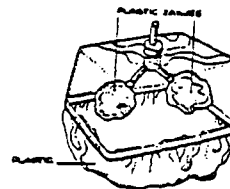
- fietspomp (evt. geschikt gemaakt of
met manometer
- manometer (0-6 atm) met kraan
- lineaal
- doorboorde stop

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer 4 LUCHT IN ONZE LONGEN

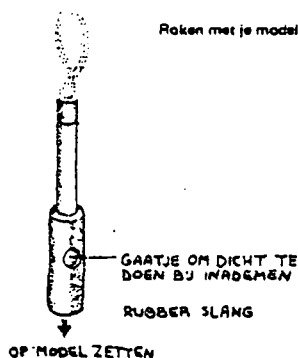
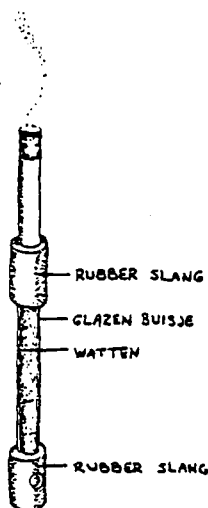
Leven in lucht wordt door middel van het doen van proefjes met het longmodel benadrukt. Een goede voorbereiding op studies over luchtvervuiling.

benodigdheden



b(24) Leerlingenproef 4.1

LONGMODEL

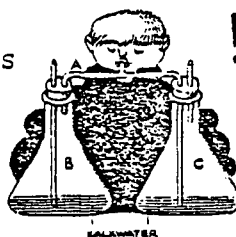


- plastic aquarium, bijv. 25x15x20 cm als longmodel
- luchtpijp van "n Y gevormde glazen of plastic buisje
- doorboorde rubberen stop
- vel soepel plastic
- in het midden van de bodem een rond geboord gat ($\varnothing$ 2 cm), wees voorzichtig met boren
- plakband (bijv. cellotape)
- 2 kleine plastic zakjes
- watten of dralon vulling
- glazen buisje
- rubber slang
- sigaret
- rubber stop (doorboord)
- lijm

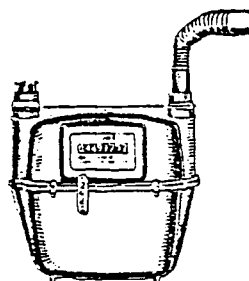
Dralon vulling voor aquariumfilters is beter dan watten i.v.m. veerkracht.

b(25) Leerlingenproef 4.2

HET UITGEADEMDE KOOLZUURGAS



- twee flesjes of erlenmeyers met brede hals
- twee doorboorde rubberen stoppen of kurken
- T-verbindingstuk van glas of plastic
- U-vormige buis evt.
- glazen buisjes, korte en lange
- rubberen of plastic slang
- kalkwater (scheikunde)



(26) Leerlingenproef 4.3

LONGVOLUME

- gasmeter
- slang



(27) Leerlingenproef 4.4

LONGDRUK

Kan als hulp dienen bij het ontwikkelen van het begrip druk

- glasbuis, recht en één gebogen
- tweemaal doorboorde rubberen stop of kurk
- fles, bijv. melkfles
- plastic slang, doorzichtig, lengte ca 2,5 meter

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer 5

ZWEVEN OP EEN LUCHTSTROOM

benodigdheden

Aantal kleine proefjes. Gekozen als basisstof vanwege de hoeveelheid van technische toepassingen. Om de wet van Bernoulli beter toe te lichten:
1. waar de doorsnede nauwer is, daar is de druk lager
2. drukverlaging

b(28) Leerlingenproef 5.1
EEN LUCHTKUSSENVOERTUIG

- ! - plaatje perspex waarop een buisje gelijmd is
- stukje slang dat past om het buisje
- ballon (grote)

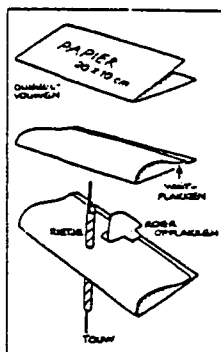
b(29) Leerlingenproef 5.2

- reep slap papier

b(30) Leerlingenproef 5.3

- twee bollen (van perspex, pingpongballen, evt. sinaasappels)
- touwtje
- statiefmateriaal evt.

b(31) Leerlingenproef 5.4



- vleugelmodel (papier)
- glad koord of garen
- luchtstroom van bijv. stofzuiger, ventilator of haardroger
- rietje
- lijm
- schaar
- statiefmateriaal

(32) Leerlingenproef 5.5

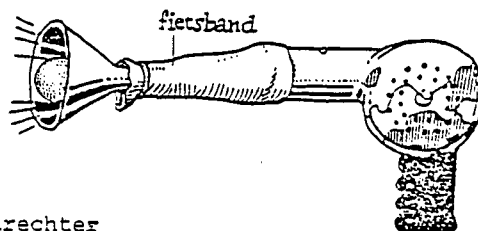


- dun stokje waarop dunne draadjes zijn geplakt
- vleugelvorm
- luchtstroom

(33) Leerlingenproef 5.6

- vliegende schotel met trekmechanisme

(34) Leerlingenproef 5.7



- trechter
- balletjes van piepschuim of pingpongbal
- stofzuiger of föhn

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijs
nummer

benodigdheden

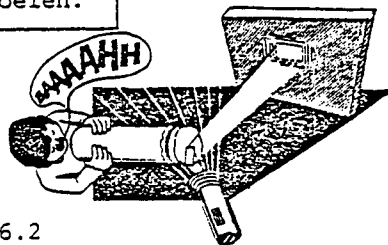
6 LUCHT EN GELUID

Belangrijk is dat geluid als trillende
lucht wordt ervaren

b(35) Leerlingenproef 6.1

GELUIDSTRILLINGEN ZICHTBAAR MAKEN

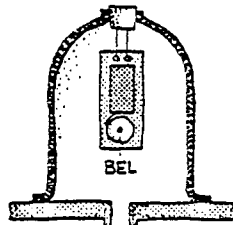
Ook trillingen voelen.



- kartonnen koker 20 à 30 cm lang,
doorsnede minstens 10 cm met
- membraan van een ballon waarop
- dun spiegeltje of stukje glas
(objectglaasje) is geplakt
- elastiekjes
- lijm
- zaklantaarn of lichtkastje
- statiefmateriaal

b(36) Leerlingenproef 6.2

STETHOSCOOP



- trechter of bovenste stuk van een
plastic fles of plastic slang
- 2e trechter
- evt. harde slang of tuinslang
- evt. een stethoscoop

b(37) Demonstratieproef 6.3

GELUID ZONDER LUCHT

Geluid heeft lucht nodig om zich te
kunnen voortplanten

Let op!
Werk met een beschermmantel om de klok.

- vakuumpomp met toebehoren, o.a. een
glazen klok, elektrische bel e.d.
- beschermmantel
- evt. beschermplaat (perspex) of
veiligheidsglas

(38) Leerlingenproef 6.4

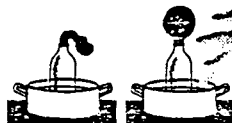
DE SNELHEID VAN HET GELUID

- rustige ruimte, bijv. 500 m lang
(buiten)
- slinger hangend aan een boom, bijv.
1,5 m lang met zwaar gewicht
- stopwatch
- klapgeluid bijv. door met een stof op
een deksel te slaan

7 KOUDE LUCHT - WARME LUCHT

b(39) Leerlingenproef 7.1

LUCHT VERWARMEN



- fles
- ballon
- bak met warm water

b(40) Leerlingenproef 7.2

LUCHT AFKOELEN



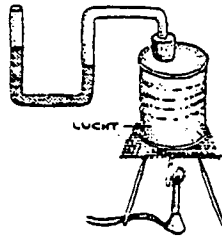
- fles
- vlies (bijv. een kapotte ballon)
- elastiekjes
- speld

BENODIGDHEDEN PER PROEF EN ONDERZOEK

verwijsnummer

b(41) Leerlingenproef 7.3

TEMPERATUUR EN DRUK

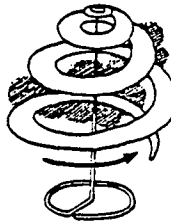


benodigdheden

- blik of fles
- slang
- doorboorde stop met buisje
- glasbuis in U-vorm met water er in (vloeistofbarometer) of gemaakt van plastic slang dat op een plankje in U-vorm gemonteerd is.

b(42) Leerlingenproef 7.4

WARME-LUCHT-STROOM



- molentje van papier of aluminiumfolie op ijzeren (draad) standaard
- evt. kaars



**DENK OM
BRANDGEVAAR**

(43) Leerlingen (klasse) proef 7.4

HETE LUCHTBALLON

Het zelf maken van een ballon is een tijdrovend karwei. Gelukkig zijn er tegenwoordig kant en klare hete luchtballonnen te koop, evt. aan te vullen met demonstratie van lucht-circulatie in de klas.

Het oplaten van een hete luchtballon buiten is moeilijk, kan alleen goed bij windstil weer. Met de kleinere kunststofballon kan het ook eventueel binnen: gang, trappenhuis, echter niet met brandende wattenprop. Een erg geschikt brandertje is een camping-gasbrander als warmtebron of bakje (metaal) met keukenzout waarover wat spiritus is gegoten.

Plaats de ballon eventueel op een statief, gemaakt van drie bamboe stokken.

- tissuepapier evt.

Als het maar licht papier is, ook geschikt: stevig vloeipapier dat in de wijnhandel voor het verpakken van flessen wordt gebruikt.

- evt. plastic zak, zoals deze in de wasserij wordt gebruikt
- dun, stevig metaaldraad (staal)
- watten
- spiritus
- evt. gasbrander
- klosje garen

Een methode voor buiten is ook de ballon boven een rechtop rond gevouwen servet te houden dat doordrenkt is met spiritus en op een schotel staat.

- ballon (hete lucht)

! kant en klare hete luchtballon is tegenwoordig verkrijgbaar.

APPARATUUR BIJ DE LEESTEKSTEN

verwijs
nummer

eventuele benodigheden

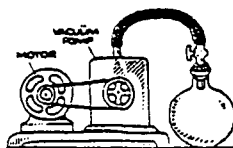
- (44) In de leesteksten komt ook nog wat apparatuur voor die niet of nauwelijks in de leerlingenproefjes voorkomen, waarbij het toch wel zinnig is om deze middelen beschikbaar te hebben vooral voor die leerlingen die hierom vragen.

Ook kan er met deze apparatuur, ter afwisseling door de leraar, worden gedemonstreerd.

Bijvoorbeeld: Voor het afronden van een bepaald onderwerp of ter voorbereiding van een proefwerk.

Leesteksten

- 1 Lucht en lege ruimte

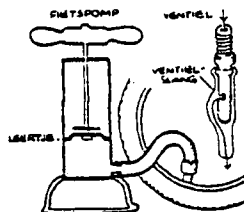


- wandplaat over de opbouw van onze atmosfeer
- vacuumpomp met toebehoren
- glazen bol 1 liter inhoud

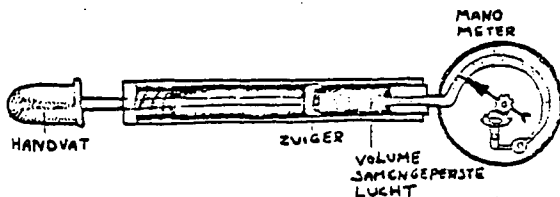
- 2 De druk van lucht

- maagdeburger halve bollen
- injectiespuiten
- metaalbarometer
- barometers, verschillende typen
- evt. ook die voorkomen in weerhuisjes

- 3 Oppompen en leegpompen

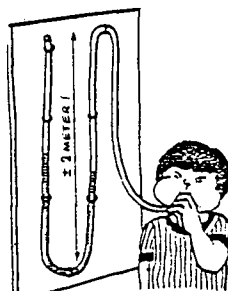


- fietspomp
- fietsband met ventiel



- manometers, verschillende typen
- pneumatische ontspanner (fototoestel)
- evt. compressor
- waterpomp (zuigerpomp)

- 4 Lucht en leven



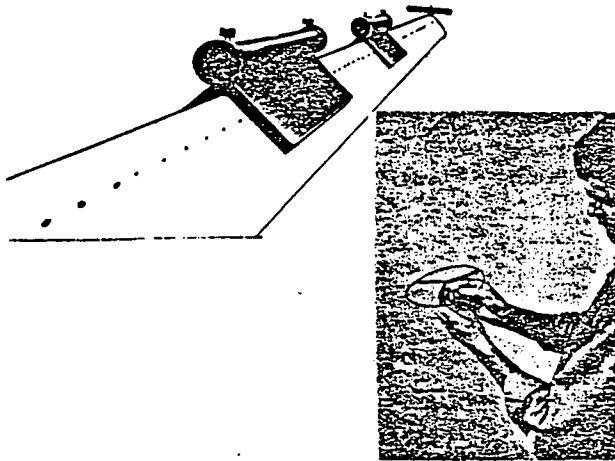
- watermanometer

Longdruk meten met een watermanometer

APPARATUUR BIJ DE LEESTEKSTEN

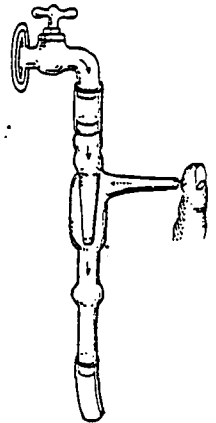
verwijs
nummer

(44) 5 Luchtstromenlaten werken

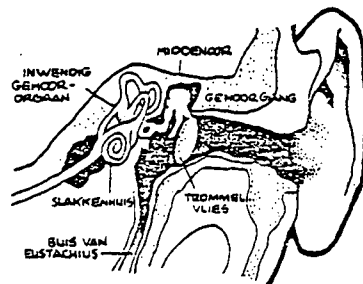


eventuele benodigheden

- raket (werkend met lucht en water)
- vliegende schotel
- luchtkussenbaan
- windmolenmodel
- zeilbootje
- ventilator
- waterstraalluchtpomp evt.
- verstuurder evt.



6 Lucht en geluid

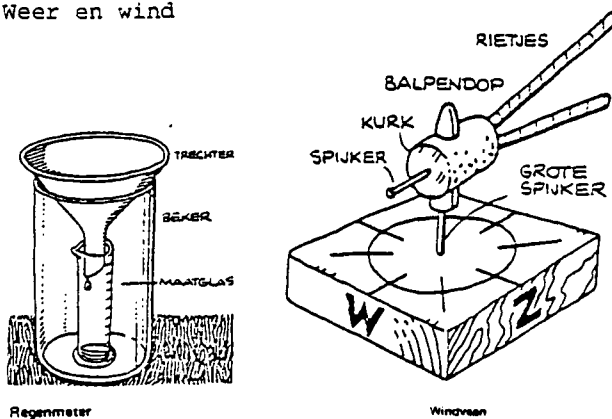


- oormodel of plaat
- toonpijpen, orgelpijp of fluit

7 Warme lucht

- (hete) luchtballon
- vlieger
- zweefvliegtuig

8 Weer en wind



- weerstation
- barometer
- thermometer
- hygrometer
- windwijzer
- windsnelheidsmeter
- regenmeter
- zonneshijnmeter
- haarhygrometer
- weerhuisje evt.

MATERIAALOVERZICHT

MATERIAALLIJST

specifieke apparatuur	aantal basis	extra	verij's nummer	kosten basis	extra	aantekeningen diversen alternatieven
fietspomp waarvan de werking omgekeerd (zuigen) is gemaakt	1	-	9	10,-	-	metalen fietspomp heeft voorkeur
vacuumpomp met toebehoren o.a. tafel	1	-	10,16,37 44	1000,-	-	
springende blaas	1	-	10	40,-	-	
glazen klok	-	1	10	-	50,-	
glazen klok met rubberen stop en hangkontakten	1	-	37	65,-	-	
beschermmantel	1	-	10,37	45,-	-	of beschermplaat (veiligheidsglas of perspex)
glazen bol	-	1	11,44	-	55,-	
voetbal bijv.	-	1	11	-	15,-	
ballenpomp	-	1	11	-	10,-	
zuignap met haak	2	-	15	7,-	-	evt. gootsteenontstopper
maagdeburger halve bollen	1	-	16,44	80,-	-	evt. twee geschikte gootsteen ontstoppers
fietspomp	1	-	20,21,22,10, 44	-	-	evt. ook pomp met manometer
fietsband met ventiel	1	-	21,44			leerlingen zelf
gasfles met ventiel, manometer en kraan	1	-	22	80,-	-	evt. papiniaanse pot
fietspomp met manometer	-	1	23	-	35,-	gemaakt van plastic pomp
longmodel	1	-	24	10	-	ZM plastic aquarium bak 25x15x20 cm
spirometer	1	-	22	10,-	-	evt. ZM zie bijzonderhedenlijst
luchtkussenvoertuig	1	-	28	4	-	ZM van perspex met buisje en ballon
vleugelvorm	-	1	32	-	-	ZM
vliegende schotel	1	-	33,44	3,50	-	met trekmechanisme
koker met membraan en spiegeltje	1	-	35	-	-	ZM
stethoscoop	1	-	36	-	-	eventueel (ZM)
electrische bel (v.klok)	1	-	37	20	-	

MATERIAALOVERZICHT

specifieke apparatuur	aantal		verwijs nummer	kosten		aantekeningen diversen alternatieven
	basis	extra		basis	extra	
beschermplaat	1	-	37	40	-	
hete luchtballon	-	1	43.44	-	10	evt. ZM PLON
slinger, stok, touw met zwaar gewicht	1	-	38	-	-	ZM
2 planken met handvat	1	-	38,58	10	-	ZM
raket met pomp	-	1	44,46	-	70,-	bijv. Phywe
waterschaal luchtpomp	-	1	44	-	8,-	van glas, metalen f40,-
injectiespuit 35 ml e.a.	-	1	44	-	-	evt. aan arts vragen
verstuiver	-	1	44	-	-	
weerstation	-	1	44	-	-	evt.
weerhuisje	-	1	44	-	-	evt.
zweefvliegtuig	-	1	44	-	-	leerlingen zelf
toonpijpen (orgel of fluit)	-	1	44	-	-	leerlingen zelf
oormodel	-	1	44	-	-	biologie
waterpomp (zuigen)	-	1	44	-	25,-	model
pneumatische ontspanner	-	1	44	-	30,-	fotowinkel
luchtkussenbaan	-	1	44	-	550,-	
windmolen (model)	-	1	44	-	-	evt. ZM
zeilbootje	-	1	44	-	-	leerlingen zelf
ventilator evt.	-	1	44	-	-	
vlieger	-	1	44	-	-	leerlingen zelf
zweefvliegtuig	-	1	44	-	-	leerlingen zelf
wandplaat (atmosfeer)	-	1	44	-	-	
<u>ROMMELPAKKET EXTRA</u>						
spoel, leerlingen havo	-	-	48	-	-	
weekijzeren kern leerlingen havo	-	-	48	-	-	
electromotortje/dynamo	-	-	50,52	-	-	
electriseermachine bijv. Wimshurst of Van der Graaf generator	-	-	56	-	-	
maximum-minimum thermometer	-	-	74	-	-	
magneetje	-	-	74	-	-	
nat-droog thermometer	-	-	75	-	-	
aneroïde barometer	-	-	76	-	-	
vloeistof barometer (kwik)-	-	-	77	-	-	

MATERIAALOVERZICHT

	aantal basis	extra	verwijs nummer	kosten basis	extra	aantekeningen diversen alternatieven
<u>METEN EN WEGEN</u>						
veerbalans 12 kg	1	-	15	10,-	-	of 25 kg unster
aneroïde barometer	1	-	19	150,-	-	
manometer 0-6 atm.	-	1	23	20,-	-	econosto Rotterdam
maatlat	-	1	23	-	-	leerlingen zelf
gasmeter	1	-	26	180,-	-	evt. gasbedrijven vragen
gewichten	1	-	38,58,61	30,-	-	lichte en zware
chronometer	1	-	38,58	80,-	-	
thermometer -10 - 110 °C	-	1	44,59,63 71	-	-	
nat-droog thermometer	-	1	44	-	-	
hygrometers	-	1	44,63	-	90,-	
maatglas 250 cm ³	-	1	44	-	10,-	
manometers, verschillende typen	-	1	44	-	-	
barometers, verschillende typen	-	1	44	-	-	
regen meter	-	1	44	-	-	ZM evt.
windrichtingsmeter	-	1	44	-	-	ZM
windsnelheidsmeter	-	1	44	-	240,-	
zonneshijnmeter	-	1	44	-	-	
<u>ROMMELPAKKET EXTRA</u>						
amperemeter	-	-	48,52	-	-	
veerbalans gevoelige	-	-	51	-	-	evt. ZM
veerbalansen	-	-	62	-	-	div. soorten
hygrometer (haar)	-	-	63	-	-	
maatglas 25 cm ³	-	-	70	-	-	
<u>ALGEMEEN HULPMATERIAAL</u>						
bekerglas ca. 600 cm ³ of 1 liter	2	1	4,5,6, 17,70	11,-	5,50	potten
bekerglas ca. 150 cm ³	2		4,5,73	7,-	3,50	potten
aquariumbak (plastic)	1	1	5,6,24	10,-	10,-	bijv. 20x15x20 cm
bekerglas ca. 250 m ³	1	-	6	7,-	3,50	
trechters	1	1	7,34	3,-	3,-	plastic evt.
slangklemmen	10	-	22	15,-	-	voor slangbevestiging

MATERIAALOVERZICHT

	aantal basis	extra	verwijs nummer	kosten basis	extra	aantekeningen diversen alternatieven
<u>ALGEMEEN HULPMATERIAAL</u>						
plastic afwasbak	1	1	5,12,17 39	4,50	4,50	
gasbrander	1	-	14,43	23,-	-	
driepoot	1	-	14	7,-	-	
nichroom gaasje	1	-	14	5,50	-	
rubberen handschoen	1	-	10	5,-	-	
handschoen of doeken	1	-	14,60	3,50		
emmer ca. 15 liter	-	1	18,64	-	4,50	
statiefmateriaal (set)	4	-	18,30,31 35,47,38 60,64,66	260,-	-	
Y buisje glas of plastic	2	-	24	3	-	verbindingstuk ook voor longmodel
T verbindingstuk	1	-	25	1,50		
trechter (grote)	1	1	34,36	6,50	6,50	plastic
zaklantaarn of lichtkastje	1	-	35	4,50	-	
erlenmeyers	2	-	25	8,-	-	
<u>ROMMELPAKKET EXTRA</u>						
aansluitsnoeren	-	-	48,52	-	-	
lampjes, spotjes	-	-	57,63			
katrolletjes	-	-	60,64	-	-	
pincet	-	-	73	-	-	
<u>GEREEDSCHAPPEN e.d.</u>						
schaar	2	-	31,42 47,55,59	7,-	-	
kurkboor set	1	-	9,23	22,-	-	
hamer 250 gram	1	-	13	11,-	-	
stofzuiger	1	-	31,32,34 51,52			die ook blazen kan
föhn evt.	1	-	31,32,34	-	-	
nietmachine	1	-	66,59,73	6,-	-	
metaalzaagje	1	-	38	4,50	-	
koelkast, vriesvak	1	-	44,71	-	-	voor ijsblokjes
nijptang evt.	1	-	73	8,-	-	
kombinatietang evt.	1	-	73	10,75	-	

MATERIAALOVERZICHT

VERBRUIKSMATERIË	aantal basis	extra	verwijs nummer	kosten basis	extra	aantekeningen diversen alternatieven
plastic zakken	6	-	2,3,11	-	-	grote boodschappen- tassen
touw (rol) koord	1	-	3,11,18 30,60	2,50	-	
glazen potten div.	x	-	4,5,6	-	-	grote en kleine potjes kunnen bekeerglazen vervangen
slang van plastic en rubber	x	-	6,24,25 26,27, 28,41	40,-	-	
fles (melkfles)	x	-	7,8,17 25,27,41	-	-	ook kleine flessen
karton (glad)	x	-	7,12	-	-	ansichtskaart
fles (limonade)	x	-	8,12,39 40	-	-	ook roomflesjes
plasticine (pak)	1	-	7	6,50	-	
fles met schroefdop	2	-	9	-	-	bijv. wijnfles
rubberen stoppen sortering	1	-	9,18,23 24,26,27 41,73	15,-	-	div. soorten en maten, ook doorboorde
plastic zakje sortering	1	-	9	-	-	boterham
vacuumslang rol	1	-	10	10,-	-	
lange lat	x	-	11	2,-	-	
zand	x	-	11,60,64	-	-	leerlingen zelf
ijzerdraad rol	x	-	11,60,62 64,67	1,-	-	div. dikten
plastic fles	-	-	12,36	-	-	
koord rol	1	-	3,11,30, 31,38,54, 59,60,64	2,50	-	diverse dikten
reageerbuis doos	-	-	12,65	-	-	evt. asperinebuis
kranten	x	-	13	-	-	
platte lat	x	-	13	2,-	-	5x20x400 mm
goed afsluitbaar blik	2	-	14	-	-	met draaidop
PVC slang, dikwandig 12m	1	-	18	15,-	-	met nylon versterkt
kurken sortering	1	-	4,25,65	10,-	-	sortering div. maten
plastic vel soepel	1	-	24	-	-	bijv. zak
plakband rol	1	-	59,62,72	1,-	-	bijv. cellotape
watten doos	1	-	24,43,59	4,-	-	of dralon (aquarium winkel

MATERIAALOVERZICHT

	aantal basis	extra	verwijs nummer	kosten basis	extra	aantekeningen diversen alternatieven
<u>VERBRUIKSMATERIAAL</u>						
glasbuisjes sortering	1	-	24,25, 27,41	20,-	-	div. maten
lijm hobby pot	1	-	24,38, 31,35,73	2,50	-	
papier, reep slap papier	1	-	28,31 62,69	-	-	ook boterham papier
rietjes pak	1	-	31,65,69	1,50	-	
kartonnen koker	x	-	35	-	-	20 à 30 cm lang
ballonnetjes zakje	1	-	28,39,40	-	-	ook grote ballonnen
object glaasje pakje	1	-	35	3,50	-	stukje spiegel
elastiekjes zakje	1	-	35,40	1,50	-	
piepschuimballen div	x	-	30,34	6,-	-	div. maten evt. pingpongballen
tuinslang (hard) rol	1	-	36	4,-	-	
dun vliegerpapier pak	1	-	31,42	5,-	-	evt. hete luchtballon
dun plastic zak (wasserij)	6	-	43 evt	-	-	evt. hete luchtballon
staaldraad rol	1	-	43	5,-	-	
		-		-	-	
karton	x	-	37,38,66	-	-	
garen, klosje	1	-	31,43	1,50	-	
pingpongballetjes zakje	1	-	30,34	-	-	
ballonnen (grote) zakje	x	-	8,43,28 39	3,-	-	
aluminiumfolie rol	1	-	42,44	2,50	-	
spelden doosje	1	-	40	2,50	-	
kaars	1	-	42	-	-	
<u>ROMMELPAKKET EXTRA</u>						
reageerbuis doos	1	-	47,66	-	-	
staaf ca. 30 cm lang	2		47,66	-	-	bijv. ijzer
recordermotortjes div.	x		49,52	-	-	
batterij ca. 4,5 V	x		52	-	-	
dun doek	1		55	-	-	
aarde (donker)	x		57	-	-	
rookveter (wierook)	x		57	-	-	evt. sigaret

MATERIAALOVERZICHT

VERBRUIKSMATERIAAL	aantal	verwijs	kosten	aantekeningen
ROMMELPAKKET EXTRA	basis extra	nummer	basis extra	diversen alternatieven
metalen buisje	1	57	-	-
groenteblikken div.	x	57,67,68	-	-
piepschuimbekertje	x	59	-	-
grote bus cylindrisch	2	0,64	-	ca. 10 liter inhoud
plastic electriciteitsbuis	x	60,-	-	-
plastic folie rol	1	63	-	-
spijkertjes doosje	1	65	-	-
hout, plankjes e.d.	x	65,68	-	div. maten
klein potje (dunwandig)	x	69	-	met deksel
schaal of bord	x	69	-	-
blikje (frisdrank)	x	71,73	-	-
punaies doosje	1	72	-	-
plastic koffielepeltjes	x	73	-	(platte)
kartonnen dozen	x	57,63	-	platte en grote dozen
koffiebekertjes	x	47,66	-	-
<u>CHEMICALIEN e.d.</u>				
kleurstof bijv. inkt	x	18	-	-
kalkwater	x	25	-	-
spiritus	x	43	-	-
verf, zwart	x	57	-	schoolborden verf
amonia	x	72	-	-

ROMMELPAKKET

verwijs- nummer		benodigdheden
45	Ideeblad Raket 1	<i>Leerlingenproef</i> - raket met parachute
46	Ideeblad Raket 2	<i>Leerlingenproef</i> - Raket, bijv. Phywe raket met passende pomp, ook merk Enterprise Art 695 uit Italië - touw of koord
47	Ideeblad windsnelheidsmeter 1	<i>Leerlingenproef</i> - 3 koffiebekertjes - stuk karton of dun stevig plastic (15x15 cm) - reageerbuis - puntige metalen staaf ca. 30 cm lang - tafelklem of statiefvoet - schaar - nietmachine
48	Ideeblad Windsnelheidsmeter 2	<i>Leerlingenproef</i> - spoel - wekijzeren kern - amperemeter - aansluitsnoeren - statiefmateriaal
49	Ideeblad Windsnelheidsmeter 3	<i>Leerlingenproef</i> ● Meet eens de wind buiten de school
50	Ideeblad Windsnelheidsmeter 4	<i>Leerlingenproef</i> - elektramotortje (dynamo) of een bandrecordermotortje
51	Projektblad 5 Stroomlijn en luchtweerstand	<i>Leerlingenproef</i> - pingpongballetjes - karton (dun) - veerbalans, gevoelig, ev. eigen ge- maakte - statiefmateriaal, w.o. statief, dubbel- klemmen en universeelklemmen - koord, dun - karton, wit en dun - stofzuiger of ventilator, ev. föhn - mes of metaalzaagje - lijm (tube) ● Katrolletjes zijn ook te koop in winkels voor scheepsbenodigdheden en sport

ROMMELPAKKET

verwijs- nummer		benodigdheden
52	Projektblad 12 De windmolen	<i>Leerli ngenproef</i> - windmolen, zie knutselkaart 14 - dynamo = motor (ca. 4,5 V) ook cassette recordermotor - A- of mA meter - aansluitdraden - stofzuiger of ventilator of een haardroger - batterij, ca. 4,5 V
53	Projektblad 17 Vliegmachines	<i>Leerli ngenproef</i> Zie bouwplaat
54	Projektblad 20 Je eigen raket	<i>Leerli ngenproef</i> - Phywe raket met passende pomp - water
55	Projektblad 21 De parachute	<i>Leerli ngenproef</i> - soepel plastic vellen - dun doek - dun papier - schaar - koord of garen - iets zwaars, bijv. sleutel, kurk, moer enz.
56	Projektblad 22 Donder en bliksem	<i>Leerli ngenproef</i> <i>ev. demors tratieproef</i> - electriseermachine Whimhurst of Vandergraafgenerator, ev. demonstratieproef waarschuwing voor schrikeffect - 2 grote ballonnen
57	Projektblad 23 Luchtstromingen	<i>Leerli ngenproef</i> - flinke platte kartonnen doos, zwart karton of zwarte verf (mat) bijv. schoolbordenverf - aluminiumfolie - donkere aarde - ijsblokjes - rookveter of sigaret of wierookstokje - metalen buisje voor de rookveter of sigaret - 2 lampjes, spotjes ev. gemaakt van groenteblikken (blik met aarde) - blikje, bijv. groenteblik
58	Projektblad 30 De snelheid van geluid in lucht	<i>Leerli ngenproef</i> - touw - zwaar gewicht - chronometer - 2 planken met handvaten zm

verwijs-
nummer

benodigdheden

59 Informatiekaart 5
Wandtemperatuur

Leerlingenproef

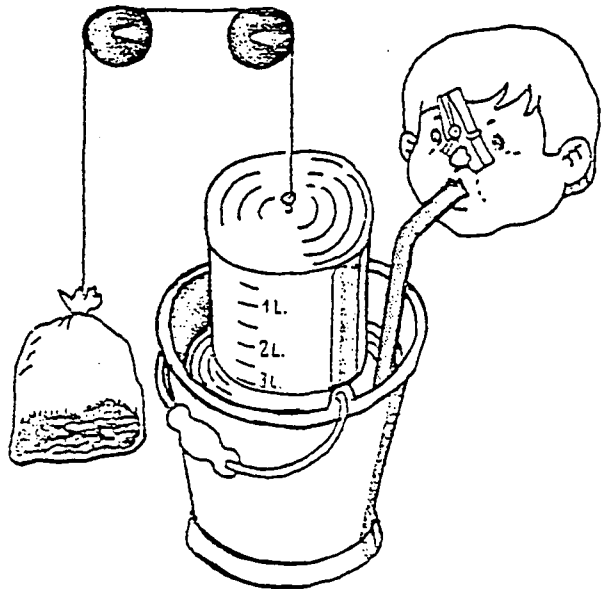
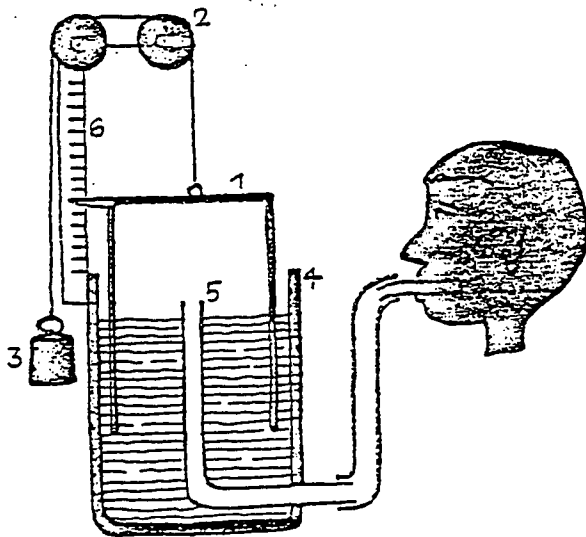
- piepschuim bekertjes
- watten
- schaar
- mes
- plankband
- thermometer
- dun koort

Voorkom het vallen van de thermometer
door deze met koord (hoger) vast te
binden

60 Informatiekaart 6
Een spirometer

Leerlingenproef

- cilindrische bus van minstens 5 L
inhoud waaraan oog of haak
- grote emmer 10 15 l
- plastic electriciteits buis of rubber
slang ev. vast m.b.v. staafjes en
draad



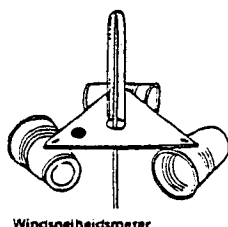
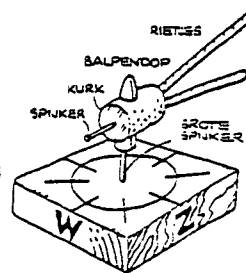
61 Informatiekaart 7
De veerbalans

Leerlingenproef

- enkele veerbalansen
- gewichten

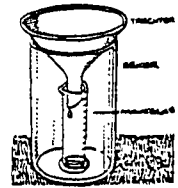
ROMMELPAKKET

verwijs- nummer		benodigdheden
62	Knutselkaart 6 Papieren molentjes	<i>Leerlingenproef</i> - ijzerdraad - spelden - cellotape - aluminiumfolie - stevig dun papier, bijv. boterhampapier
63	Knutselkaart 7 Een model van een huis(kamer)	<i>Leerlingenproef</i> - grote kartonnen doos en stukken karton - plastic folie en stukjes aluminiumfolie - spelden en stukken ijzerdraad - een lamp in een fitting en plakband - hygrometer en thermometers
64	Knutselkaart 8 De spirometer zie ook informatiekaart 6	<i>Leerlingenproef</i> - cilindrische bus van minstens 5 l inhoud - grote emmer 10 15 l waaraan oog of haak - plastic electriciteitsbuis of rubber slang. ev. vast m.b.v. staafjes en draad - statief materiaal met 2 katrollen - een zak zand - ev. een mondstuk van een snorkel - een neusklem, te maken van ijzerdraad - dun touw
65	Knutselkaart 9 Een windvaan	<i>Leerlingenproef</i> - reageerbuisje - flinke kurk - lange spijker - twee limonaderietjes - kleine spijker - plankje
66	Knutselkaart 10 De anemometer 1 (windsnelheidsmeter)	<i>Leerlingenproef</i> - 3 koffiebekertjes - stuk karton of dun plastic 15x15x15 cm geknipt - reageerbuis - puntige metalen staaf, 30 cm lang - tafelklem of statiefvoet - schaar - nietmachine
67	De anemometer 2	<i>Leerlingenproef</i> - dik houten plankje, 10x20 cm - twee dunne plankjes 20x20 cm - een stuk ijzerdraad - stuk blik



ROMMELPAKKET

verwijs- nummer		benodigheden
68	Knutselkaart 11 Een barometer 1	<i>Leerlingenproef</i> - groenteblik, 1 l of flinke pot - flink stuk ballonrubber - stuk breek elastiek - smal puntig stukje hout, 20 cm lang (balsahout is ideaal) - paar plankjes
69	Een barometer 2 (vloeistofbarometer)	<i>Leerlingenproef</i> - thermometer uit werkblad "Heet en Koud" - klein potje met deksel en rietje - schaal en bord - fles - etiket of stuk papier met plakband of lijm
70	Knutselkaart 12 Een regenmeter	<i>Leerlingenproef</i> - trechter, ca 12 cm Ø - bekerglas ca 1000 ml - maatglas, ca 25 ml
71	Knutselkaart 13 Een hygrometer 1	<i>Leerlingenproef</i> - metalen blikje met een gladde buitenkant bijv. frisdrankblikje - thermometer -10° tot 50°C - enige blokjes ijs
72	Een hygrometer 2 (haarhygrometer)	<i>Leerlingenproef</i> - lang haar - ammonia - pincet - bekerglaasje, 100 ml of bakje - aanwijspieltje van karton of hout - punaises - plakband - plankje geplastificeerd
73	Knutselkaart 14 De windmolen	<i>Leerlingenproef</i> - een motortje, bijv. 4,5 V 3000 t.p.m. - blik, bijv. frisdrankblikje - rubber kurk, stop - 4 plastic koffielepeltjes (plat) - schaar - nijptang of kombinatietang - mes - lijm (sneldrogend)
74	Werkkaart 13 De maximum-minimum thermometer	<i>Leerlingenproef</i> - maximum-minimum thermometer - magneetje
75	Werkkaart 14 De nat en droog thermometer	<i>Leerlingenproef</i> - nat en droog thermometer - spuitflesjes water ev.



ROMMELPAKKET

verwijs-
nummer

benodigdheden

76 Werkkaart 15

De aneroïde barometer

- aneroïde barometer

77 Werkkaart 16

De vloeistof barometer

- vloeistof barometer (kwik)

- Blad over KNMI publikaties klimaatstations
KNMI in Nederland.
- Ons wisselvallige weer (artikel uit DJO).
- Projektinleiding "Het weer"
- Raamventilatoren (uit consumentengids)
- Luchtbevochtiger (uit consumentengids)
- Behaaglijkheid (uit consumentengids)
- Projektinleiding "het klimaathuis"
- Onwaarschijnlijkheden (over de Wet van
Bernoulli, uit "Natuurkunde doen"
- Simpele airflow tests (over stroomlijn-
modellen, engels)
- Bouwplaat vliegmachines

WAAR VERKRIJGBAAR

Met de firma Breukhoven is een samenwerkingsovereenkomst betreffende een compleet leveringspakket van 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 Engeneering 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. 01854-2400
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