

76

**VERNIEUWINGSAKTIVITEITEN IN
HET NEDERLANDSE NATUURKUNDE.
ONDERWIJS VOOR HAVO EN VWO**

**verslag van de konferentie
woudschoten 1976**

WERKGROEP NATUURKUNDE-DIDAKTIK

VERSLAG VAN DE 11E KONFERENTIE WOUDSCHOTEN
17-18 DECEMBER 1976

VERNIEUWINGSAKTIVITEITEN IN HET NEDERLANDSE
NATUURKUNDE-ONDERWIJS VOOR HAVO/VWO

LABORATORIUM VOOR VASTE STOF
PRINCETONPLEIN
UTRECHT

MAART 1977

WERKGROEP NATUURKUNDE-DIDAKTIEK

Laboratorium voor Vaste Stof
Princetonplein
Utrecht - De Uithof
Tel.: 030-531179

BESTUUR

voorzitter	: H.P.Hooymayers	Princetonplein	Utrecht
sekretaris	: C.Floor	Alb.Einsteinweg 32	De Bilt
penningmeester:	H.A.Créton	Princetonplein	Utrecht
leden	: H.F.van Aalst	Princetonplein	Utrecht
	W.J.G.Schraven	Tolsteegsingel 28	Utrecht
	J.Ph.Steller	TH-Eindhoven Postbus 513	Eindhoven

Organisatie conferentie + verslaggeving

H.A.Créton

C.Floor

H.P.Hooymayers

Jenny Andriese

Marjan Nijboer

ALGEMENE INHOUDSGAVE

DEEL 1: *Voordrachten*

- 1.1. Inleiding door de konferentievoorzitter G.Schoemaker
- 1.2. Onderwijsactiviteiten in het natuurkundeonderwijs door H.P.Hooymayers
- 1.3. Projekt Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON) door C.A.S.Groen
- 1.4. Ervaringen met PLON-materiaal door F.Seller
- 1.5. Groepsonderwijs natuurkunde aan het St.Vituscollege te Bussum door W.J.G.Schraven
- 1.6. Begripsontwikkeling in het natuurkundeonderwijs en op weg naar integratie door P.Vegting
- 1.7. Projekt DBK Natuurkunde, VU-Amsterdam door C.H.Th.Mulder
- 1.8. Natuurkundemethode in samenwerking met uitgeverij Malmberg, Den Bosch, door H. de Bruijn
- 1.9. Samenvatting en slotwoord door de konferentievoorzitter

DEEL 2: *Informatie over de aanwezige projekten*

- 2.0. Inleiding
- 2.1. De voorinformatie over de projekten door D. van Genderen en J.F.Schröder
- 2.2. PLON
- 2.3. DBK-VU-projekt
- 2.4. Mavo-projekt
- 2.5. Keuzeonderwerpen v.w.o.
- 2.6. Ioniserende stralenprojekt
- 2.7. Leerlingenexperimenten bovenbouw
- 2.8. Kleurenfilm, transparantenseries met kassettebanden
- 2.9. Moderne natuurkunde
- 2.10. Fizzix
- 2.11. Korte toelichting bij het materiaal zoals dat gebruikt wordt bij het groepsonderwijs aan het Vitus College te Bussum
- 2.12. Begin-Onderwijs Fysika (2e en 3e klas) Twickelcollege Hengelo
- 2.13. Leer- en werkbladen (onderbouw Gem.S.G.-Emmen)
- 2.14. Mastery Learning (S.G. Van Oldenbarneveldt, Rotterdam)
- 2.15. Handleiding voor natuurkunde (Zwaan)
- 2.16. Praktikumboeken (Masschelein)
- 2.17. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)
- 2.18. Projektonderwijs en natuurkunde (Kath.Gelders Lyceum, Arnhem en Maaslandcollege, Oss)
- 2.19. Praktikuminstrukties (Chr.Lyceum 'Dr.W.A.Visser 't Hooft, Leiden)
- 2.20. Syllabus mechanica en diversen (S.G.Snellius, Amstelveen)

DEEL 3: *Materiaalvoorbeelden*

- 3.1. PLON
- 3.2. DBK-VU
- 3.3. Mavo-projekt
- 3.4. Ioniserende stralenprojekt
- 3.5. Leerlingenexperimenten bovenbouw

- 3.6. Moderne natuurkunde
- 3.7. Fizzix
- 3.8. Groepsonderwijs
- 3.9. Beginonderwijs Fysica
- 3.10. Leer- en werkbladen onderbouw (Gem.S.G.-Emmen)
- 3.11. Mastery Learning (S.G. Van Oldenbarneveldt, Rotterdam)
- 3.12. Handleiding voor natuurkunde (Zwaan)
- 3.13. Praktikumboeken (Masschelein)
- 3.14. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)
- 3.15. Praktikuminstrukties (Chr.Lyceum 'Dr.W.A.Visser 't Hooft, Leiden)
- 3.16. Syllabus mechanica en diversen (S.G. Snellius, Amstelveen)

Deel 4: *Verslagen van de discussiegroepen en de deelnemerslijst*

- 4.0. Suggesties voor discussie-onderwerpen voor de subgroep-
besprekingen op zaterdag 18 december van 13.15 uur - 14.30 uur.
- 4.1. Verslag groep Van Aalst (PLON)
- 4.2. Verslag groep Migchielsen (DBK)
- 4.3. Verslag groep Bijker
- 4.4. Verslag groep Heij (Mechanica)
- 4.5. Verslag groep Biezeveld (Leerlingenproeven)
- 4.6. Verslag groep M. de Mink
- 4.7. Verslag groep Verhagen
- 4.8. Verslag groep N.N.
- 4.9. Verslag groep Vitus
- 4.10. Deelnemerslijst

PROGRAMMA WOUDSCHOTENKONFERENTIE 1976 georganiseerd door de Werkgroep
Natuurkunde-Didaktiek in samenwerking met NVON.

Onderwerp

Vernieuwingsactiviteiten in het Nederlands Natuurkundeonderwijs voor havo/vwo.

vrijdag 17 december 1976

14.00 - 15.00 uur	Ontvangst konferentiedeelnemers
14.55 - 15.05 uur	Opening van de conferentie door H.P.Hooymayers voorzitter werkgroep Natuurkunde-Didaktiek
15.05 - 15.15 uur	Inleidende woorden door de voorzitter van de konfe- rentie, G.Schoemaker, leider Wiskivon (Wiskunde in het voortgezet onderwijs), medewerker van het Insti- tuur Ontwikkeling Wiskunde Onderwijs (IOWO)
15.15 uur	Binnenkomst laatkomers
15.15 - 15.45 uur	Onderwijsactiviteiten in het Natuurkundeonderwijs door H.P.Hooymayers
15.45 - 16.15 uur	Thee
16.15 - 17.00 uur	Projekt Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON) door C.A.S.Groen
17.00 - 17.45 uur	Ervaringen met PLON-materiaal door F.Seller, natuur- kundeleraar, Niels Stensen College, proefschoon PLON
17.45 - 18.00 uur	Informatie over het avondprogramma en de organisatie daarvan
18.00 uur	Diner
19.30 - 20.30 uur	De verschillende projekten verstrekken informatie aan kleine groepen (ca. 25 personen) konferentie- deelnemers. Er zijn 2 informatieperiodes van elk een $\frac{1}{2}$ uur zodat elke deelnemer 2 projektmaterialen
20.30 - 22.00 uur	Markt (tentoonstelling van de projektmaterialen)
22.00 - uur	Informeel samenzijn (Bar opent 21.30 uur)

zaterdag 18 december 1976

8.00 - 9.00 uur	Ontbijt
9.00 - 9.40 uur	Groepsonderwijs door W.J.G.Schraven, leraar natuur- kunde aan het Vituscollege te Bussum
9.40 - 10.20 uur	Begripsontwikkeling in het natuurkundeonderwijs en op weg naar integratie van de natuurwetenschappen door P.Vegting, leraar natuurkunde Twickelcollege te Hengelo
10.20 - 10.40 uur	Koffie
10.40 - 11.20 uur	Projekt DBK Natuurkunde, VU-Amsterdam door C.H.Th.Mulder, leraar natuurkunde te Zaandam
11.20 - 12.00 uur	Natuurkundemethode in samenwerking met Uitgeverij Malmberg, Den Bosch door H. de Bruijn
12.00 - 12.15 uur	Introductie discussie-onderwerp(en) en informatie omtrent de organisatie van de middagdiskussie
12.15 - 13.15 uur	Lunch
13.15 - 14.30 uur	Diskussie in subgroepen
14.30 - 14.50 uur	Thee
14.50 - 15.45 uur	Plenaire diskussie over resultaten van groepsdiskus- sies en formulering van mogelijke konklusies
15.45 - 16.00 uur	Evaluatie en sluiting

Voorwoord

Tien jaar achtereen werd de Woudschotenkonferentie voor leraren natuurkunde bij het vwo georganiseerd op het konferentieoord, waaraan zij haar naam ontleende. Door de sterk toenemende belangstelling voor de konferentie bezocht reeds een aantal jaren het maximaal mogelijke aantal deelnemers deze twee dagen voor de kerstvakantie en moesten elk jaar meer belangstellenden worden afgeschreven. Nu het dit jaar zelfs niet mogelijk bleek alle leden, die zich hadden ingeschreven van een plaats te voorzien werd besloten uit te wijken naar een ander konferentieoord, het Evert Kupersoord in Amersfoort, zodat het aantal deelnemers tot 250 kon worden uitgebreid.

De aarzeling om het vertrouwde konferentieoord te verlaten maakte snel plaats voor de vreugde dat het gekozen onderwerp "Vernieuwingsactiviteiten in het Nederlands Natuurkunde-onderwijs voor havo-vwo" zich in een zo grote belangstelling van de zijde van de Nederlandse natuurkundeleraar mocht verheugen.

Dat deze belangstelling niet alleen passief, maar ook actief is volgde uit de resultaten van een enquête, die ter voorbereiding van die konferentie was gehouden. Daarbij bleek dat ongeveer 20% van de natuurkunde-sekties zelf bezig was met het ontwikkelen van lesmateriaal!

De verslaggeving van een dergelijke konferentie met bv. programma-onderdelen als een informatiemarkt, is geen eenvoudige zaak.

Er is gekozen voor een opzet, waarbij het verslag grofweg in 4 delen uiteenvalt.

Het eerste deel bevat de teksten van de ter konferentie uitgesproken voordrachten.

Deel 2 geeft informatie over de aanwezige projecten (doelen, achtergronden, soort project, enz.).

Materiaalvoorbeelden van een groot aantal van deze projecten zijn in deel 3 samengebracht.

Deel 4 tenslotte geeft de verslagen van de discussies van zaterdagmiddag.

Het vorige Woudschotenverslag bevat eveneens informatie over en materiaalvoorbeelden van het DBK-VU-project; voor aanvullende informatie kan ook verwezen worden naar het verslag van de PLON-resonanskonferentie 1976.

Rest mij mijn dank uit te spreken aan allen die aan de teksten van dit verslag hebben bijgedragen: de konferentievoorzitter G. Schoemaker, de inleiders, de samenstellers van de voorinformatie, de deelnemers van de projecten die informatie en/of materiaalvoorbeelden inzonden en de verslaggevers van de discussiegroepen.

Namens de Werkgroep
Natuurkunde-Didaktiek

C. Floor, sekretaris.

DEEL 1: *Voordrachten*

INHOUD

	blz.
1.1. Inleiding door de konferentievoorzitter G. Schoemaker	1
1.2. Onderwijsactiviteiten in het natuurkundeonderwijs door H.P. Hooymayers	6
1.3. Projekt Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON) door C.A.S. Groen	13
1.4. Ervaringen met Plon-materiaal door F. Seller	19
1.5. Groepsonderwijs natuurkunde aan het St. Vituscollege te Bussum door W.J.G. Schraven	26
1.6. Begripsontwikkeling in het natuurkundeonderwijs en op weg naar integratie door P. Vegting	31
1.7. Projekt DBK Natuurkunde, VU Amsterdam door C.H.Th. Mulder	39
1.8. Natuurkundemethode in samenwerking met Uitgeverij Malmberg, Den Bosch, door H. de Bruijn	44
1.9. Samenvatting en slotwoord door de konferentievoorzitter	48

1.1. Inleiding door de konferentievoorzitter

G. Schoemaker

Aan derden duidelijk maken dat je naar de Woudschotenkonferentie gaat die gehouden wordt op het Kupersoord, valt ook niet mee.

Nico Scheepmaker beschreef dit fenomeen onlangs in een "Trijfel".

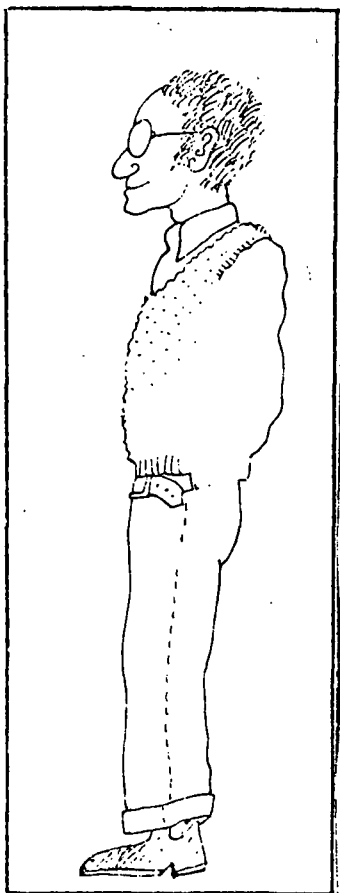
In deftige families heette de dienstbode altijd Maartje dat was gemakkelijker voor mevrouw en meneer, ze hoefden de eigennamen José, Gerda, Truus niet bij te houden.

Hij beschrijft ook dat 't zo lastig is te wennen aan de nieuwe namen van de rijders aan de schaatstop; Piet Kleine, Hans van Helden, Sies Uylkema.

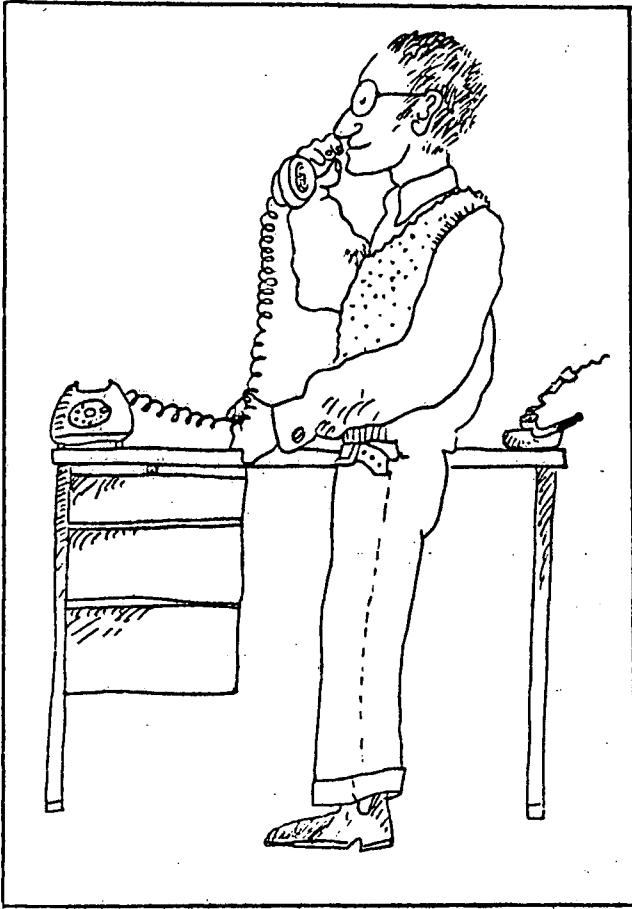
Hij stelt voor de snelste rijders gewoon Schenk of Verkerk te noemen, goede voetballers noem je dan Cruyff en Neeskens.

Een konferentie op 't Kupersoord "Woudschoten konferentie" noemen is net zo iets.

De moeilijkheid zit 'm in het formele taalgebruik. We gebruiken dagelijks formele taal op school. Een lichaam A (kubus, rood,) beweegt met een konstante snelheid V m/sec (kleuterkruipsnelheid, snelheid van een supersonisch vliegtuig,) langs rechte 1 (getekend met krijt, potlood, helemaal niet getekend,).



De leerplanontwikkelaar is ook zo'n variabele.

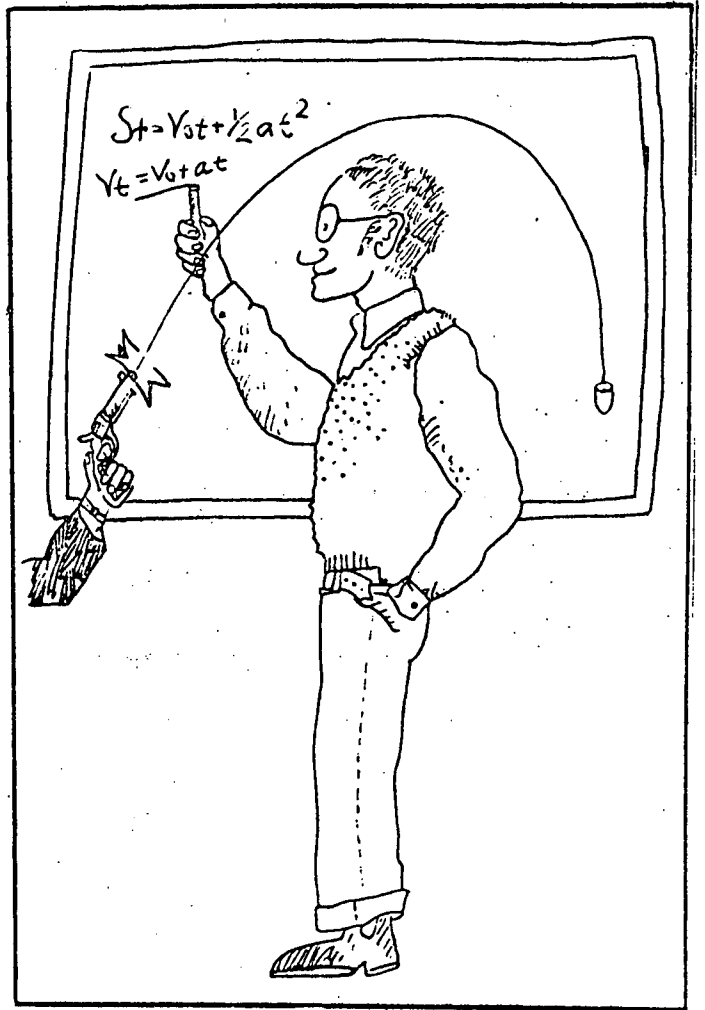


Zijn werk kan inhouden ad-
vies geven aan scholen
over bestaande spullen.
Een informant over ont-
wikkelde materialen.

Zijn werk kan inhouden het helpen
formuleren van doelstellingen,
agogisch bezig zijn.
Vragen als "Wat vind je er zelf
van?",
"Hoe kom ik over?", behoren tot
zijn standaarduitrusting.



De leerplanontwikkelaar die ook in de klas komt en niet alleen als "loerder".



De leerplanontwikkelaar die zo verweven is met de school dat hij ook schaatsst als er ijsvrij is.

Op deze konferentie zijn 21 projekten te zien.

Zoiets wijst op een bepaalde aanpak en manier van denken over leerstofontwikkelingen in de wereld van het natuurkundeonderwijs.

Bijvoorbeeld het PLON maakt konkrete materialen in samenwerking met een aantal scholen.

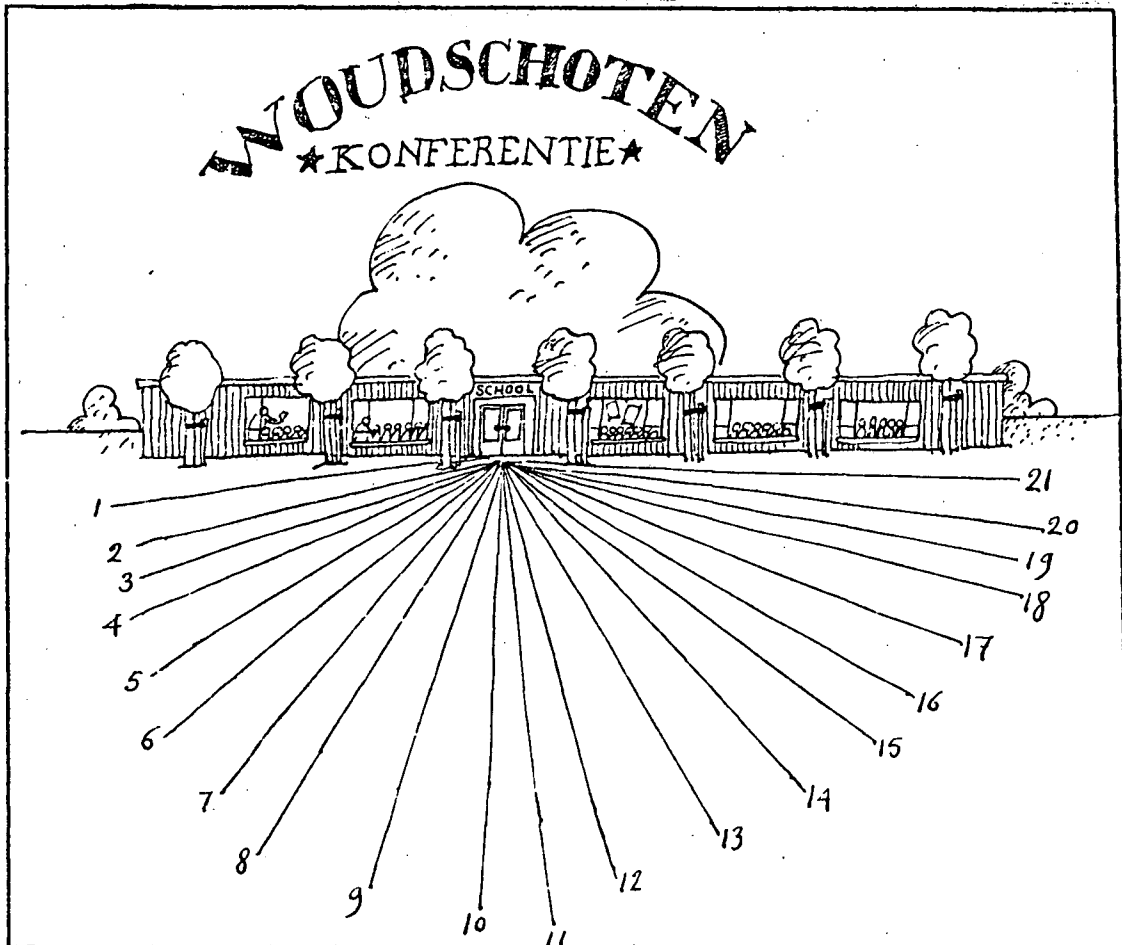
In werkwijzen en opvattingen zijn er duidelijke parallellen met het IOWO. Ook daar vindt men dat je konkrete voorbeelden van onderwijs moet geven om met leraren te kunnen praten over dat onderwijs.

Door konkrete stukjes te geven, kan een leraar in de diskussie daarover een 'thuiswedstrijd' spelen.

Er zijn sekties die een leergang natuurkunde voor VWO en HAVO hebben gemaakt, gebaseerd op uitgangspunten over onderwijs. Uitgangspunten als: leerlingen leren door konklusies trekken uit eigen ervaringen, opgedaan in praktische situaties.

Er zijn sekties die samenwerken met een uitgever. Kortom een zeer gescha-keerd beeld van werkwijzen.

Ik vind het een goede zaak dat de werkgroep hierin een koördinatiepunt is; hetgeen blijkt uit het houden van deze konferentie.



Tussen leerplanontwikkeling en ontwikkelingshulp bestaan overeenkomsten. We kennen in de ontwikkelingshulp grote projekten met een enorme organisatie. "De voedselpakketten vind je te koop op de markt in Teheran" zeggen de critici.

Ik ben van mening dat er situaties zijn waarin je op grote schaal hulp moet bieden met behulp van grote organisaties en veel middelen, in de wetenschap dat een deel van de hulp aankomt op de plaatsen waar dat nodig is en een ander deel als verloren moet worden beschouwd.

Er zijn ook kleine projekten waarbij twee man samen met inwoners van een dorp een pomp slaan.

Vergelijkend met de lpo vraag je je af welke ruimte de SLO zal krijgen om leerplanontwikkeling te bedrijven.

Betekent SLO met z'n allen bij elkaar, met de talen, de maatschappijleer dans, mime en drama.

Betekent dat alle ontwikkelingen opnieuw samen doormaken maar nu gezamenlijk. Dat doet me denken aan een vroeger groot projekt in de geschiedenis van de mensheid; de torenbouw van Babel. In dat projekt stond men niet meer met de beide benen op de grond, de afstand tot het veld was te groot geworden.

Of kan de SLO in goede koördinatie ruimte bieden aan ontwikkelingen op kleine schaal. Integratie als de delen daar aan toe zijn. Of moeten we een SLO hebben die afhankelijk van het projekt een werkwijze kan kiezen.

De ervaringen van Vitus, Twickel, PLON, Mavoprojekt, enz. zijn moeilijk overplaatsbaar, tenzij de aangesprokene op zijn manier bezig is met het bouwen aan het natuurkundeonderwijs.

Zo komen we bij het doel van de konferentie:

Zicht krijgen op vernieuwingsaktiviteiten in het Nederlands onderwijs.

Een norm voor het welslagen van de konferentie is:

"Kunnen we dit soort konferenties, "Woudschoten-konferenties" blijven noemen na een eerste konferentie op 't Kupersoord?"

Zo ja, dan is de essentie van deze konferentie behouden gebleven: een plek waar je elkaar kunt verstaan, waar je de akku weer eens kunt opladen, kortom licht in de duisternis.

1.2. Onderwijsactiviteiten in het natuurkundeonderwijs

H.P. Hooymayers

1. Inleiding

Ik wil proberen een aantal in opzet verschillende materiaalontwikkelingsactiviteiten voor natuurkunde te schetsen die in binnen- en buitenland zijn waar te nemen gedurende de laatste twintig jaar.

In deze materiaalontwikkeling zijn verschillende typen activiteiten herkenbaar, die alhoewel niet scherp van elkaar af te grenzen toch enkele, voor elk van de typen, karakteristieke kenmerken vertonen.

Op het eerste gezicht zou men verwachten dat er uitsluitend van een tweedeling sprake is, enerzijds de groot opgezette projecten (b.v. PLON) en anderzijds de situatie waarbij één of meer leraren samenwerken aan een boek (boeken) dat via de gebruikelijk weg (educatieve uitgever) op de markt verschijnt.

Nadere bestudering leert ons echter dat er ook binnen Nederland veel meer nuances zijn waar te nemen ten aanzien van de materiaalontwikkelingsactiviteiten. Zo zijn er binnen de projecten een aantal ontwikkelingstrends zichtbaar, terwijl ook in de wijze waarop leraren voor hun eigen leerlingen materiaal maken veranderingen zijn waar te nemen.

Ik wil proberen enkele typen van materiaalontwikkeling hieronder te beschrijven doormiddel van de erbij behorende karakteristieke kenmerken. Hoewel er ten aanzien van een aantal aspecten van materiaalontwikkeling in zekere zin ontwikkelingsfasen zijn op te merken, wil ik toch het woord ontwikkelingsfase zo veel mogelijk vermijden omdat de verschillende ontwikkelingsactiviteiten in de meeste landen (ook in Nederland) nog steeds naast elkaar plaats vinden. Ik gebruik daarom liever de uitdrukking 'type van materiaalontwikkeling' dan 'fase van materiaalontwikkeling'.

Na een beschrijving van de verschillende typen wil ik er vervolgens nog enigszins nader op ingaan en ook een relatie leggen met de nederlandse situatie voor het natuurkundeonderwijs.

2. Typen van materiaalontwikkelingsactiviteiten voor natuurkunde

De vijf typen die ik zou willen onderscheiden zijn herkenbaar aan de volgende kenmerken.

- A. Leraren schrijven in hun vrije tijd alleen of met z'n tweeën een natuurkunde boek dat bruikbaar is binnen de gegeven randvoorwaarden:
- de verschillen tussen de diverse boeken zijn meestal vakinhoudelijk, d.w.z. ze trachten veranderingen aan te brengen ten aanzien van enkele deelaspecten van het totale natuurkundeonderwijs.
 - de schrijvende leraren proberen vaak gedeelten van het materiaal uit in hun eigen klassen.
 - leerlingboeken, praktikumboeken en opgavenboeken worden veelal door verschillende auteurs geschreven en vormen dan ook meestal geen goed samenhangend geheel. De laatste tijd wint een integratie van deze boeken duidelijk terrein
 - lerarenhandleidingen ontbreken.
 - apparatuur wordt in apparatuurfirma's ontwikkeld zonder overleg met de auteurs. Deze gaan gewoonlijk uit van wat er aan apparatuur op de markt is.
 - de software voor audio-visuele media wordt geheel los van het geschreven lesmateriaal ontwikkeld en past dientengevolge nagenoeg nooit bij het lesmateriaal.
 - een educatieve uitgever neemt, eventueel na een marktonderzoek, het risico van de uitgave voor zijn rekening en gebruikt zijn distributie- en reclame apparaat voor de verspreiding.
 - de boeken moeten over het algemeen zodanig geschreven zijn dat de verkoop tenminste geen verlies oplevert. (dit verklaart voor een gedeelte het ontbreken van uitgebreide lerarenhandleidingen)
 - de beloning van de leraar vindt achteraf plaats in evenredigheid met de verkoop.

- B. Centraal geïnitieerde projecten worden ontwikkeld, nagenoeg steeds met steun van vakspecialisten uit universiteiten.
- universitaire deskundigen nemen het initiatief om lesmateriaal te ontwikkelen met geldelijke steun van industriële stichtingen (Nuffield-, Sloan- en Ford Foundation) en de overheid.
 - het aksent ligt op verbetering van de vakinhoud (heldere presentatie, relevante leerstof vanuit de vakinhoud gezien) en een betere afstemming van praktikummateriaal en opgaven op de geschreven lesteksten (PSSC).
 - de lerarenhandleiding doet zijn intrede maar bevat in hoofdzaak vakinhoudelijke aanwijzingen. Bij deze projecten begint zich het ontwikkelen van leerpakketten af te tekenen.
 - deskundigen zijn nagenoeg uitsluitend vakspecialisten gedeeltelijk bijgestaan door leraren.
 - op scholen wordt het materiaal uitgeprobeerd maar er vindt geen systematische formatieve evaluatie plaats. De terugkoppeling van de resultaten uit de proefscholen naar het uiteindelijke materiaal is meestal zwak en vindt in hoofdzaak plaats door gesprekken met leraren.
- C. Centraal geïnitieerde projecten worden breder van opzet
- ook niet cognitieve aspecten beginnen belangrijk te worden (leren samenwerken, leren plannen, etc.) en worden bewuster als leerlingactiviteiten in het materiaal ingebouwd.
 - ook media, werkvormen en lesorganisatie worden uitgeprobeerd en beschreven. Er ontstaat veel meer een totaal pakket (Projekt Physics).
 - wat de onderwijskundige principes betreft legt men zich in hoofdzaak toe op het konkretiseren van een tweetal 'fundamentele beliefs' te weten: 'leren is doen' tegenover 'leren is luisteren'.
'leren is ervaren' tegenover 'leren is het vergaren van kennis' (Nuffield projecten, science of the 70's)
 - de leerlingen krijgen steeds meer invloed op de opbouw van de leerstof. De leerstofkeuze wordt meer aangepast aan de rijpheid en de behoefte van de betreffende leerlingen en minder aan de logische vakstructuur (science should be relevant, science should be interesting, science should be easy).
 - deskundigen zijn nu vakleraren, vakdidaktici, vakspecialisten en sociale wetenschappers.
 - de verspreidingsstrategie van het materiaal en ook de ontwikkelingsstrategie is veelal nog 'top down' d.w.z. vanuit beleidsinstanties doorgespeeld naar leraren. Landen met centraal schriftelijke eindexamens gebruiken dit vaak als stuur om de gewenste veranderingen te besturen (door te voeren).
- D. Naast centraal geïnitieerde projecten beginnen ook initiatieven van scholen en secties een rol te spelen
- vakkenintegratie (science) begint vooral voor de leeftijdsgroepen van 5 tot 14 jarigen sterk terrein te winnen.
 - de zogenaamde 2e generatie-projecten ontstaan waarbij een veel sterkere onderwijskundige onderbouwing (Piaget, Gagné) wordt nagestreefd (b.v. Australian Science Education Project (ASEP), Science 5-13, Schools Council Integrated Science Project (SCISP)).
 - er komt meer nadruk op de totaal aanpak binnen een vak of leergebied (d.w.z. vernieuwing van doelstellingen, leerstof, werkvormen, spectrum van leerlingactiviteiten, examens, media etc. tegelijkertijd).
 - steeds meer en ook systematischer formatieve evaluatie vindt plaats (d.w.z. steeds beter en systematischer wordt nagegaan hoe bruikbaar het lesmateriaal in de klas blijkt te zijn om gegevens bij elkaar te krijgen voor een revisie van het materiaal).
 - de invloed van de lespraktijk op het uiteindelijke produkt neemt toe. deskundigen zijn vakleraren, vakdidaktici, onderwijskundigen, vakspecialisten en evaluatie deskundigen.
 - de top down strategie begint terrein te verliezen

E. Naast projecten per vak doen ook schoolprojecten hun intrede

- de nadruk op de totaal aanpak neemt toe waarbij nu de gehele school wordt betrokken.
- vernieuwingen vinden nu ook plaats binnen de mesostruktuur van de school, d.w.z. binnen de school als sociaal systeem. (veranderingsdeskundigen gaan een rol spelen)
- niet alleen leraren maar ook leerlingen en ouders zijn nu sterk betrokken bij de ontwikkelingen.
- er wordt onderwijs gegeven aan heterogene leerlingengroepen (differentiatie binnen klasseverband). Het zelfontwikkelingsmodel voor leerlingen krijgt meer aksent, leren van elkaars verschillen (Bijlmer en andere middenschoolexperimenten).
- er ontstaat een verschuiving van het deskundigheidsmodel met een sterke centrale groep in de richting van leraren die zeker vakinhoudelijk minder begeleid worden. Daarbij spelen het diepte/breedte dilemma en het proces/produkt dilemma een rol (zie blz. 4 en 5 voor nadere uitleg).
- bij vakprojecten tracht men het eigen gezicht van de vaksektie zo veel mogelijk recht te doen door slechts externe richtlijnen (projektkrant) en hulp (workshops, schoolbezoeken etc.) te geven, maar dan zodanig dat de leraren zelf het concrete lesmateriaal ontwikkelen. Het Project Fuse (Foundation of Unified Science Education) is daar een voorbeeld van.

3. Enige nadere opmerkingen bij de beschreven ontwikkelingstypen en de koppeling met de nederlandse situatie

Nagenoeg al het materiaal dat momenteel op de nederlandse markt verkrijgbaar is voor natuurkunde, is ontwikkeld op de wijze zoals onder type A is geschetst.

Vele leraren die een tijd hebben lesgegeven beginnen het lesmateriaal dat zij gebruiken steeds meer aan te passen aan hun eigen mogelijkheden als leraar en hun eigen opvattingen over onderwijs, natuurkunde en natuurkundeonderwijs.

De stencils die zij in hun vrije tijd schrijven met één of soms ook meer collega's kunnen in sommige gevallen uitgroeien tot een hele leergang.

Uit een enquête die wij in september 1976 hebben gehouden onder de 570 nederlandse scholen die over een havo en/of vwo afdeling beschikken blijkt dat een kleine 20% van de natuurkundesekties van deze scholen (ruim 100) te kennen geeft dat zij op één of andere manier bij materiaalvernieuwingsactiviteiten betrokken zijn.

Slechts een zeer klein percentage van de leraren is echter alleen of samen met anderen bezig met het schrijven van leerboeken die bedoeld zijn om op grotere schaal uitgegeven te worden via de gebruikelijke weg. Overwegend wordt er in sektieverband gewerkt aan materiaal voor de eigen school.

Ook werkt een veertigtal havo/vwo natuurkundesekties mee aan projecten die door de overheid gesubsidieerd worden. (denk aan de middenschoolexperimenten en het in Utrecht uitgevoerde Projekt Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde) en aan projecten die steun krijgen van universiteiten, zoals het VU-project 'Differentiatie Binnen Klasseverband'.

Korte beschrijvingen van een 20-tal sterk uiteenlopende activiteiten treft U elders in dit konferentieverlag aan.

PSSC-project

In tegenstelling tot de grote nederlandse projecten voor natuurkunde die allen van minder dan 4 jaar geleden dateren is het beroemde PSSC-project reeds in 1956 begonnen en was daarmee het eerste belangrijke (natuurkunde) projekt voor het voortgezet onderwijs.

Het vertoont de kenmerken van type B. Zo is het geïnitieerd door het Physical Science Study Committee, een kommissie van universitaire fysici en natuurkundeleraren. Twee belangrijke amerikaanse hoogleraren in de natuurkunde, Zacharias en Friedman, beide van het M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) speelden een hoofdrol in het tot stand komen van het projekt-materiaal. Het projekt werd gefinancierd door de National Science Foundation, de Ford Foundation en de Sloan Foundation. Het aantal scholen waarop het ontwikkelde materiaal werd uitgetoetst liep van 8 scholen in 1957-'58 tot 600 scholen in het laatste projektjaar (1958-'59).

In 1960 kwam het materiaal voor iedereen beschikbaar op de markt. Het leerboek, later in meer dan 20 talen vertaald, blonk uit door zeer heldere en ook voor leerlingen begrijpelijke fysische uiteenzettingen. Het was duidelijk een projekt dat voornamelijk vakinhoudelijke vernieuwing van de natuurkunde in zijn vaandel voerde, maar het gaf bovendien de eerste stoot tot de ontwikkeling van volledige leerpakketten.

Experiment en theorie werden geïntegreerd. Zeer goede en toch goedkope praktikum-apparatuur werd ontwikkeld evenals een lerarenhandleiding en enkele films.

Project Physics Course

In Amerika startte men enkele jaren later (1962) al weer met de ontwikkeling van het zeer bekend geworden Project Physics dat in 1970 als 's werelds eerste totaal pakket op de markt kwam. Dit projekt waaraan de in 1971 gehouden Woudschotenkonferentie werd besteed was tevens de belangrijkste aanleiding tot het ontstaan van het eerste nederlandse natuurkunde projekt, dat in augustus 1972 startte, het PLON (Projekt LeerpakketOntwikkeling Natuurkunde).

Project Physics vertoont een groot aantal van de karakteristieken die onder type C zijn beschreven. Er werd ook een serieuze poging ondernomen om te komen tot een zorgvuldige evaluatie van het ontwikkelde materiaal.

De resultaten daarvan zijn helaas nooit officieel in hun totaliteit gepubliceerd. In het begin van de zestiger jaren kwam in Engeland ook het Nuffield 0-level Project tot stand dat eigenlijk kenmerken vertoont van type B en C. Dit is het projekt dat het nederlandse natuurkundeonderwijs misschien wel het meest beïnvloed heeft. Vooral de opvattingen over natuurkundeonderwijs zoals ze zijn neergelegd in de teachers guides hebben hun sporen in Nederland achtergelaten.

Problemen rond het aanvaarden van onderwijsvernieuwingen

In het begin van de jaren 70 werd zowel in Engeland, Amerika als ook in Australië veel energie gestopt in het ontwikkelen van materiaal voor de zogenaamde integrated science pakketten, waarbij ook enkele projekten waren die men wel tot de tweede generatie projekten rekent. Bij Science 5-13 en ASEP bijvoorbeeld trachtte men het ontwikkelde materiaal wat steviger onderwijskundig te onderbouwen met de theorieën van Piaget, terwijl SCISP de leertheorie van Gagné als uitgangspunt nam. Kenmerken van type D zijn duidelijk te herkennen. Steeds meer begon men ook in te zien dat het ontwikkelen van materiaal wel een belangrijk maar misschien niet eens het aller belangrijkste aspekt van leerplanontwikkeling is. Steeds vaker werden leerpakketontwikkelaars namelijk gekonfronteerd met het feit dat hun dikwijls objektief beschouwd uitstekende materiaal veel minder aftrek had als door hen was verwacht. Als een school uiteindelijk toch besloot een dergelijk pakket aan te schaffen gebruikten zij het bovendien dikwijls geheel anders dan de leerpakketontwikkelaars hadden bedoeld. Elke school bleek een vrij sterk sociaal systeem te zijn met een aantal impliciet en expliciet geformuleerde regels.

Een pakket dat, wilde het goed funktioneren, een grote verandering van dit systeem vroeg werd of niet geaksepteed of zodanig aangepast dat het zonder al te grote veranderingen van regels en leraren binnen dit systeem kon funktioneren.

Top-down strategieën (het van buiten opleggen) mislukten dan ook nagenoeg overal waar zij geprobeerd werden, behalve waar het ging om louter vakinhoudelijke veranderingen, die via het eindexamen bestuurd konden worden en slechts korte vakinhoudelijke bijscholingscursussen vereisten.

Als van een leraar of van een school als geheel meer ingrijpende gedragsveranderingen worden verwacht zal het materiaal voldoende flexibel moeten zijn om recht te doen aan de specifieke mogelijkheden en beperkingen van de school en de leraar zelf. Bovendien zal een intensieve externe hulp belangrijk zijn.

Enkele gouden regels bij een dergelijke begeleiding blijken:

- de leraar/school moet deze hulp op prijs stellen en er in geloven.
- het moet een zogenaamde 'neem en geef' situatie zijn waar alle betrokkenen van leren en willen leren. De externe deskundigen kunnen bijvoorbeeld leren van de onderwijservaringen van de leraren. Deze ervaring verschilt immers van leraar tot leraar en van school tot school.
- de situatie moet open, eerlijk en zo veel mogelijk voor ieder gelijkwaardig zijn. D.w.z. dat de rollen die ieder in het begeleidingsproces heeft zoveel mogelijk gelijkwaardig dienen te zijn.
- op een niet al te lange termijn moet het effect van de begeleiding zichtbaar worden en zich in een richting bewegen die allen op prijs stellen.
- de externe deskundigen moeten duidelijk mede bereid zijn een stuk verantwoordelijkheid te dragen t.a.v. de leerlingen die in het proces betrokken zijn. Ze moeten dus voor de leerlingen en hun ouders zowel op korte als op lange termijn

zoveel mogelijk duidelijkheid proberen te scheppen. Deze duidelijkheid is natuurlijk ook voor de leraar erg belangrijk.

- elke leraar moet in het proces een speelruimte overhouden voor persoonlijke vrijheid.

Het diepte-breedte dilemma

De meer ingrijpende veranderingen kosten altijd erg veel tijd en daardoor geld (taakuren, deskundigen etc.). Hier stuit men op wat ik het diepte-breedte dilemma zou willen noemen.

Als je een bepaalde hoeveelheid energie (geld, kader van deskundigen etc.) ter beschikking hebt zul je steeds opnieuw de keus moeten maken tussen diepte en breedte projecten.

Onder breedte projecten zou ik projecten willen verstaan waaraan zeer veel scholen deelnemen zodat de begeleidingstijd en de aandacht per leraar/school gemiddeld gering is. Dit impliceert automatisch dat de vernieuwing/verandering niet diep kan zijn. Deze zal maar betrekkelijk weinig af kunnen wijken van het reeds bestaande onderwijs en zal dus uitsluitend deelaspekten van leerplanontwikkeling kunnen betreffen (alleen vakinhoud, uitsluitend mastery learning techniek toepassen etc.).

Diepte projecten daarentegen zijn projecten waarbij veel energie gestoken wordt in een klein aantal scholen. Daar kan wel van alles tegelijkertijd overhoop worden gehaald (totaalontwikkeling) en kunnen ingrijpende veranderingen worden beproefd. Ze zijn in zekere zin grenzen verleggend. Voor zo'n situatie die altijd met zeer veel inspanning en onzekerheden voor de betrokkenen gepaard gaat is een 'intensive care' behandeling vereist om kans op succes te hebben.

Dergelijke projecten dienen een zorgvuldige systematische formatieve evaluatie te omvatten en een zorgvuldige verslaggeving.

Beide type projecten zijn belangrijk. De resultaten van de diepte projecten kunnen als een soort *richtlicht* dienen voor de breedte projecten. De deelnemers aan de breedte projecten weten dan immers wat er allemaal mogelijk is. Het terrein is verkend. De barricade gevechten zijn geleverd. Het onderwijs weet in welke richting het zich zou kunnen begeven en wat daar de mogelijkheden en moeilijkheden zijn.

Het belang van de breedte projecten is vaak niet eens zo zeer het vervaardigde materiaal (produkt) maar veel eerder het ontstaan van nieuwe ideeën tengevolge van de discussies die er tussen het grote aantal deelnemers plaats vindt. Het proces dus waarbij de discussies over onderwijs, natuurkunde en natuurkundeonderwijs al degenen die daaraan deelnemen een stuk verder brengt.

Bij de diepte projecten gaat het in zekere zin om het aftasten van grenzen. Het uiteindelijke resultaat zal daarom in elk geval een goede verslaggeving behoren te bevatten van de belangrijkste zaken (processen) waarmede men te maken heeft gehad. Het produkt behoeft dus zeker niet uitsluitend lesmateriaal te bevatten, maar vooral ook een goede beschrijving van belangrijke ervaringen. Juist aan goed beschreven ervaringen met lesmateriaal in de klaspraktijk is een groot gebrek, waardoor vele fouten steeds weer opnieuw gemaakt worden.

Het is voor Nederland belangrijk, dat de zogenaamde technologische leemte (materiaal leemte) wordt opgevuld, hetgeen impliceert dat goed en concreet lesmateriaal als voorbeeldmateriaal een noodzaak is voor alle projecten die nu aan de gang zijn. Dat maakt de verantwoordelijkheid die rust op de schouders van het kleine legertje officieel aangestelde leerplanontwikkelaars nog groter.

'Staatsdidaktiek'

Het is te hopen dat de angst voor staatsdidaktiek, de Stichting LeerplanOntwikkeling (SLO), die vanaf 1 januari 1977 operationeel is geworden, niet zo aan banden legt dat het ontwikkelen van elk stukje concreet materiaal verboden is.

De ruim 20 miljoen gulden per jaar die momenteel in Nederland aan leerplanontwikkelingsactiviteiten wordt uitgegeven (slechts 1^o/100 van de onderwijsbegroting) dient zorgvuldig te worden besteed en verdeeld over de verschillende projecten.

Daarbij zal men echter zeker moeten voorkomen dat oude schoenen al worden weggegooid voor er nieuwe zijn.

Men zal dus moeten uitgaan van de huidige situatie en de goed lopende projecten niet mogen afbreken voor zij beëindigd zijn of voor er goede alternatieven zijn aangegeven. Als het toch al geringe kader leerplanontwikkelaars waarover Nederland momenteel beschikt wordt verstrooid en versnipperd zal de leerplanontwikkeling in

Nederland die juist wat op gang begint te komen, weer een stuk worden teruggeworpen.

Nederlandse centraal geïnitieerde projecten voor natuurkunde

Sprekend over de nederlandse situatie binnen het natuurkundeonderwijs zou ik het mavo-project en het DBK-project van de VU in zekere zin breedte-projecten willen noemen, waarbij het mavo-project dan een schoolproject is dat bedoeld is om met alle vakken op 2 eindniveau's uit te komen (profilering van het eindexamen) terwijl het VU-project een vakproject is. Ook het PLON is een vakproject voor natuurkunde maar heeft meer weg van een diepte-project. Dit is ondermeer af te lezen aan de relatief grote hoeveelheid tijd die men besteedt aan evaluatie en aan de intensieve begeleiding van proefschoolleraars, het totaal-karakter van de vernieuwingen en de relatief grote centrale ontwikkelings- en evaluatie groep.

Ook de middenschoolexperimenten zijn diepte-projecten. Soms ligt het aksent op vakinhoudelijke veranderingen (b.v. het deelexperiment vakkenintegratie in Diever), in andere gevallen ligt het aksent meer op de school als geheel, de school als sociaal systeem (het integraal experiment van Bijlmer).

Diepte-projecten als trillingsbronnen

Wat de diepte-projecten betreft zou ik nog willen opmerken dat bij dergelijke projecten de verbindingslijnen van de proefscholen tot de centrale ontwikkelings- en evaluatiegroep zo kort mogelijk dienen te zijn om de vereiste 'intensive care' zo reëel mogelijk te laten functioneren. Dit betekent naar mijn mening dat, indien de SLO tenminste echt blijft vasthouden aan haar streven om 250 leerplanontwikkelaars in Enschede te konsentreren, alle diepte-projecten in Twente zullen moeten plaats vinden.

Dit lijkt mij een in hoge mate ongewenste situatie. Diepte-projecten dienen overal in Nederland te gebeuren omdat ze dikwijls als een soort elementaire trillingsbron zullen fungeren vanwaar vernieuwingsgolven zich kunnen uitbreiden.

Als het om schoolprojecten gaat (projecten dus waar een school als geheel bij betrokken is) zoals de middenschoolprojecten, zijn korte verbindingslijnen misschien iets minder hard nodig.

De school zelf is dan als systeem groot genoeg om te blijven draaien ook al komen de externe deskundigen wat minder op bezoek. Bij vakprojecten is het erg belangrijk dat de erbij betrokken leraren regelmatig (1x per week) samenkomen met de centrale groep omdat zij op hun school zelf als sektie meestal een te kleine eenheid vormen om voldoende voedingsbodemp te vinden van waaruit ze weer moed en verbeeldingskracht kunnen putten om verder te gaan. Ook bezoeken van leden van de centrale groep aan de verschillende proefscholen zijn onmisbaar en regelmatig nodig.

Dus juist voor vakprojecten zijn korte verbindingslijnen tot proefscholen uiterst belangrijk als het om diepte-projecten gaat.

Een oplossing voor dit probleem zouden flexibele projectgroepen kunnen zijn die ook ver buiten Enschede een tijdelijke verblijfplaats (bijvoorbeeld voor de duur van het projekt) zouden moeten kunnen betrekken midden tussen hun proefscholen in.

Regelmatische besprekingen in Enschede zouden er voor kunnen zorgen dat ze nieuwe ideeën krijgen vanuit het centrum. Een redelijke onafhankelijkheid van de projectgroepen zou een te grote 'eenkleurigheid' van de projecten kunnen voorkomen. Elk der projectgroepen zou een sterke levensvatbare groep moeten vormen met een eigen projektgezicht.

Daardoor zullen zij, van andere groepen verschillende, ervaringen opdoen en door kunnen spelen naar het centrale apparaat. Dat lijkt in deze periode van proberen en zoeken een belangrijke zaak en is bovendien voor grenzen verleggend werken onmisbaar.

Als leraren op eigen houtje werken

Tenslotte wil ik nog even stil staan bij een ander fenomeen dat wij bij de materiaalontwikkeling voor natuurkunde aantreffen. Het is, voor mij in elk geval, verbazingwekkend te zien hoe sommige natuurkundesekties (Vitus in Bussum, Twickel in Hengelo e.a.) er in slagen op eigen houtje in hun vrije tijd een stuk ingrijpende verandering binnen het natuurkundeonderwijs van hun eigen school aan te brengen.

Dergelijke activiteiten wijzen er op dat in elk geval op havo/vwo niveau (want daar

put ik mijn ervaring uit), een behoorlijk aantal potentiële onderwijsvernieuwers aanwezig is, die mits zij op één of andere wijze geactiveerd worden in staat zijn op een waardevolle wijze bij te dragen aan de vernieuwing van het natuurkundeonderwijs.

Ik zie voor de SLO daarom ook een taak in het mobiliseren en stimuleren van deze, soms nog sluimerende krachten, daarbij de leraren een kans gevend om als sekte bij te dragen tot onderwijsverbetering zonder te veel ongevraagde en daarom meestal storende bemoeiëneissen van buitenaf.

Leerplanontwikkelaars zullen dus naast hun deskundigheid ook een bereidheid moeten hebben om zich dienstbaar op te stellen en zullen zich zeker niet door het onderwijsveld moeten bewegen als degenen die het al weten en die wel eens even zullen komen 'adviseren'.

In het onderwijs is reeds lang een trend zichtbaar waarbij de leraar (de deskundige in de klas) meer en meer begeleider en stimulator van leerprocessen in de klas wordt en niet meer alleen de bron is van waaruit alle kennis voor zijn leerlingen voortkomt. Dit beeld zou men door kunnen trekken en zo zou de leerplanontwikkelaar (de deskundige) ook meer de rol van begeleider en stimulator van leerplanontwikkelingsactiviteiten moeten zijn dan de alles zelf doener. De leraar (verantwoordelijk voor het leren van zijn leerlingen) heeft het vaak erg moeilijk om een stuk van zijn verantwoordelijkheid te delen met zijn leerlingen.

Komt er dan wel wat van het leren terecht ?

Toch hebben onderzoekingen nooit uitgewezen dat het leren slechter gaat als het leerproces minder door de leraar beheerst wordt (doceren, demonstreren → groepswork, praktikum, projektwerk).

Anders gezegd: 'groepswork van leerlingen blijkt niet nadelig te zijn voor het leren van de leerlingen in onderwijssituaties'. Ook leerplanontwikkelaars (de deskundigen) zullen het dikwijls moeilijk vinden om hun verantwoordelijkheid op het gebied van leerplanontwikkeling echt met leraren te delen. Toch zou ik ook hier durven volhouden: 'Leerplanontwikkeling door leraren is niet nadelig voor het onderwijs'. Wel zal er net als bij het leren in de klas een behoorlijke begeleiding moeten zijn en tijd voor de leraren om er echts iets aan te doen.

'Leren is doen' en 'leren is ervaren' geldt niet alleen in de klas maar overal.

1.3. Projekt Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON)

C.A.S. Groen

Opmerking vooraf

Vier jaar geleden hebben wij de hele Woudschotenkonferentie besteed aan discussies over inhoud en vorm van het PLON dat toen net was begonnen. PLON was toen, en is nog steeds, een "kindje" van de Woudschotenkonferentie. Het is daarom dat Frank Seller en ik hier voor U staan, om in bescheiden zin een verantwoording te geven over de activiteiten van de afgelopen vier jaar aan de oprichters en stimulators. Tevens hopen we hiermee alle aanwezige natuurkundeleraren een beetje duidelijker te maken wat het PLON wil en doet.

Twee kaders

In het volgende zullen we proberen te laten zien wat we nu eigenlijk willen en hoe we dat op dit moment proberen te bereiken. Daartoe moet ik ruwweg eerste de kaders daarvoor schetsen.

Allereerst het HOE.

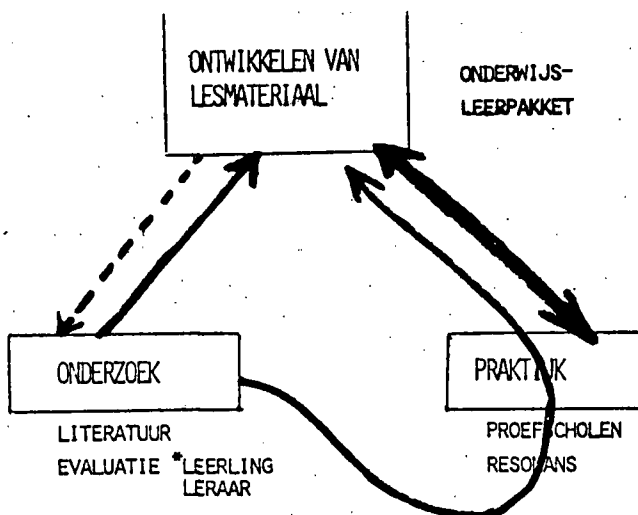
Ik zal U niet vermoeden met het relaas van onze moeilijkheden met het Ministerie van O&W, die nog steeds niet zijn uitgewoed. Evenmin zal ik onderwijskundige of projektstrategische beschouwingen op U los proberen te laten. Voor ons is het belangrijkste *dat wat in de klas gebeurt*. Al het andere wat wij doen hoort daaraan op een of andere wijze dienstbaar te zijn. Wij ontwikkelen *lesmateriaal als konditie* om te bereiken

- dat er veranderingen komen wat in de klas gebeurt
- dat de betrokken leraar over die veranderingen gaat denken en discussiëren.

Wij vragen ons daarbij niet meteen af of bepaalde dingen wel haalbaar zijn. Nieuwe ideeën moeten volgens ons een ruime kans krijgen voordat we geloven of ze wel of niet kunnen.

Centrale aktiviteit is op dit moment de *revisie* van dit materiaal. Dat leidt voor ons tot drie zaken

- beter lesmateriaal
- een verscherping van de bedoelingen ermee
- een verscherping van onderzoeksvragen voor een tweede experiment.



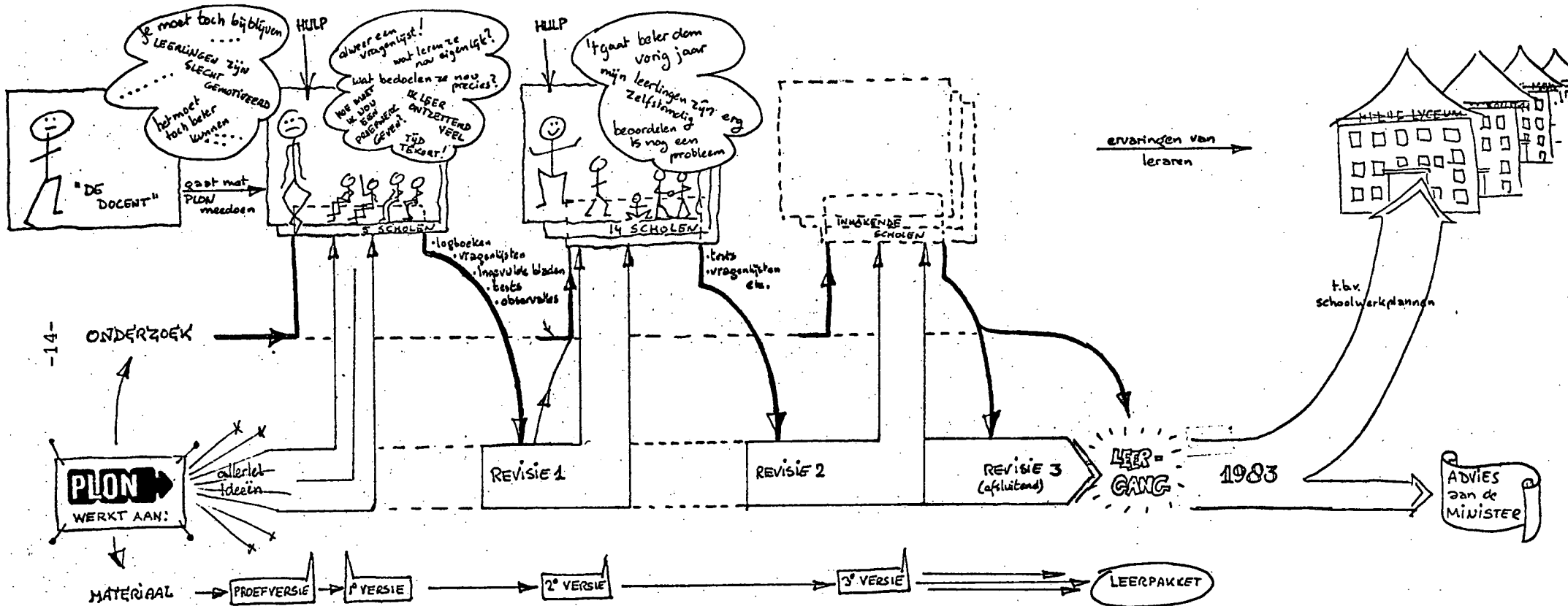
figuur 1.

In het inlichtingenblad, dat in de konferentiemap zit kunt U lezen hoe we dat hebben georganiseerd. Een fasering van de activiteiten voor één unit lesmateriaal is op de tentoonstelling te vinden en staat afgebeeld in figuur 2. Ten tweede het WAT.

Wat willen we in de klas anders?

Ik zal me beperken tot het noemen van een aantal trefwoorden. Die ik dan straks in de voorbeelden verder zal toelichten. Als (triviaal) uitgangspunt hanteren wij dat het *de leerling* is die in de klas iets *leert*.

De kans dat dat gebeurt wordt volgens ons vergroot wanneer datgene waar die leerling hier en nu mee bezig is *hier en nu relevant*



-14-

ONDERZOEK



voor hem is. Dat heeft konsekwenties voor de *doelstelling* die je in de klas kunt nastreven, voor de *leerstof*, voor het te gebruiken *lesmateriaal*, de te hanteren *werkvormen*, de *rol* van de *leraar* en zijn relatie met de leerlingen en de gebruikte *beoordelingsprincipes*.

De doelstellingen moet een leerling voor een aanzienlijk deel zelf kunnen invullen. Niet dat hij ze zelf kan formuleren, maar hij kan wel in een situatie zijn dat hij zelf weet wat hij wil leren en waarom hij dat zou willen. Voorzover de doelstellingen aan de leerling van buitenaf worden opgelegd moeten ze voldoen aan een paar duidelijke voorwaarden:

- ze moeten grondig gecheckt zijn t.a.v. hun werkelijke nut (voor het leven, vervolgopleidingen etc.).
- ze moeten in relatie gebracht worden met de direkte omgeving van de leerling.

Voorzover we leerlingen vaardigheden willen bijbrengen zullen we hem die zeer expliciet moeten aangeven, zodat hij zelf kan bepalen of hij die vaardigheid nodig heeft.

Tenslotte worden doelstellingen nagestreefd die bewust sociaal functioneren van leerlingen mogelijk maken. Dat sociaal functioneren kan n.l. een bijdrage vormen tot de relevantie van de leeractiviteit voor de leerling.

De leerstof moet uiteraard voldoen aan dezelfde criteria als de doelstellingen, maar bovendien

- telkens op z'n minst ingangen bevatten die concreet zijn
 - herkenbaar zijn voor de leerling vanuit z'n eigen ervaring
 - een heleboel mogelijkheden bevatten voor het volgen van eigen belangstelling.
- In veel gevallen kunnen leerlingen best allemaal met verschillende dingen bezig zijn.

Het lesmateriaal is, om meer leerlingen kansen te geven, hier en daar multi-mediaal. Omdat, bij het gedifferentieerd werken in de klas, de leraar een stuk controle over de leerprocessen aan het materiaal moet overlaten, moet de kommunikatieve waarde van het materiaal hoog zijn, d.w.z. duidelijke taal, goede foto's en tekeningen, zelfsturend.

Bovendien moet de leerling in het materiaal zelf de mogelijkheden vinden om zijn bevindingen naar anderen toe te kommuniseren (in demonstraties, verslagen, tentoonstelling, e.d.).

De werkvormen worden vooral gekenschetst door een flink stuk eigen verantwoordelijkheid van de leerling. Veel werk vindt in kleine groepen plaats. Aan de onderlinge kommunikatie tussen de groepen wordt veel aandacht gegeven.

De rol van de leraar is vooral een begeleidende. Hij zal samen met individuen of groepjes het doel van een activiteit moeten vastleggen, hij zal moeten letten op kommunikatie tussen leerlingen onderling, op groepsprocessen. Hij kan daarbij niet achter de demonstratietafel blijven. Hij behoort een behoorlijke deskundigheid te hebben t.a.v. zijn vak (natuurkunde én didaktiek!) om flexibel op allerlei situaties te kunnen reageren. En hij zal vooral goed naar leerlingen moeten kunnen luisteren.

Beoordeling wordt in deze kontekst opgevat als feedback naar de leerling over zijn eigen leerproces. Die feedback moet duidelijk en zakelijk zijn. De informatieve waarde van goed/fout of een cijfer is daarvoor veel te gering. Beoordeling kan ook eigenlijk alleen maar goed tot stand komen in samenwerking met de leerling. Het spreekt bijna vanzelf dat we hier in het PLON nogal wat problemen tegen komen met rapportage naar ouders, cijfergeving en dergelijke.

Het spreekt natuurlijk vanzelf dat al deze verschillende beweringen ook

nog allerlei onderlinge relaties hebben. Het PLON-werk is in feite het voortdurend nadenken over hoe deze dingen met elkaar te maken hebben en wat dat voor de klaspraktijk betekent.

Een paar voorbeelden

I. Het hoofdstuk "Werken met Water"

Natuurlijk kan ik hier niet alles over uitleggen, maar ik wil een paar opmerkingen maken die iets toelichten van wat we willen. Hieronder (figuur 3) staat een overzicht van de samenstelling van het materiaal in de 1e en 2e versie.

WERKEN MET WATER 1e versie Aktiviteitengids Leestekst 14 werkbladen A,B,C 6 demonstratiewerkbladen Film "Eb en Vloed" Getijtafels	WERKEN MET WATER 2e versie Leerlingengids Leestekst 14 werkbladen I (oriëntatie) 9 werkbladen II (vervolg) 6 demonstratiewerkbladen Werkkaarten Films "Eb en Vloed" "Golven in de golfbak" Getijtafels Aanwijzingen voor de leraar (AVOL) Apparatuurgids.
--	--

figuur 3

Wij praten over "water" en niet over "vloëistof". Alleen al het gebruik van dat woord bevordert de herkenbaarheid en konkreetheid.

Er zijn, zeker in de 2e versie, zeer veel mogelijkheden voor leerlingen om hun doelstellingen zelf in te vullen en hun leerstof zelf te kiezen.

Er kan gewerkt worden met film. Leerlingen kunnen zelf voor de klas demonstraties houden (kommunikatie!). Vooral de keuzevrijheid heeft in de revisie een belangrijke rol gespeeld. In de eerste versie waren er slechts 3 series werkbladen ("op", "in" en "stromend" (water)) die door iedereen allemaal voor een belangrijk deel moesten worden doorgewerkt. In de tweede versie is dat allemaal anders: veertien oriëntatiebladen, die in vrijheid gekozen kunnen worden met daarna voortzetting naar believen met diepergaande onderzoekjes. Dit garandeert veel beter dat iedere leerling zijn eigen belangstelling kan volgen.

Een ander belangrijk punt uit de revisie was het volgende: uit evaluatiegegevens kwam te voorschijn dat iedere leerling wist dat druk dieper onder water groter wordt. Maar niemand snapte de proef uit het werkblad ("Dieper") dat daarover ging. Bij nadere beschouwing bleek ook in andere werkbladen een dergelijk euvel voor te komen: de overgang tussen het ondergaan van een beleving of ervaring (onder water wordt de druk groter) en het fysische onderzoek (bepaal hoeveel de druk toeneemt met de diepte met behulp van deze meter) bleek veel te snel te zijn. Bij analyse van de andere werkbladen bleek die overgang bijna in ieder werkblad op te sporen te zijn doordat leerlingen daar plotseling erg onzinnige antwoorden gingen geven of helemaal niets meer opschreven. In de tweede versie hebben we een poging gedaan die overgangen meer stapsgewijs en geleidelijker te laten plaatsvinden, mede door de onderscheiding tussen oriëntatie- en vervolgwerkbladen.

II. Een filmpje als test

Het tweede voorbeeld komt uit het hoofdstuk "Ijs, water, stoom". Na dit hoofdstuk krijgen leerlingen een filmpje aangeboden. De bedoeling is dat leerlingen zelf uit dat filmpje een aantal vragen destilleren en zodoende een probleem formuleren. Dat probleem kunnen ze dan volgens een eigen strategie proberen op te lossen. Daarmee worden ze zich bewust van hun eigen mogelijkheden en beperkingen en de verschillen met anderen. Ze kunnen dan voor zichzelf kiezen hoe ze zelf problemen tot een oplossing willen brengen. Op de film is het volgende te zien:

+ De proefopstelling

een bekerglas gevuld met water, op een metalen gaasje, op een driepoot.

In het water een ander - kleiner - bekerglaasje, omgekeerd op de bodem van het grotere bekerglas, ook helemaal vol water.

Onder het grote bekerglas een gasbrander.

+ De gasbrander wordt aangestoken

+ In een tien maal versnelde opname is te zien wat er dan allemaal gaat gebeuren

. er verschijnen bellen die opstijgen

. het niveau in het kleine bekerglaasje zakt

+ Hierna volgt een opname op normale snelheid. Daarna ziet men

. het kleine bekerglaasje gaat omhoog en zakt weer (4 keer)

. het kleine bekerglaasje gaat tenslotte omhoog en blijft boven 'drijven' (op dit ogenblik wordt de gasbrander verwijderd)

. het waterniveau in het 'boven drijvende' kleine bekerglas daalt

. het kleine bekerglas zakt naar beneden en gaat omhoog (2 keer)

+ Daarna volgt weer een tien maal versnelde opname. Daarin is te zien wat er dan tijdens het afkoelen gebeurt:

- als het kleine bekerglas op de bodem van het grotere bekerglas rust stijgt het waterniveau in dit kleine bekerglas.

De leerlingen krijgen de opdracht om - liefst in paren - problemen uit dit verschijnsel te verzamelen. De problemen moeten door middel van een vraag zo specifiek mogelijk worden geformuleerd. Er mogen meerdere vragen door een zelfde groep leerlingen worden geformuleerd.

Vervolgens kunnen de leerlingen aan de oplossing van één of meer door hen-zelf geformuleerde vragen werken.

De leerlingen wordt gevraagd hun oplossingsstrategie in een rapportje (procesverslag) te noteren. Ze kunnen beschikken over materiaal waarmee ze kunnen experimenteren en ook over leestekens betreffende onderwerpen die bij het verschijnsel optreden.

Konklusies

De konklusies die hieronder staan vermeld berusten op een aantal observaties in klassen. Vanwege het verkennend karakter van het onderzoek is er niet naar gestreefd alle gegevens over dit onderzoek systematisch te verzamelen en verwerken. Bovendien zijn op dit moment nog niet alle gegevens verwerkt.

Over de presentatie van het verschijnsel d.m.v. film

- De beelden van de opstelling bij het begin van de film zijn niet duidelijk

- Het verwijderen van de gasbrander moet duidelijker in relatie worden gebracht met het 'boven blijven drijven' van het kleine bekerglas

- De presentatie geeft ruimschoots gelegenheid om vele min of meer specifieke vragen bij leerlingen op te roepen.

Over het verzamelen/formuleren van problemen/vragen

- Het blijkt dat leerlingen van deze leeftijdsgroep (13-14 jaar) erg gericht

- zijn op detailspekten en niet op het verschijnsel als geheel
- Het goed formuleren van de vragen levert voor een groot aantal leerlingen problemen op.

Over het oplossen van de probleemstellingen

- Het blijkt dat de leerlingen erg gericht zijn op het bereiken van resultaten - dus op de juiste oplossing - en veel minder op de manier waarop de oplossing gevonden wordt. Toch blijkt dat leerlingen op min of meer uiteenlopende manieren hun problemen oplossen.

Tenslotte

De gekozen procedure biedt de leerlingen mogelijkheden problemen te leren verzamelen en oplossingsstrategieën te bedenken. De procedure zal wat meer gericht moeten worden op oplossingsprocessen dan op de oplossing zelf. Protokol formulieren waarop leerlingen hun oplossingsstrategie kunnen noteren geven hiertoe wellicht mogelijkheden. Een experiment hiermee wordt momenteel voorbereid.

De relatie met de proefschoolleraar

Het spreekt eigenlijk vanzelf dat de wijze waarop wij al deze dingen samen met de proefschoolleraar willen bereiken aan gelijksoortige voorwaarden moet voldoen als die ik net heb genoemd voor het proces in de klas. In verhoudingen uitgedrukt staat de PLON-projektgroep zo'n beetje tot de proefschoolleraar als de proefschoolleraar staat tot zijn leerlingen. Voor de proefschoolleraar is zelfwerkzaamheid, aansluiten aan zijn eigen ervaringswereld, feedback krijgen, nut inzien, vakdeskundigheid van de projektmedewerkers (en vul zelf verder maar in) natuurlijk net zo belangrijk als voor zijn eigen leerlingen. Maar daar kan Frank Seller U meer over vertellen.



1.4. Ervaringen met PLON-materiaal

F. Seller

De indeling van mijn verhaal zal in grote lijnen hetzelfde zijn als de indeling die Kees Groen in zijn verhaal hanteert. We zullen immers dezelfde aspecten bespreken en vaak ook gelijksoortige problemen, die we in de praktijk zijn tegengekomen, signaleren.

Dat betekent niet dat mijn verhaal en dat van Kees Groen zonder meer gelijksoortig zijn. Integendeel.

Het grote verschil is dat U net de materiaalontwerper gehoord hebt en dat nu de materiaalgebruiker aan het woord is. Maar ook dat is niet voor de volle honderd procent juist. In de praktijk zal een proefschoolleraar tijdens het werken met het ontworpen lesmateriaal, willen toetsen of uitgangspunten van de ontwerper realiseerbaar zijn. En anderzijds ziet de materiaalontwikkelaar bij het vertalen van zijn uitgangspunten in het concrete materiaal steeds de proefschoolleraar meekijken over zijn schouder.

Een soort rolverwisseling die zich op dezelfde manier voordoet als U, als leraar, in moet schatten of een bepaald stuk lesmateriaal dat U gemaakt hebt voor Uw leerlingen, voor hen wel werkbaar is.

Ik zal in mijn verhaal dus ook af en toe in de huid van de materiaalontwerper dienen te kruipen, zoals ik dat bij mijn lesvoorbereiding en in de klas ook doe.

De indeling van mijn verhaal is betrekkelijk chronologisch. Allereerst wil ik iets zeggen over de redenen waarom wij, in de sectie, proefschool wilden worden; dan iets over de verwachtingen die wij hadden bij de aanvang van ons werk als proefschoolleraar.

Wat voor veranderingen het materiaal in mijn leraarschap heeft bewerkt en hoe ik denk en ervaar dat leerlingen leren met dit materiaal, is datgene waar het in dit verhaal voornamelijk over gaat, als ik over het eerste wat meer zeg dan over het tweede, is dat niet omdat ik het leerling-leren minder belangrijk zou vinden, maar omdat het in dit bestek om leraarservaringen gaat.

Tot slot wil ik een paar dingen zeggen over de relatie ontwerper-gebruiker, zoals wij die op school ervaren.

UITGANGSPOSITIE

De school waar ik werk is het Niels Stensen College in Utrecht; een school voor havo en atheneum. De school telt al een aantal jaren gemiddeld 850 leerlingen en is na een aantal jaren noodlokalen nu gevestigd in een echt stenen gebouw met voor de sectie een goede praktikumoutillage en redelijk wat experimenteermateriaal. Alleszins reden tot tevredenheid.

Een tevredenheid die zich ook uitstrekt tot de samenwerking binnen de sectie. En dan ontstaat er langzamerhand het gevoel dat je iets meer zou willen dan de methode, waarmee je werkt, je eigenlijk biedt. Zoeken naar de stap verder. Een aantal Woudschotenkonferenties had ons gevoelig gemaakt voor veranderingen, en ons toch wel wat richting gegeven. Op bescheiden schaal improviseerden we wat - experimenteren is een te beladen woord voor wat we deden - met andere werkvormen, met projektachtige aanpak, met het tijdelijk loslaten van leerboek en programma. Maar aan het konsekwent vertalen van wat je wilt tot materiaal dat je in de cursus inpast, waren we niet toe. De buitenlandse projekten hielden hun aura van ideaal en onbereikbaarheid. Toen dan ook het PLON al enige tijd van start was en materiaal wilde gaan uitproberen, zochten wij het contact met heel duidelijk in ons achterhoofd de wens om proefschool te worden.

We verwachtten daarbij dat we in een PLON-project niet zouden vastlopen of ontsporen gedurende het experiment, omdat het eindpunt niet meer duidelijk zou blijven. De smalle weg van het zelf-experimenteren op de eigen school leek ons voorshands te moeilijk.

We verwachtten dat we niet zouden vastlopen in materiaalvoorziening, omdat dat van buiten de school zou komen.

We verwachtten dat het experimenteren in een groep scholen een stuk garantie zou zijn voor de haalbaarheid binnen de school.

Bovendien was het niet het materiaal alleen dat ons interesseerde; het ging ons ook om veranderingen in ons gedrag als leraar, om andere werkvormen, een grotere vrijheid en een groter plezier voor leerling en ook voor ons. Om de discussie met de ontwikkelaars, die een belangrijk hulpmiddel zou zijn om ons onze eigen leraarsrol te laten kennen en daaraan te werken.

MATERIAAL STUURT DE LERAAR

Het PLON-lesmateriaal is voor elk hoofdstuk (ook wel unit genoemd) als een kant en klaar pakket-van-mogelijkheden te beschouwen. Ook in de nu lopende experimentele versies. (En hoe straks een definitieve unit er ook uitziet, in de experimentele fase gaat het erom de mogelijkheden van het lesmateriaal te toetsen in de praktijk van alledag.)

Bij dat pakket van mogelijkheden zal ik als leraar nog moeten beslissen hoe ik de mogelijkheden zal gebruiken, welke accenten en keuzes de klas van mij verlangen zal; ik zal ruimte moeten laten om eventuele impulsen vanuit de klas te vertalen in termen van lesmateriaal of lesorganisatie.

De lesvoorbereiding betekent dus bewerking van het leerpakket van de komende unit voor de klas die er mee werken gaat. De werkvormen en presentatie die je als leraar kiest om het materiaal in de klas tot zijn recht te laten komen kunnen van docent tot docent verschillen en van klas tot klas, al naar gelang de geaardheid. Maar daarbij kun je de opbouw door de hoofdstukken heen niet geheel loslaten; en in die opbouw hebben de PLON-ontwikkelaars een reeks van werkvormen gebruikt, althans - in het materiaal, zoals het de leraar bereikt, neergelegd.

Zo is unit 4 met als thema LUCHT en als werktitel: "Leven in Lucht" uitgewerkt in kaders voor zes mogelijke projecten rond het thema lucht.

Als leraar kom ik, denk ik, niet langs project-werk heen op dit moment, in de klassen die ik nu heb.

Ik denk dat, omdat in hetgeen de leerling tot op dit moment heeft meegeemaakt en beleefd in de klas, het slechts een volgende en logische stap is. Maar dat is heel duidelijk een interpretatie van mijn kant van het materiaal zoals een leerling het ideaal heeft beleefd. En zoals ik het zelf heb beleefd. Maar ik zal nog wel moeten nagaan of ik de leerlingen juist inschat. Ik wil dat toelichten aan de hand van de leerstof van het eerste halfjaar.

eerste unit: eerste verkenning in de natuurkunde, wennen aan de grenzen van het vak, aan het lokaal, wennen aan het in groepjes werken, wennen aan het ontdekkend bezig zijn, de zelfgestuurde werkopdrachten, snuffelen aan diverse natuurkundige onderwerpen, een eerste oefening in communicatie over natuurkunde

tweede unit: mensen en metalen, wat gerichtere onderzoekjes met enige onderlinge verbanden, koppelen aan toepassing in techniek, in huis en keuken, naar industrie en energie.

Beleving van het feit dat alle leerervaringen met elkaar een heel grote omvang hebben, zowel in diepte als in breedte door het hoofdstuk af te ronden met een tentoonstelling over metalen.

derde unit: werken met water en die heet bij mij in de praktijk WERKEN met water.

Afgezien van de leerstofaspecten in de organisatievorm, waar ik straks

nog op terug wil komen, biedt het een skala van proefjes. Proefjes die je globaal doet, die je doet om het precies te weten, te leren hoe het zit, proefjes die je doet ter verifikatie van een stuk gelezen en bestudeerde leerstof of iets dat je gelezen hebt in de achtergrondbibliotheek in de klas.

De leerling zal moeten kiezen wat hij doet, hoe diepgaand hij het doet, of hij zijn eigen ideeën in proefjes omzet, of hij veel achtergrondinformatie leest over proefjes voor hij eraan begint, welke plaats het experiment in zijn beleving inneemt en in zijn kennisverwerving.

vierde unit: waar die ook over zou gaan,

in mijn voorbereiding zou ik konstateren (c.q. hopen te konstateren) dat de leerling heeft ervaren;

1. dat je eigen dingen kunt ontdekken,
2. dat je daarvoor je eigen planning maken kunt en die kunt bewaken,
3. dat je zelf kunt bepalen met je groep hoe breed je wilt gaan of hoe diep,
4. dat je onderling ervaringen zo kunt uitwisselen dat je weer verder kunt als je vastzat,
5. dat zijn leerproces in goede banen loopt (beoordeling), ook al is de werkvorm anders dan hij tot dan gewend was.

De ontdekkingsreis die elke unit weer is, kan vanuit de vijf bovenstaande leerling-ervaringen worden onderbouwd tot een eigen-ontdekkingsreis. In zo'n geval is een organisatievorm als projektwerk een evidente keuze.

Overigens krijg ik de indruk dat het weer terugkomen van die leerling-ervaringen in volgende hoofdstukken, het bevestigende karakter ervan, door de leerling als belangrijk wordt ervaren, in die zin dat hij graag wil zien hoe serieus de leraar zijn (= de leerling) ervaringen neemt.

LERAAR STUURT HET MATERIAAL

Bij de aanvang en voorbereiding van de vierde unit zou ik ook wel tot de ontdekking kunnen komen dat de situatie niet zo ideaal is, dat aan een aantal van de veronderstelde leerling-ervaringen niet is voldaan. Of dat ik er als leraar gewoon te weinig vertrouwen in heb dat alles in goede banen zal lopen, - misschien omdat ik alleen maar te hoge eisen stel aan de beginsituatie -. Ik kan me voorstellen dat ik de planning die leerlingen doen voor hun werkprogramma, veel te zwak vindt; en dat ik het dus niet klaar zal spelen om zowel in alle groepen de planning te koördineren en te bewaken en tegelijkertijd bij de lopende experimenten hulp te bieden.

Dan zal ik een ander spoorboekje moeten maken voor deze unit; en wel één waarbij het aspekt planning geoefend kan worden. Bij voorbeeld (en dat voorbeeld geeft een stukje interpretatiemogelijkheid van het lesmateriaal en een stukje taak van de leraar):

- vanuit de centrale leestekst aan kleine groepjes met ongeveer gelijke belangstellingsgebieden, gerichte opdrachten geven; waarbij ze een door mij gemaakte planning moeten bewaken en bijhouden,
- gedurende die eerste fase met elke groep een planningsverandering proberen te realiseren,
- op een zeker tijdstip groepjes met aanvullende kennisgebieden samenvoegen en een gezamenlijk plan laten maken voor een of meer vervolgoopdrachten,
- afsluiten met enige klassikale experimenten en een stuk tekst waarin van alle groepen iets terug komt,
- groepsdiskussie over het bereikte, dus ook over de werkvorm en het oefenen van het aspekt planning.

In dit voorbeeld komt naar voren dat de leraar naar behoefte het materiaal hergroepeert en dat die hergroepering gericht kan zijn op het effectief kunnen hanteren van vaardigheden binnen een werkvorm.)Of, en dat kwam er in dit voorbeeld niet uit, op manieren van kennisverwerving, op kunnen kiezen,

op het kunnen kommuniseren over natuurkunde etc.)
Maar ook wordt duidelijk dat de beslissingen van de leraar het materiaal anders te ordenen voortkomt uit, of samenhangt met de evaluatie van vorige thema's; evaluatie van zowel het leerlinggedrag t.a.v. een aantal kriteria, als van de eigen leraarsrol.

De leraarsrol bepaalt vaak in hoeverre je gedurende een werkperiode kunt bijsturen. Bijsturen en aan de leerling-zijn-eigen-weg rechtdoen is een afwegen van ingrijpen tegenover aanwijzingen geven, van sturen tegenover mogelijkheden bieden. In zulke gevallen is de leraarsrol niet wat ik ben of hoe ik doe, maar hoe de leerling mij ziet. Nu ziet de leerling mij in veel rollen. In één unit toen ik achtereenvolgens koördinator van het klassegebeuren, verstrekker van experimenteermateriaal, grossier in leersituaties, organisator van kommunikatie-mogelijkheden, begeleider van groepsactiviteiten, controleur van antwoorden. Nu wil ik in het geheel niet beweren dat ik die rollen vorig jaar niet speelde, toen ik nog niet met PLON-materiaal werkte, integendeel. Alleen mijn rolwisselingen waren niet zo frekwent en niet zo divers en zeker veel minder duidelijk zichtbaar.

Die snelle rolwisselingen die je hebt t.o.v. éénzelfde leerling, maken voor mij dat de hiërarchische afstand leraar-leerling kleiner wordt (en in sommige gevallen bij mijzelf plaats maakt voor een lotsverbonden amikaliteit; het is ook mijn ontdekking als ik 't klaarspeel dat dat joch toch nog zijn ontdekkingen doet over en met een gaatjeskamera; een ontdekking waar hij al niet meer in geloofde).

Ik geloof dat op de keper beschouwd de leerlingen mij meer als vakman zijn gaan zien die zorgt dat het proces voortrolt; het proces van ontdekken, van kennis verwerven, het proces van achter de dingen kijken, het proces van bezig zijn.

TAALGEBRUIK

Een aspekt dat heel bepalend is voor hoe de leerlingen mij zien is het taalgebruik. Het taalgebruik van het lesmateriaal en het eigen taalgebruik van de leerlingen bepalen wat mijn eigen taal kan en mag zijn. Het lesmateriaal probeert in te spelen op het relevante in het waarnemingsveld van het kind; het moet aanzetten tot leeractiviteiten en de leerling gelegenheid geven een nog niet door hem verwoord probleem te verkennen. De ontdekking die de leerling doet en hetgeen hij opschrijft aan waarnemingen, ervaringen en eventueel konklusies wordt op datzelfde taalniveau gedaan. De leerling schrijft op dat hij dit of dat gedaan heeft en een voorzichtige konklusie zal ook op hetzelfde niveau gedaan worden.

In geval van stromend water door een horizontale buis zal hij schrijven (en denken): "Als ik de buis langer maak, dan gaat het niet zo hard." In de tekst verwijzen naar de konkrete ervaring komt zo vaak voor dat het naar mijn gevoel geen toeval is. Ik zou dit taalniveau van de leerling willen vervangen in de term demonstratieve taal (1).

Als je in deze fase als leraar wilt aansluiten bij de ontdekkingen en ervaringen van het kind zul je elk gesprek moeten beginnen op het demonstratieve taalniveau. Pas als je meerdere ervaringen aan elkaar kunt koppelen en de leerling er aan toe is, kun je uitspraken aan elkaar relateren. De uitspraak van de leerling wordt minder aan één experiment gebonden maar aan gedane waarnemingen uit een paar proefjes. De uitspraak van de leerling wordt dan bijvoorbeeld: "Als ik de buis langer maak, stroomt het minder snel en er komt ook minder water uit." Aan het invoeren van wat formelere begrippen als snelheid en stroomsterkte komt de leerling niet toe omdat die begrippen in zijn ogen met de gedane experimenten weinig binding hebben. De leerling voelt dat hij moet kijken naar wat het water in elke situatie doet.

Het aansluiten bij het demonstratieve taalniveau betekent ook dat de leerling het gevoel heeft dat de afstand leraar-leerling kleiner is geworden; dat ik deel heb aan hun experimenten. Bij het groepswerk funktioneer ik dan ook vaak als een extra groepslid, die extra informatie inbrengt of extra mogelijk-

heden aanreikt als de groep er aan toe is.

OVER BEOORDELING

Over beoordeling kan ik nog niet zoveel zeggen als ik eigenlijk zou willen. Ik moet er wat kort over zijn, omdat de opgedane ervaringen van korte duur zijn en de beginsituatie in het tweede leerjaar zich niet zo heel duidelijk leent tot toetsen.

Ik denk dat er onder de proefschoolleraars zowel mensen zijn die willen beoordelen om cijfers te kunnen geven, omdat de schoolorganisatie dat nu eenmaal eist, als mensen die beoordeling voornamelijk willen gebruiken als feedback naar de leerling. Wel zijn allen ervan overtuigd dat je werkend met PLON-materiaal je je toets-instrumentarium zult moeten uitbreiden, omdat het materiaal erom vraagt. Je werkt anders, dan toets je ook anders. Maar hoe? Strak redenerend over toetsen kun je zeggen, dat de toets informatie geeft over iets; dat betekent wel dat je bij de konstruktie van de toets weten moet waarover je iets weten wilt, en liefst daarbij ook nog waarom; dat je op die aspecten een toets probeert af te stemmen. En als dat dan allemaal lukt blijft nog de grootste vraag over: "Voor wie is die informatie waarvoor van belang?" Proberenderwijs komen uit de proefscholen modellen voor toetsjes waarmee geprobeerd wordt iets zichtbaar en meetbaar te krijgen van creativiteit, handigheid, doorzicht in experimentele situaties, concentratievermogen etc. Ik formuleer het heel voorzichtig omdat het grote woorden zijn voor een voorzichtig begin. Aspecten als doorzettingsvermogen - leiderschap - verantwoordelijkheid voor de groep-zelfstandigheid kun je zelfs beter niet in een geforceerde toetssituatie bekijken; zullen dus in het normale lesverloop moeten worden geobserveerd. Ik heb het gevoel dat de voor de leerling afwijkende toetsvormen en toetsingsaspecten straks zullen helpen om hem gevoelig te maken voor de middels Observatie over hem verkregen informatie. En dat in die tweede klas-situatie die informatie tussen leraar en leerling kan worden gebruikt om de leerling over zichzelf konklusies te laten trekken, met hulp van de leraar. In een later stadium (derde klas b.v.) zullen leraar en leerling niet alleen konklusies moeten trekken, maar daar ook een beslissing aan moeten koppelen, b.v. t.a.v. pakketkeuze op havo en A/B-keuze op vwo.

LEERLING-LEREN MET PLON-MATERIAAL

De leerling leert, denk ik, lang niet zo bewust als vroeger, en zeker op een ander taalniveau. De leerling is bezig, kijkt, doet dingen, noteert wat zaken, vraagt informatie aan klasgenoten of leraar, zoekt iets op in een boek. En sluit met een zekere tevredenheid een werkblad af. En toch komt er aan het eind van elke unit de mededeling: "Maar, meneer wat hebben we nu eigenlijk wel geleerd?" En vervolgens soms, bang om mij te kwetsen, "Het is wel leuk hoor, maar".

Ik denk dat de leerling zijn bezig zijn met natuurkunde afzet tegen het leerprestaties leveren in andere vakken en geholpen moet worden om duidelijk te krijgen wat er nu gebeurt. Mijn antwoord is vaak tegen die leerling: "Alles wat je opgeschreven hebt, en alles wat je vergeten bent op te schrijven ook". Hoongelach. En terecht. Zo'n kreet dien je wel waar te maken.

In een volgende les kom ik dan met een grote lijst van korte feitjes, korte interpretaties en kleine vraagjes die geënt zijn op de dingen die de leerlingen in hun proeven zijn tegengekomen. Er zijn vragen bij waarop ze het antwoord allang wisten, maar zich nog niet gerealiseerd hadden waarom het antwoord zo luidde. (Voorbeeld: na een proef met schaduw- en lichtbeelden: Kan een schaduw ook groen zijn?).

Verder moeten ze op die vragenlijst aangeven of ze het antwoord al wisten voordat ze de tweede klas in kwamen. En dan halen veel leerlingen verlicht adem. Want ze hadden zich echt zorgen gemaakt over hun leerstof, en zien nu dat ze wel veel geleerd hebben.

Hierboven suggereer ik dat ik bij het werken in de klas de informatie die de leerling opslaat in zijn eigen taal, door hem niet wordt gerekend tot verworven leerstof. Ik denk dat ik dat duidelijk kan maken met een ander klein voorbeeld niet uit de klas, maar uit mijn huis. Een jongetje van 4½ jaar, petekind, is op bezoek, bekijkt een plaatjesboek met dieren en benoemt ze voor mijn eigen zootje van 2 jaar. Tegen een miereneter zegt hij meteen en heel korrekt: miereneter. Ik, heel verbaasd, vraag hem: "Zo, dat is goed. Van wie heb je dat geleerd?" Antwoord: "Dat heb ik niet geleerd. Dat heb ik altijd al geweten, Ja." Een ander feit dat hiermee verband houdt moet ik nog noemen. Of het algemeen geldig is weet ik niet, maar ik vermoed het wel. Tijdens het bezig zijn met een leerproces op zijn eigen taalniveau is de leerling niet kritisch voor zichzelf. Dat zie je in heel veel uitgewerkte werkbladen terugkeren. Maar voor anderen en zeker bij frontale situaties, zoals afsluitende demonstratie-experimenten voor elke groep bij het einde van een unit, dan leggen ze elkaar het vuur erg na aan de schenen met een serie "Waarom-dan"-vragen. (Maar ze houden plotsklaps op als ze de machteloosheid van de ander voelen).

Mijn eigen rol bij het leerling-leren heeft aan het eind van een hoofdstuk een bevestigend karakter, zowel naar de leerstof als naar de werkvorm.

Ik probeer te laten zien wat er allemaal geleerd en ervaren is; hoe dat de leerling bijblijft en hoe de manier van werken zich leende tot het opdoen van ervaring en kennis.

Gedurende het hoofdstuk voer ik in de kleine werkgroepjes gesprekken over het stuk onderzoek waar de leerlingen mee bezig zijn.

Ik spreek dan hun taal. Zeker als ik ze over een dood punt moet heen helpen - en die vraag van "wat moet ik ermee?" en "waarom moet dat nu zo?" komt vaak terug - of als ze om konkrete uitleg vragen.

Een stukje uitleggen in formele bewoordingen of een probleem ontleden in een aantal "als - dan" stapjes is een veel simpeler bezigheid dan zoeken naar voor de leerling logische stappen op dat demonstratieve taalniveau. Wat voor mij als leraar slechts een evidente stap is, omdat het een implicatie is bijvoorbeeld, is op het leerlingniveau een skala van mogelijkheden die allemaal onderzocht moeten worden, omdat ze in zijn gedachten allemaal even logisch of onlogisch zijn. En om aan het einde van een proef het eindresultaat terug te koppelen naar het begin en de weg terug te gebruiken, is een gedachte die eenvoudig niet bij ze opkomt. Daarvan een voorbeeld.

Een groepje leerlingen onderzoekt de schaduwlengte van een rechtopstaande spijker in de zon, gedurende de gehele dag. Volgens de opdracht gaat het erom te zien wanneer de zon het hoogst staat. In de voorinformatie is dat gekoppeld aan de zuidrichting en aan de titel "De zon wijst de tijd." Bovendien hebben ze iets gelezen over zonnepijlers. Als ze klaar zijn staat op hun waarnemingsplankje keurig de zuidrichting aangegeven en een aantal schaduwlengtes met de bijbehorende tijdstippen. (Ze hebben het plankje gedurende de dag niet verschoven.) Het ziet er allemaal keurig uit en ik vraag de groep: "Als je nu dat plankje met al die streepjes mee naar huis neemt, wat zou je er dan mee doen?" Na lang aarzelen komt het antwoord: "Ik zou het thuis nog een keer kunnen meten." En na een waarschijnlijk wel verbaasde blik van mij wordt er haastig aan toe gevoegd: "Ik zou het nog een keer nauwkeuriger kunnen meten." Als ik op dat moment had gezegd dat ze toch een pracht van een werkende zonnepijler voor zich hadden liggen, dan was ik de onlogisch denkende in het groepje geweest. Want ze waren toch bezig geweest te meten wanneer de zon het hoogste stond.

PROEFSCHOOL-ZIJN

Het proefschoon-zijn komt naar mijn gevoel op de school voornamelijk naar voren in twee facetten: materiaalevaluatie en leraarsbeleving.

Over de materiaalevaluatie kan ik wat vertellen, omdat wij het vorig schooljaar, wetende dat we dit jaar met het PLON-materiaal zouden gaan werken, met unit 3 Werken met Water hebben proefgedraaid. Die vier à vijf weken bezig zijn leerde ons o.a. dat leerlingen met veel plezier met het natte medium "aankomst" en toch veel leerden. Maar ook dat het leerproces, zoals het door

de werkbladen werd gestuurd, niet voor alle leerlingen voldoende tot zijn recht kwam. Waarom gebeurde dat bij ons? Afgezien van een aantal school- en klaskondities die daaraan bijdroegen, was er de mogelijkheid dat veel werkbladen eenzelfde structuur hadden en dat de eindfase van elk werkblad te hoog lag.

Elk werkblad begon met een oriënteringsfase, gevolgd door bewustwording van hetgeen gemeten en gedaan kon worden en dan een aanzet hoe een leerling verder zou kunnen werken. De overgang van leerhouding die daarbij van de leerling werd gevraagd was waarschijnlijk te groot en was niet vertaald in termen van leeractiviteiten. Zelfs denk ik dat er leerlingen waren die het einde van een werkblad niet begrepen omdat het uit hun realiteit verdween, b.v. door het vragen van formelere konklusies.

Bij de nabesprekingen hebben wij gesuggereerd werkbladen te laten eindigen op het moment dat het formelere einde begint om leerlingen de gelegenheid te geven op hun demonstratieve niveau te blijven en anderzijds door combinaties te maken van werkbladen voor leerlingen die dat willen een duidelijke leerweg af te bakenen tot op het formele niveau.

Geïnteresseerden verwijs ik voor verdere informatie op dit punt naar de AVOL (Aanwijzingen voor Leraren) van unit 3 (2).

De leraarsbeleving van het proefschoon zijn komen naar voren in de discussies vooraf en gedurende de unit op school over de manieren waarop je als leraar de bedoelingen van het lesmateriaal kunt realiseren in je klas. Daarbij is je eigen leraarsrol onderwerp van gesprek.

Hoe ik die rol beleef zit eigenlijk al door het verhaal heen geweven; toch wil ik dat nog even samenvatten:

- ik bereid mijn lessen anders voor; ik tast de beginsituatie van de leerlingen af op vaardigheden en minder op kennis.
- ik werk op een ander taalniveau, zeker bij het onderwijsleergesprek,
- ik denk dat ik leerlingen nu meer kan leren,
- ik merk dat ik mijn rol en functie in de klas voortdurend moet bijstellen naar de situatie die vanuit de leerling gedacht nodig is,
- ik zie beoordeling van leerlingen meer als een hulpmiddel om met de leerling feed-back te bespreken,
- ik heb het gevoel dat ik duidelijker ervaar in de klas hoe leerlingen leren.

Dat ik dit hier zo opsom betekent niet dat al die dingen opeens allemaal veranderd zijn. Integendeel, ik denk dat het lesmateriaal gebruiken en moeten invullen geleid heeft tot een stuk bewustwording van hoe ik les kan geven, met dit PLON-materiaal.

1) Prof. Dr. H. Freudenthal in: Gesamtschule Konferentie 1973, blz. 94 e.v.

2) AVOL Werken met Water, PLONin 76-1109.

1.5. Groepsonderwijs natuurkunde aan het St. Vituscollege te Bussum

W.J.G. Schraven

Verslag van de lezing gehouden op de Woudschotenkonferentie.

Aangezien deze tekst pas na de lezing is opgesteld, zal dit verslag niet woordelijk samenvallen met de lezing.

Dames en Heren,

Het doel van deze lezing is verslag te geven van een stuk onderwijsverandering zoals dat de laatste 6 jaar op het St. Vituscollege heeft plaatsgehad: n.l. de ombouw van klassikaal naar groepsonderwijs.

De keuze van hetgeen ik wil vertellen uit de veelheid van ervaringen is moeilijk. U vormt een erg heterogene groep. Veel wat ik ga vertellen zal voor een aantal van U niets nieuws zijn, terwijl voor sommigen van U het erg onduidelijk zal blijven. Een situatie die bij klassikaal onderwijs altijd problemen geeft.

Ik zal mij daarom hoofdzakelijk beperken tot praktijk-ervaring en slechts nu en dan wat inhoudelijks ter sprake brengen.

A. Een historische schets

Iedere vorm van verandering heeft zijn wortels in een onvrede met de bestaande situatie. Toen 6 jaar geleden Ton Smit, Bart Westerveld en ik elkaar op het St. Vituscollege als natuurkundedocenten en oud-studiegenoten ontmoetten hadden wij ieder al een paar jaar lesgegeven. We vonden elkaar in de kritiek die wij hadden op onze eigen manier van lesgeven. Een kritiek die vanuit 3 verschillende invalshoeken kwam:

- vanuit de dagelijkse lespraktijk (je praat zo vaak over de hoofden heen)
- vanuit het vak (natuurkunde is toch eigenlijk een doe-vak)
- vanuit een andere visie op opvoeding en onderwijs (leerlingen worden onmondig gemaakt).

Na veel gesprekken met o.a. de scheikundesektie op school, die al een aantal jaren met de W.E.I.-methode aan groepswork deed, besloten we het boek van Auer en Hooymayers te gaan gebruiken. De leerlingen zouden in groepen met elkaar over natuurkunde moeten gaan praten aan de hand van vragen uit het boek. Onze rol zou moeten zijn: begeleider van het leerproces binnen de groepen.

Een van onze belangrijkste ervaringen uit die tijd en ook nu nog is wel dat je ervaart hoe verschillend de taal is die de leerlingen gebruiken wanneer ze praten over natuurkundige verschijnselen én de taal die je als docent gebruikt. Zo verschillend dat je elkaar vaak niet begrijpt. Wanneer je goed luistert en vraagt, ervaar je hoe je als docent niet meer kunt kijken met het oog van iemand die nog geen natuurkundig kader heeft ontwikkeld. Ik geloof dat dit wederzijdse onbegrip veel problemen in een klas veroorzaakt.

Tijdens het begeleiden van de groepen stuit je steeds vaker op probleemstellingen en vragen uit het boek die voor een leerling niet te begrijpen zijn. Zo kwamen we ertoe bepaalde vragenreeksen uit het boek opnieuw ter discussie te stellen en zelf te herformuleren. Dit gebeurde steeds vaker en uitgebreider zodat we na een paar jaar in de tweede en derde klas een eigen leergang geschreven hadden. En ieder jaar werd aan de hand van de opgedane ervaring een herziene versie uitgegeven.

We ervaarden dat er pas sprake kan zijn van echt leren wanneer een probleem ook werkelijk een probleem is voor de leerling.

Dit voortdurend pogen de problemen ook voor jezelf duidelijk te krijgen duwt je met de neus op moeilijkheden die je zelf eigenlijk nooit echt begrepen hebt.

Je ontdekt voortdurend dat dingen die je vanzelfsprekend vond vanuit het natuurkundige kader onbegrijpelijk zijn wanneer je slechts in huis- tuin- en keukentaal kunt praten.

Na de wat rommelige begintijd kregen we ook wat beter zicht op het functioneren van leerlingen binnen een groep en van groepen binnen de klas. Dit werd ook steeds belangrijker voor ons. We ervaren dat onderwijs geven altijd inhoudt: met opvoeding bezig zijn.

B. De situatie nu

De leergang is inmiddels gereed voor 2, 3 en 4 havo/vwo. De aanzetten voor 5havo en 5vwo zijn gemaakt.

1. Een paar kenmerken van de leergang.

Ieder deel bestaat uit een vrij strak geleide reeks vragen en opdrachten. Het praktikum is volledig geïntegreerd en vormt een onmisbaar bestanddeel. Het wordt gebruikt om een probleem te stellen of een voorspelling te toetsen. Er is geen theorietekst. De leerlingen moeten zelf konklusies formuleren en formules opstellen. De vragen sturen het leerproces. Een groep kan een vragenreeks slechts dán zonder al te veel problemen doorlopen wanneer het voorafgaande begrepen is.

2. Hoe verloopt een lesuur?

Iedere les begint met het teruggeven van het verslag van het werk dat het vorige lesuur door een groep gemaakt is. Aan fouten in dit verslag wordt veel aandacht besteed. Iedere groep weet waar ze gebleven zijn en wat ze moeten gaan doen. De meeste groepen zijn dus met verschillende dingen bezig. Ze halen spullen spullen voor een experiment of bespreken vragen over een proef die ze gedaan hebben. De docent is begeleider. Hij weet waar de groepen zijn, welke problemen er gerezen zijn, wat hij met een groep moet bespreken etc. In de klassen 2 en 3 wordt hij, indien nodig, geholpen door de technisch onderwijs-assistent of amanuensis. Er is dus tijd om sociale problemen tussen groepen of binnen een groep te bespreken.

Er is een minimumtempo afgesproken. Binnen deze afspraak hebben groepen de vrijheid de vrijheid. Aan het einde van een les worden de verslagen van alle groepen verzameld en door de docent bekeken.

Er vindt dus iedere les een evaluatie plaats van iedere groep.

3. Doelstellingen.

Het formuleren van doelstellingen is i.h.a. niet iets waar je mee begint. De doelstellingen worden vaak pas expliciet wanneer je al een tijdje met veranderingen bezig bent.

Het heeft weinig zin een uitgebreide lijst van doelstellingen te geven. We leiden op voor het examen maar daarnaast spelen de pedagogische en sociale doelen duidelijk mee.

Ik zal er later nog op terug komen.

4. Plannen.

Zodra er behoefte bestaat aan verandering, hetzij bij de leerlingen hetzij bij de docenten, dan wordt daar iets mee gedaan.

We beschouwen de leergang in deze vorm als een basis waaromheen nog een

groot aantal activiteiten kunnen plaatsvinden (klassegesprek, projecten, vrije opdrachten, leesstukken, enz.).

5. Randvoorwaarden.

Een leerling zit in een soms wat gespleten situatie

bv. - hij zit in een les waarin hij niet mag praten en gaat naar een les waarin hij moet praten.

- er wordt soms kennis in zijn hoofd gepropt en soms moet hij het zelf te pakken zien te krijgen.
- wanneer hij blijft zitten moet hij hetzelfde leerproces ook bij natuurkunde nog eens doormaken.
- hij geeft zijn medewerking in een groep maar wordt individueel getoetst.

Het is nodig lijkt ons dat een hele sectie dezelfde werkvorm hanteert en dat ze op z'n minst ruimte krijgt om te werken.

C. Wat opmerkingen

1. Differentiatie.

In de praktijk worden vele vormen van differentiatie toegepast. Streaming, setting, tempo- en nivodifferentiatie. Toen ik erover nadacht wat wij nu aan differentiatie deden kon ik in eerste instantie niets vinden.

Geen van de genoemde vormen worden toegepast. Uit observaties die wij binnen het team eens hebben verricht bleek dat sommige groepen in een klas en sommige leerlingen binnen een groep systematisch meer aandacht kregen dan anderen. Dit betekent concreet dat de zwakkeren meer aandacht en begeleiding krijgen dan de beteren.

Ik noem dit differentiatie naar aandacht.

Dit heeft ook tot gevolg dat het tempo tussen groepen onderling niet te ver uiteenloopt en dat de minder bedeelden op een ook voor hen aanvaardbaar nivo mee kunnen.

Uit de hoeveelheid hulp die nodig is geweest kan de ll. zelf maar ook de docent een goede indruk krijgen over de mogelijkheden.

2. Pedagogische en sociale doelen.

Hier wordt veel over gepraat en geschreven, maar het lijkt moeilijk van de realisering voorbeelden te geven.

Ik zal een poging wagen.

- In de tweede klas moeten de ll. zelf groepen vormen. Na een aantal weken ontstaan vaak de eerste conflicten. Ik probeer de ll. bewust te laten worden wat er aan de hand is en ze tegen elkaar hun gevoelens te laten uitspreken. Ze moeten dan zelf een beslissing nemen over hoe ze aan de problemen willen werken. Als het nodig is treedt ik alleen op als een soort gespreksleider.
- Wanneer ll. een groep van 6 willen vormen dan mag dat, alhoewel ik weet dat het met zo'n grote groep moeilijk werken is, en dat hen ook vertel. Ik vind het belangrijk ze die ervaring te laten hebben.
- De ll. krijgen een grote mate van vrijheid. Ze kunnen die vrijheid gebruiken zoals ze willen.
Bij een verkeerde planning of "misbruik" volgt er altijd een gesprek.

- Wanneer één uit een groep het snapt moet hij het de anderen uitleggen. Ze zijn verantwoordelijk voor elkaar. Wie zich onttrekt kan zich moeten verantwoorden.
- Een leerling of een groep heeft uitdrukkelijk recht om kritiek te geven op leergang, docent of groepsleden.
- Regelmatig worden er evaluaties gehouden met de hele klas waarin ook problemen binnen een groep met de klas besproken kunnen worden. Lawaai is ook een probleem voor de klas.
- Wanneer een leerling ziek is geweest heeft de groep in eerste instantie de verantwoordelijkheid die leerling weer bij te werken.
- Ik probeer straf en beloning niet te hanteren. Beide handelingen maken een leerling nog meer van je afhankelijk dan hij al is. Wel echte reacties!

4. Maken materiaal.

In eerste instantie kan alleen de ervaring je wijzer maken geloof ik. Dat betekent dat in de praktijk vaak: probeer maar; schrijf maar iets: later praten we erover. Het pakt zo vaak anders uit als je denkt. Wel veel praten, lezen, proefjes zelf doen, enz.

5. Rol docent.

Tijdens de ontwikkeling van onze leergang veranderde de rol als docent nogal duidelijk. Je bent niet meer de bron der wijsheid. De "mooie" momenten, waarbij de klas "aan je lippen hangt", heb je niet meer in de hand. Het leren gebeurt in de groep tijdens de discussies. Wat je vroeger liet gebeuren op het moment waarop jij dat wilde zie je nu op afstand, soms wel als buitenstaander.

Hoe meer je overbodig wordt in dit leerproces des te beter gaat het en des te beter voel je dan dat je echt onderwijs gemaakt hebt.

6. Sfeer in de klas.

Omdat de ll. veel minder afhankelijk zijn van de docent kunnen ze veel meer in eigen hand nemen. Iedere ll. en iedere groep kan meer toegeven aan de behoeften die er op een bepaald ogenblik zijn. De sfeer is over het algemeen erg gezellig en gemoedelijk. Wanneer er een probleem is wordt erover gepraat. Het is niet meer nodig algemene sanktie klaar te hebben.

Soms vraag ik me ook wel eens af: In hoeverre is het enthousiasme en plezier waarmee je zelf werkt eigenlijk oorzaak van de gevolgen die je aan de werkvorm toeschrijft?

7. Reacties.

Vooraf in het begin kwamen er nogal negatieve reacties van zowel ll. en ouders als kollega's.

- ll. die wat onzeker worden omdat ze niet precies meer te horen krijgen wat ze moeten doen en wat nu "het goede" antwoord is
- ouders die opeens hun kinderen niet meer kunnen helpen en die slechte resultaten aan de veranderingen toeschrijven
- kollega's die vinden dat het maar een "rommel" is bij natuurkunde.

Wij zijn pas na een paar jaar begonnen met ouders en kollega's te informeren over achtergronden en konkrete uitwerking. Pas toen ook hadden wij het gevoel iets meer te bieden te hebben dan onze eigen onzekerheid.

D. Epiloog.

Groepsonderwijs kan!

Het lost zeker niet de problemen in het onderwijs op maar maakt m.i. een aantal minder nijpend en brengt een aantal andere naar de voorgrond.

De waarde van een onderwijsvorm is m.i. niet zozeer gelegen in het op korte termijn bereikte resultaat maar meer in de oprechtheid waarmee een mens in ontwikkeling geholpen wordt zijn weg te vinden. ,
Want een leerling is ook eens mens.

1.6. Begripsontwikkeling in het natuurkunde-onderwijs en op weg naar integratie van de natuurwetenschappen

P. Vegting

1. Inleiding

Ik zal hier op twee zaken aangaande het onderwijs aan het Twickelcollege ingaan.

Ten eerste: Onze huidige leergang natuurkunde, die wat principes betreft nogal afwijkt van wat gebruikelijk is.

In ons natuurkunde-onderwijs speelt groepswork een grote rol, maar op aspecten zoals de organisatie en de sociale kanten ervan hoef ik niet in te gaan. Daarvoor kan ik verwijzen naar het artikel van het Vituscollege, Bussum.

Ten tweede: We zijn op weg naar integratie van natuurkunde, scheikunde en biologie. Daarover slechts enkele woorden, omdat we nog niet erg gevorderd zijn met die integratie.

1.1. Basisideeën van onze cursus

Ik noem slechts enkele namen en ga er hieronder iets dieper op in:

- Wagenschein
- Toulmin
- Van Hiele
- Galpérin.

1.1.1. Wagenschein's opvatting is o.m. deze: je moet uitgaan van de leefwereld van de leerlingen. Je moet die voorstellingswereld van de kinderen niet amputeren door direkt natuurkundige kennis over te dragen. Je moet uitgaan van die voorstellingswereld en er voortdurend bij aansluiten.

We moeten derhalve beginnen met de leerlingen geleidelijk in te leiden in de natuurkunde. Wagenschein zegt zelf vaak: De leerlingen zijn op weg naar natuurkunde.

1.1.2. Toulmin (filosoof en adviseur van Nuffield):

Natuurwetenschap is niet alleen nieuwe kennis opdoen maar ook, en vooral: een nieuwe wijze van kijken naar bekende dingen.

De fysikus "ziet" lichtstralen, maar de leek ziet licht en schaduw. Je mag niet zeggen: schaduw, dus lichtstralen, want vanuit schaduw en licht kun je nooit logisch komen tot lichtstralen (die trouwens onzichtbaar zijn!).

Daarvoor heb je nodig: een nieuwe manier van zien: je ziet als het ware de gebeurtenissen als licht dat zich verplaatst van de lichtbron af, langs rechte lijnen (lichtstralen). Nu kun je het ontstaan van "licht" en schaduw verklaren.

Merk op dat het woord licht in "licht verplaatst zich" een andere betekenis heeft gekregen dan het woord licht in het dagelijks leven meestal heeft, zoals in licht en schaduw.

Heel vaak hebben woorden uit het dagelijks leven in de fysika een iets andere betekenis gekregen. In ons onderwijs spreken we de leerlingen toe in fysische taal, terwijl zij zelf nog vastzitten aan de betekenis uit de leefwereld.

Hetzelfde geldt voor belangrijke begrippen als kracht, gewicht, druk, energie, die in de leefwereld een globale en intuïtieve betekenis hebben en samenhangen met de eigen subjektieve beleving, maar in de natuurkunde een nauwkeurige en vaak andere betekenis hebben, een betekenis die afgesproken is en bepaald wordt door objectief vaststelbare kenmerken.

Dat sluit aan bij de ideeën van":

1.1.3. Van Hiele: In de vijftiger jaren is er in het wiskunde-onderwijs o.a. door de Van Hiele's een stuk vernieuwing tot stand gebracht. De principes daarvan zijn ook bij andere vakken zeer bruikbaar gebleken.

In het onderwijs moet je letten op de manier van redeneren van leerlingen, op de wijze van argumentatie.

Van Hiele kwam zo tot 3 nivo's:

Het aanwijzend nivo. Direkt zich aan de leerlingen voordoende objekten worden benoemd. In ieder vak begin je eerst met wat je direkt waarneemt en kunt benoemen zonder verdere analyse. Fysische zaken als energie (in de natuurkundige betekenis) kom je niet in dit nivo tegen. Wel bijvoorbeeld kracht op grond van het krachtgevoel (spierkracht). Maar meestal kun je kracht en energie niet aanwijzen.

Het beschrijvend nivo: Je beschrijft iets als je door middel van kenmerken iets analyseert.

De leerlingen gaan zorgvuldig de kenmerken na van het begrip en komen zo tot een analyse. (Kracht op grond van de uitwerking, zie verderop).

Het theoretisch nivo: De leerlingen redeneren vanuit het logische moeten van een theorie.

Dat laatste kunnen ze pas als ze het veld goed kennen, de begrippen zorgvuldig hebben opgebouwd en de relaties ertussen kennen.

De drie nivo's geven een volgorde in het onderwijs over langere tijd aan:

Je begint altijd met ervaring van wat zich direkt aan je voordoet, je begint met aanwijzen.

Vervolgens ga je begrippen op grond van kenmerken nauwkeurig afspreken. Er ontstaan daarbij netwerken van relaties. Zo hangen kracht, massa, gewicht, traagheid en versnelling met elkaar samen.

Tenslotte zie je dat je die relaties in een logisch geheel kunt onderbrengen: je maakt een theorie.

Enkele voorbeelden:

Aanwijzend: Als je zegt: een walvis is een vis, dan doe je die uitspraak op grond van de direkte aanschouwing, niet op grond van een analyse.

Beschrijvend: Als je vis en zoogdier door middel van kenmerken nauwkeurig hebt omschreven, dan kun je vaststellen dat een walvis geen vis is.

Aanwijzend: Licht: 't beeld is wat je op een scherm kunt aanwijzen.

In het beschrijvend nivo: Het beeldpunt is het punt waar de lichtstralen (die vanuit een lichtpunt uitgaan) samenkomen.

Je moet dan de afspraak kennen en het lichtdiagram kunnen analyseren.

Aanwijzend: De stof koolstof in een potje wijs je aan op grond van wat je ziet, zonder verdere analyse "dit is koolstof".

Geleidelijk leer je van die stof allerlei eigenschappen kennen. Die eigenschappen gaan deel uitmaken van het begrip koolstof, zodat je nu op grond van die eigenschappen vaststelt of iets koolstof is (beschrijvend nivo).

In het aanwijzende nivo zijn grafiet en diamant twee verschillende stoffen, in het beschrijvende nivo is het dezelfde stof

In het theoretisch nivo leer je als je koolstof karakteriseert als atoom met 12 protonen, waaruit je dan logisch tal van eigenschappen kunt afleiden.

Ook bij de overgang van nivo zien we een verandering van betekenis. Het is dus niet juist de leerlingen direkt in het beginonderwijs toe te spreken in het beschrijvend nivo, omdat ze nog niet weten wat beschreven wordt.

Bouw je dat beschrijvend nivo niet nauwkeurig op dan kunnen begrippen vaak niet met de vereiste fysische nauwkeurigheid worden gehanteerd en kan de leerling terugvallen op zijn eigen globale betekenissen van de begrippen.

1.1.4. Galpérin.

Met zijn ideeën hebben wij nog niet expliciet gewerkt maar in bepaalde opzichten sluiten zijn onderzoekingen bij de ideeën van Van Hiele aan.

Galpérin zegt dat allereerst een oriëntatie in het leergebied nodig is, die materieel en concreet moet zijn.

Vervolgens moet de leerling leren de materiële handelingen te verwoorden, dus in taal om te zetten. Dat is niet een vanzelfsprekend gebeuren: taal is niet een vanzelfsprekende afbeelding van de werkelijkheid, geen praatje bij een plaatje.

Galpérin bereikt dat o.a. door leerlingen begrippen te leren door hun de kenmerken van die begrippen te leren, wat ongeveer overeenkomt met het beschrijvend nivo van Van Hiele.

Voorts is belangrijk dat de leerling overgaat van "aanschouwelijke taal" naar taal die beschrijvend is.

Uit deze ideeën kunnen we afleiden dat natuurkunde leren niet alleen betekent: nieuwe kennis opdoen, maar ook is:

- een nieuwe manier van de dingen bekijken
- leren van een nieuwe taal, namelijk: de taal van de natuurkunde.

2. Voorgeschiedenis

We zijn destijds op Twickel begonnen met een bekend traditioneel leerboek. Het onderwijs was gebaseerd op overdracht van natuurwetenschappelijke kennis, dus overdracht van resultaten, een soort natuurlijke historie van de fysika. Dat betekende dat de leerlingen al direkt in het begin van de natuurkunde op een fysische wijze de dingen om zich heen moesten kunnen waarnemen. Bij kracht: Ze moeten die overal zien op een natuurkundige manier en er zelfs mee kunnen rekenen.

De werkelijkheid zoals de leerlingen die ervaren wordt vroegtijdig vervangen door schema's (vektoren, aangrijpingspunt). Wij kwamen tot de ontdekking dat kennisoverdracht gelijk staat met "His Masters Voice": napraten van de leraar zonder als leerling argumenten te hebben voor je kennis. Vaak worden hele redeneringen uit het hoofd geleerd (Je kunt leerlingen precies het tegen-gestelde uit het hoofd laten leren).

Dat is geen wonder: Veel onderwijs is nog: verbale kennisoverdracht ofwel: In pasklare taal voorverpakte kennis (wat niet de eigen ervaring van de leerlingen is).

Meestal beginnen we niet met de eigen ervaring van de leerlingen en de wijze waarop zij die ervaring omzetten in taal. Zij moeten vaak onbegrepen direkt de taal van de leraar overnemen.

Wij beletten zo de leerlingen de taal te verwerven die voor de vorming van natuurwetenschappelijke begrippen nodig is. Door de taal maak je a.h.w. een nieuwe structuur, een nieuwe wijze van zien en beschrijven (Toulmin).

Wij veranderen ons onderwijs: de leerlingen zelf de proeven. De leerlingen zien nu, wat ze vroeger voorgeschoteld kregen. Wat blijkt bij deze werkwijze?

"Theorie is niet een beschrijving van wat leerlingen bij proeven ervaren: een praatje bij een plaatje;

De proef is niet een illustratie van de theorie: een plaatje bij een praatje.

De band tussen theorie en praktijk is niet vanzelfsprekend, er is een kloof tussen de wetenschappelijke zienswijze enerzijds en de direkte ervaring en de empirie anderzijds. De band tussen waarneming en theorie moet bij de leerlingen in en door ons onderwijs groeien.

Wij zijn overgegaan op het werkboek van Auer en Hooymayers, Terreinverkenning in de Natuurkunde.

Het boek is m.i. bestemd voor onderwijsleergesprekken, maar wij gebruikten het voor groepswork. Hierbij traden problemen op (Auer zelf heeft daar ook al op gewezen).

In dit boek worden begrippen als kracht, massa en energie niet ontwikkeld, maar de inhoud van deze begrippen wordt gepostuleerd. De begrippen zijn direkt fysisch "af". Er was geen sprake van begripsontwikkeling en onze ervaring was dat leerlingen in deze begrippen vastliepen. Zij kunnen dan deze begrippen nog niet op fysische wijze zien en hanteren en zij kunnen niet als pasklare schema's ermee werken.

Wij besloten tot een nieuwe cursus: Beginonderwijs Fysika (BOF) met als centrale idee: begripsontwikkeling.

3. Enkele thema's

Kenmerken van onze cursus zijn:

- Begripsontwikkeling
- Doorbreking van het denkpatroon van de leerlingen
- Schematisering
- Mathematisering.

Van alle vier kenmerken zal ik voorbeelden geven.

Voorbeelden:

3.1. Begripsontwikkeling: kracht

Kracht is oorzaak van snelheidsverandering. Dat vinden we meestal direkt bij de introductie van het krachtbegrip. Maar leerlingen denken daarbij het hunne. De bovengenoemde relatie: kracht-versnelling is niet hun ervaring.

Er is volgens hun ook een kracht nodig bij konstante snelheid. Wij ontdekten dat o.a. bij de parachute.

Als een parachutespringer met éénparige snelheid daalt, dan is de kracht naar beneden groter dan die naar boven: die kracht moet de tegenwerking overwinnen.

Bouw je het fysisch krachtbegrip niet nauwkeurig op dan leren de leerlingen wellicht bij dit voorbeeld uit hun hoofd dat de beide krachten gelijk zijn, maar omdat het niet hun eigendom is geworden, kunnen ze het niet in andere gevallen toepassen. Het is niet hun eigendom geworden.

Dus moet je uitgaan van het wereldbeeld van de leerlingen, en dat analyseren:

- kracht kun je niet zien,
 - kracht voel je,
 - bij een bocht: kracht "naar buiten",
- enzovoorts. Verder:

- papier oefent geen kracht uit,
- een kleine kracht is geen kracht,
- gewicht is geen kracht.

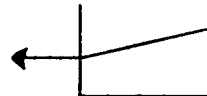
Daarbij is een beschrijving met krachten niet vanzelfsprekend. Als we vragen: beschrijf gebeurtenissen, die wij vanzelfsprekend met het begrip kracht zouden beschrijven, dan doen de leerlingen dat niet: ze zien de krachten nog niet. Het beginonderwijs natuurkunde moet leerlingen een leerproces laten doormaken zodat zij gaan zien en leren beschrijven zoals de natuurkundige dat doet.

Hoe kun je dat nu aanpakken?

Wij beginnen met uit te gaan van het krachtgevoel, de spierkracht. Dat is hun wereldbeeld.

We gaan vervolgens zoeken naar kenmerken van kracht: uitrekking van een veerbalans, versnelling, een ruk geven aan een kuvet met water:

We zien nu (spier)kracht en een aantal gevolgen.



We draaien nu oorzaak en gevolg om:

Je ziet een veerbalans die uitgerekt wordt, dus is er een kracht. Je herkent de kracht aan de uitrekking.

De uitrekking van de veer wordt a.h.w. in het begrip kracht opgenomen. Nu kun je ook krachten waarnemen ook al ervaar je die niet rechtstreeks. Op grond van een gevolg: uitrekking, trek je de konklusie: de oorzaak is een kracht.

Je stelt vast dat er een kracht is op grond van een kenmerk van kracht.

Je bent nu van het aanwijzend nivo (krachtgevoel) gegaan naar het beschrijvend nivo (kracht op grond van kenmerken).

Je meet die omkering van oorzaak en gevolg welbewust bij de leerlingen tot stand brengen, anders vallen ze gemakkelijk terug in het aanwijzend nivo.

Als die omkering eenmaal tot stand is gekomen en de leerlingen wat het kracht-

begrip in het beschrijvend nivo zijn, dan is het voor hun geen grote moeite meer om te ontdekken:

- gewicht is een kracht -

Met een veerbalans bepaal je het gewicht van iets, een veer wordt uitgerekt, dus werkt er een kracht, op grond van de uitwerking.

3.2. Doorbreken denkkader (wereldbeeld) van de leerlingen.

Onze leerlingen hebben, zoals reeds opgemerkt, een eigen wereldbeeld, dat vaak sterk afwijkt van het natuurkundige, wetenschappelijke wereldbeeld, wat wij hebben.

Daarom moeten we de leerlingen dwingen om hun wereldbeeld te herzien. We zouden ook het volgende beeld kunnen gebruiken:

Iedere leerling heeft zijn eigen "komputer-programma, en wat wij allereerst met ons onderwijs moeten bereiken is dat programma van die leerlingen te veranderen.

Dat veranderen doen de leerlingen niet op ons gezag. Wij moeten met argumenten komen.

Ten eerste: Zonder voldoende argumenten vallen leerlingen vaak weer snel terug in hun voorwetenschappelijke wereldbeeld of ze blijven steken in onbegrip.

Ten tweede: Natuurwetenschap is juist gebaseerd op argumentatie, niet op autoriteit. M.i. heeft het alleen zin om natuurwetenschappelijk onderwijs te geven als we leerlingen tot echte argumentatie kunnen brengen: wat zij zelf kunnen be-argumenteren is pas echt hun kennis. Wij verwachten toch ook van wetenschappers dat ze ons met hun argumenten overtuigen? Alleen dan aksepteren wij ook iets nieuws!

U kent allen het probleem "centripetaal of centrifugaal". Leerlingen denken centrifugaal, er is bij de cirkelbeweging een kracht naar buiten. Als fatsoenlijk natuurkundige zeg je: Er is een kracht naar binnen", centripetaal. Hoe zou je dat denkkader van de leerlingen kunnen doorbreken?

Allereerst moeten de leerlingen kracht kunnen herkennen aan de uitwerking. Neem een kuvet half gevuld met water, trek eraan, oefen dus een kracht uit, en het water "blijft achter". (In principe meet men zo de remkracht bij het keuren van auto's).

Zet de kuvet op een draaiplato, draai het plato rond. De leerlingen kunnen nu opmerken dat het water in de kuvet naar de buitenrand van het plato gaat. De kracht moet dus naar binnen gericht zijn.

Zo worden leerlingen gedwongen hun mening over centrifugaal te herzien.

Een mogelijkheid is ook om gebruik te maken van logische tegenspraak. De leerlingen moeten dan voor dat onderwerp in het theoretische nivo zijn gekomen en bijvoorbeeld met krachten logisch kunnen opereren.

Zo bestaat er een logische tegenspraak:

kracht, dus éénparige beweging

kracht, dus versnelling.

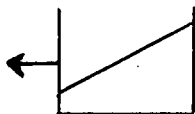
We kozen het voorbeeld van de parachutespringer. De leerlingen hadden gekonstateerd: de kracht naar beneden bij de éénparige beweging is groter dan de kracht naar boven, omdat de weerstand overwonnen moet worden.

Maar uit de zin "kracht, dus versnelling" hadden we als omkering afgeleid, versnelling, dus kracht. Versnelling is een kenmerk van kracht, bij afwezigheid van versnelling is de (som)kracht nul. De leerlingen (eind 3e klas) zagen hierin een duidelijke tegenspraak met hun aanvankelijke opvatting aangaande de grotere kracht naar beneden. Nu waren ze bereid om hun mening op te geven en konden wij ze de principes van Newton met begrip van hun zijde aanbieden.

Let wel: het is i.h.a. onmogelijk de leerlingen zelf de principes te laten ontdekken. Maar wel kunnen wij de leerlingen zo voorbereiden dat zulke nieuwe principes door de leerlingen als oplossing van de gerezen problemen kunnen worden aanvaard!

Enkele andere voorbeelden van het wereldbeeld van de leerlingen.

- Een zwaartepunt van een lichaam kan niet buiten het lichaam liggen.



- Het omhooggaan van een vloeistof met behulp van een zuiger komt door het "zuigen" van de zuiger, niet door luchtdrukverschillen.
- De hydrostatische paradox is een oud voorbeeld, waaruit blijkt dat heel vroeger in opvallende gevallen ook al van dat kader doorbreken incidenteel gebruik werd gemaakt.

Voor één ding wil ik waarschuwen:

Men moet niet te vroeg komen met kaderdoorbreking.

In het beginonderwijs kun je nog geen redeneringen geven, de leerlingen zijn nog niet in het theoretische nivo. Zij moeten eerst vertrouwd raken in het gebied voor je ze in dat gebied met een nieuwe structuur kunt laten werken, de natuurkunde is zo'n nieuwe structuur.

Het is als met iemand die uit het oerwoud komt. Voor je deze kunt leren met een stadplattegrond om te gaan, moet hij eerst vertrouwd raken in de stad zelf.

Zo moeten leerlingen eerst overal krachten opmerken.

Dat kan alleen als zij allerlei situaties geanalyseerd hebben en krachten hebben leren vaststellen aan de hand van kenmerken.

3.3. Schematiseren

Wij hebben als natuurwetenschappers geleerd met schema's, die de werkelijkheid aanzienlijk hebben gereduceerd, handig te werken. Maar overdracht van die schema's leidt bij leerlingen niet altijd direct tot echt begrip.

3.3.1. Draaiplato en vliegtuig, wind.

Welke argumenten hebben de leerlingen dat ze in het eerste geval de wind niet als oorzaak (van het erafgaan van voorwerpen) mogen gebruiken, en in het tweede geval de wind als oorzaak moeten gebruiken?

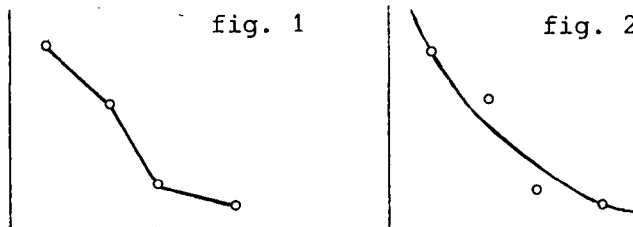
3.3.2. Oorzaak gewichtstoename bij afschieten van een raket.

Een aantal leerlingen schreven bij een proefwerk als antwoord: de luchtdruk! Daaruit blijkt ook dat we te schematisch werken (wij hadden zo'n antwoord niet verwacht).

Is het overigens van de kant van leerlingen niet begrijpelijk dat ze de luchtdruk er bij betrekken?

Zo voel je het toch? Dus ook hier, hun "schema" doorbreken!

3.3.3. Grafieken.



De leerlingen hebben de neiging om alle grafieken als in figuur 1 te tekenen, dus alle punten te verbinden door rechte lijnen en niet één vloeiende lijn. Je kunt natuurlijk doceren dat 2 goed en 1 niet goed is (in de meeste gevallen) maar veel beter is het de leerlingen zelf te leren beslissen welke manier goed is, er daar dan argumenten voor te hebben. Daardoor wordt de leerling steeds minder afhankelijk van leerboek en leraar en heeft deze echt iets geleerd.

Zelf schematiseren leidt tot:

- goed werken met schema's
- zien van beperkingen van schema's.

Om te leren in welk geval je grafiek 1 en in welk geval je 2 moet gebruiken, hebben we 2 voorbeelden gekozen:

1e voorbeeld: geld uitgeven: daar is het evident dat je de punten verbindt met rechte lijnen (de leerlingen zien in dat die lijnen géén betekenis hebben);

2e voorbeeld: uitwijking van de slinger: afzetten van de horizontale uitwij-

king tegen de hoogte levert punten in een grafiek die je vloeiend moet verbinden, het is immers een afbeelding van de slingerbeweging zelf. Dat hier een leereffekt is opgetreden merkten we op aan transfer naar de scheikunde. Iets later dan in de natuurkunde waren daar grafieken aan de orde: opwarmen en afkoelen van kaarsvet, bepalen van het smeltpunt. De leerlingen gingen spontaan de meetpunten vloeiend verbinden of deden het direkt na een vraag van de docent: vloeiend of met rechte lijnen?

3.4. Mathematisering

Het ontwikkelen van formules is een uiterst belangrijke aangelegenheid. Wij doen dat als volgt:

- Meten - tabellen - meetonzekerheid - staafdiagrammen - grafieken - vektor-diagrammen - lichtdiagrammen - tabel als getallenrechte (evenredigheidsmatrix) - formules.

Dit proces speelt zich af over het gehele tijdsverloop van de derde klas en dwars door tal van onderwerpen heen, die zo gegroepeerd zijn dat deze ontwikkeling mogelijk is.

De reden voor deze zorgvuldige opbouw is de leerlingen geleidelijk te laten zien hoe je kunt leraren natuurwetenschappelijke kennis te vertalen in formules, te vermijden dat formules tot een serie trucs ontaarden en te voorkomen dat zwakkerbegaafde leerlingen voortijdig afhaken.

Belangrijk is vooral dat alle leerlingen het nut van een wiskundige behandeling in de natuurkunde leren inzien.

Overigens verwijs ik naar 2 artikelen in het decembernummer 1976 van Faraday van D.A. Lockhorst en Hubert Biezeveld. Ik hoop daaraan t.z.t. een verdere uitwerking van bovenstaande toe te kunnen voegen.

Interessant is ook dat bij een cursus voor LBO-leraren van het IOWO een analoge opzet als bovenstaand op te merken is, uitgaande van "natuurkunde", via meten komen tot formules, alleen daar uiteraard toegesneden op de wiskunde.

4. Besluit

4.1. Nog enkele opmerkingen

We weten nog niet voor alle begrippen hoe deze te ontwikkelen, zoals bijvoorbeeld energie en de begrippen uit de elektriciteitsleer.

We weten ook nog niet voor iedere leerling altijd de juiste aanpak:

- Uiteindelijk heeft iedere leerling zijn eigen wereldbeeld, er zijn leerlingen met heel specifieke "problemen".
- Een heel klein aantal leerlingen (de zeer intelligenten) kunnen veel sneller begrip bereiken. Aan deze leerlingen is de cursus nog niet voldoende aangepast.

Er blijft dus werk genoeg te doen.

4.2. Groepswork

Wij willen vermijden dat de docent te sterk stuurt, dat leerlingen onze schema's te vlot overnemen.

Ze moeten zelf het beeld ontwikkelen om natuurkundige verschijnselen te beschrijven en te verklaren, uiteraard met onze hulp, die wij geven door de problemen die wij ze voorleggen en de vragen (de wijze van vragen en de structuur daarin) die wij aan hun stellen.

Het met elkaar werken bevordert het ontwikkelen van ideeën, het bevordert ook dat leerlingen hun bevindingen duidelijk onder woorden moeten brengen. Omdat de leraar niet voortdurend "goed en fout" controleert, kunnen ze rustig in ongedwongen sfeer hun hypothesen uitspreken en controleren of ze juist zijn. De leerlingen dwingen elkaar om door te gaan met een probleem tot het voor iedereen echt duidelijk en overtuigend is. We vermijden zo dat leerlingen al pasklare taal aangeboden krijgen voor ze ook maar zelf hún taal kunnen beschrijven. Te vroeg aanbieden van die pasklare taal leidt tot blokkering van hun leerproces, en dat leidt dan weer tot lesjesleerderij.

4.3. Luisteren naar leerlingen

Het bijstellen van de leergang proberen wij te doen door naar de leerlingen te luisteren

- via hun gesprekken in de klas
- via hun verslagen
- via lesprotokollen gemaakt met een taperecorder.

Als criterium voor kennis geldt daarbij:

- Wat de leerlingen zelf beschrijven op hun manier, in iedere fase van het onderwijsleerproces, wat ze zelf echt kennen.
- Kennis is alleen echte kennis als de leerlingen argumenten en criteria hebben.

5. Integratie scheikunde, natuurkunde en biologie

Omdat biologie en scheikunde op analoge wijze werken wordt er nu gepoogd tot integratie van deze vakken te koken, vooreerst in de onderbouw.

Maar wij zijn daarmee nog niet ver. Er is een cursus voor de brugklas vwo-havo in de maak.

Een probleem bij alle science-kursussen is het ontbreken van echte integratie, het is vaak een opeenvolging van een brokje biologie, natuurkunde en scheikunde.

De ASEP-cursus, die bij ons ietwat model staat, probeert wel aan te sluiten bij het nivo van de leerlingen (Piaget-model) maar begripsontwikkeling ontbreekt, en ook het brengen door onderwijs op een hoger nivo van de leerlingen ontbreekt.

De bedoeling is, dat groepjes docenten "intekenen" op een onderwerp en daarvoor de ruwe structuur ontwerpen, en dat een groep van 3 het uitschrijft. Dit produkt wordt dan aan de hele sekte voorgelegd ter discussie.

6. Slot

Het maken van een begripsontwikkende cursus is een nogal omvangrijke taak. Tot nu toe is het veelal eenmanswerk geweest.

Als er docenten zijn die in dezelfde richting denken als wij nu doen zouden wij blij zijn met hen in contact te komen.

Kontaktadres: H. Verkoulen, Twickelcollege,
Woolderesweg 130, Hengelo (O)
telefoon: 05400 - 24425.

P. Vegting, Hulst 5, Borne
telefoon 05409-4483 (donderdagavond 18.00 - 19.00 uur)

7. Literatuur

Wagenschein: Der Pädagogische Dimension der Physik. Westermann-Verlag
Toulmin, The Philosophy of Science, Hutchinson and Co.

v. Parreren e.a. Sovjetpsychologen aan het Woord. Wolters-Noordhoff

v. Parreren e.a. Denken, Tjeenk Willink

Barnes, From Communication to Curriculum, Penguin Books

v. Hiele, Begrip en Inzicht, Muusses.

1.7. Projekt DBK Natuurkunde, VU Amsterdam

C.H. Th. Mulder

Inleiding

DBK-na staat voor een tweetal zaken:

1. een ingevuld onderwijskundig model voor differentiatie binnen klasseverband bij het vak natuurkunde in de onderbouw
2. een samenwerkingsverband tussen leraren en de Vrije Universiteit van Amsterdam.

Het eerste aspekt is reeds op de Woudschotenkonferentie december 1975 aan de orde geweest. Op die konferentie is het hoe en het waarom van het DBK-na model uitvoerig besproken. Op dit moment zijn we echter een jaar verder.

Het materiaal voor de tweede klas in eerste versie gereed, terwijl met de revisie een aanvang is gemaakt. Het materiaal voor de derde klas is in wording.

Over al deze zaken kunt U lezen in het informatiestencil.

In dit praatje zou ik het graag over het tweede punt willen hebben: het samenwerkingsverband. Het samenwerkingsverband beschrijf ik vanuit mijn situatie: een natuurkundeleraar aan een grote scholengemeenschap (Het Zaanlands Lyceum te Zaandam) met een volledige betrekking. Ik acht deze opmerking relevant omdat alle leraren die aan het projekt meewerken dit doen op basis van vrijwilligheid. Al het werk is liefdewerk oud papier.

Het projekt kent vele subgroepen, ik werk zelf in de centrale schrijfgroep. Toch wil ik het eerste punt niet helemaal laten zitten. Ik kies een deel-aspekt. In het tweede deel van dit verhaal zal ik mij afvragen of het wel zinvol is om DBK toe te passen bij het vak natuurkunde.

I. Het samenwerkingsverband

A. Een sfeertekening

Op deze konferentie komen een aantal projekten aan bod, die veranderingen binnen het natuurkundeonderwijs bewerkstelligen. Hun organisatorische opzet is onderling sterk verschillend. Men kent projekten met beroepsontwikkelaars in samenwerking met de overheid, men kent individuele sekties, men kent auteurs en uitgevers. Het projekt DBK-na heeft als organisatievorm een samenwerkingsverband. Een samenwerkingsverband van enerzijds sekties, leraren (verspreid over heel Nederland, 28 scholen) en een vakgroep van een universiteit (VU). Het gevolg van dergelijke opzet is de betrokkenheid van iedereen. Alles draait dan rond de plenaire vergadering. Deze beslist (met uitzondering van onderzoeksaspekten) over alle zaken m.b.t. het samenwerkingsverband. Op deze plenaire vergadering is van elke school minstens 1 lid van elke natuurkundesektie aanwezig.

Een belangrijke filosofie van het projekt is dan ook: wij leraren kunnen ons onderwijs pas veranderen, als wij volledige inspraak in onze veranderingen hebben. Het gevolg is dan ook dat b.v. het vervaardigde materiaal niet geschikt is voor één enkele werkvorm, nee, iedereen moet zich in het materiaal kunnen vinden. Men denke dat het primair de leraar en zijn klas is die het lesgebeuren bepalen. Het materiaal moet bruikbaar zijn binnen dit gebeuren.

De vervaardiging van het materiaal gebeurt volledig door de leraren - in principe koördineert de VU slechts, maar natuurlijk participeert zij ook, dit is nu eenmaal een gevolg van samenwerken. Het vervaardigen gebeurt in schrijfgroepen en toetsgroepen. Op dit moment kennen we 4 schrijfgroepen en twee toetsgroepen. Op de laatste plenaire vergadering is ook een groep samengesteld, die de mavo-aspekten gaat bekijken. Op dit moment werken in totaal 34 mensen aan materiaal vervaardiging.

B. De zelfbegeleiding

Eén belangrijk aspekt bij projekten is het punt van de uitvoering. Accepteren de scholen de nieuwe methode? Worden de leraren begeleid? Juist doordat iedereen meewerkt is de ingang bij de scholen erg gemakkelijk. Je zou kunnen zeggen het projekt komt uit de scholen. Door het samenwerken is de begeleiding een zelfbegeleiding geworden. Wat er al aan de orde komt:

Augustusdagen: - lezingen van sprekers
- wat willen we in de derde klas
- uitslag en bespreking van enkète onder de leraren van het samenwerkingsverband
- praten over doelstellingen
- praten over toetsing, werkvormen, becijfering, determinatie

Plenaire vergaderingen:

- brainstorming
- diskussies over ruw materiaal
- hoe is het de afgelopen periode gegaan
- besprekingen over, wat moet er in evaluatieverslagen komen.
- kontakten tussen scholen onderling
- doelstellingen

Schrijfgroep: - inzicht in werkvormen
- formulering van doelstellingen
- verwezenlijking van doelstellingen
- schrijfproblemen
- materiaal schrijven, bespreken enz.
- leerpsychologie
- beleid

Toetsgroep: - doelstellingen
- evaluatieaspekten
- toetsontwikkeling

Logboekbijhouders en vragenlijst bijhouders

- analyse van hun lessen
- foutenanalyses
- sektieoverleg

C. Een voorbeeld van materiaalontwikkeling

om een idee te krijgen hoe in samenwerking materiaal wordt vervaardigd zullen we eens gaan kijken hoe de basisstof van een leerstofeenheid tot stand komt. In de augustusdagen brainstormt men over hoe de grote lijn voor het hele jaar eruit moet zien. Voor de eerste plenaire brainstormfase over de basisstof van een blok leerstofeenheid liggen er dus richtlijnen. Tijdens deze fase komen talloze zaken ter tafel. De schrijfgroep voegt deze

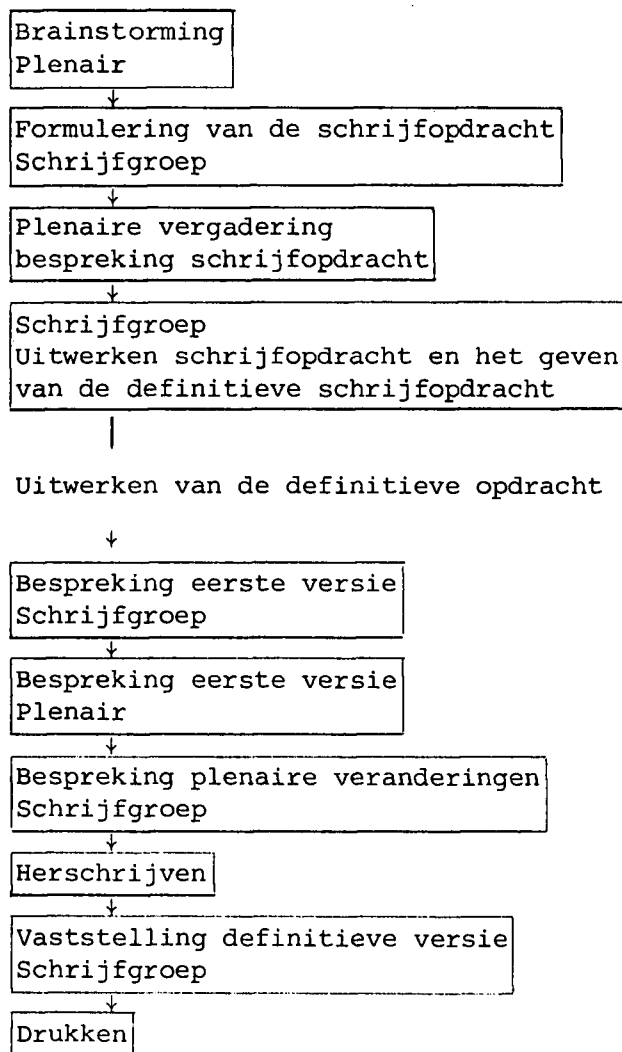
zaken daarna tezamen tot een eerste ruwe schrijfofdracht. Deze wordt plenair besproken en ondergaat daar wijzigingen, aanvullingen etc.

Nu kan de schrijfgroep zich bezighouden met het uitwerken van de veranderde schrijfofdracht. De eerste ruwe opzet wordt nu geschreven. Hierna bespreekt de schrijfgroep het eerste materiaal, wat daarna wordt doorgezonden naar alle scholen. Er komt een plenaire bespreking over de grote lijnen van het materiaal. Detailkritiek levert men schriftelijk in.

De schrijfgroep bespreekt hierna de kritiek en herschrijft de eerste versie. Na het herschrijven volgen de vergaderingen over het definitief maken van het materiaal.

Het materiaal kan gedrukt worden.

Een voorbeeld van materiaalontwikkeling

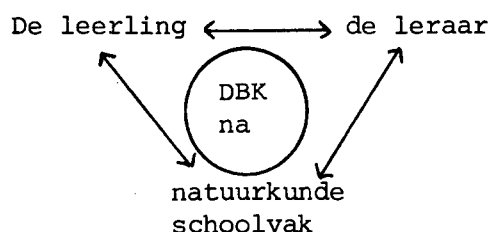


II. Is het zinvol DBK toe te passen bij het vak natuurkunde?


Zie figuur 1.


Binnen ons project hebben wij gekozen voor een basisstof-herhaalstof en extrastofmodel. Wezenlijk is bij deze opzet dat je veronderstelt dat zaken die in basisstof staan beheerst dienen te worden. De F-toets zal de leemtes aangeven, zodat men weet wat men in de differentiële periode (herhaal-extrastof) nog moet bijspijkeren. We doen pogingen om bepaalde zaken volledig te laten beheersen, te "masteren".


Dit proces kun je vanuit drie hoeken bekijken



figuur 1.

- a. de leerling  → de leraar
- Lerlingen zijn onderling verschillend. Elke leraar speelt daar op in, hij differentieert. Het blijkt dat tegenwoordig de verschillen zijn toegenomen o.a. door groei van het leerlingenaantal, verbreding van scholengemeenschappen via verlengde brugperiode. De leraar zal bewuster een differentiatie strategie zoeken. Een mogelijkheid daarvoor is het basis/herhaal/extrastofmodel.

- b. de leraar  → de leerling
- Leraren zoeken op dit moment ruimte voor individueler en aangepaster onderwijs voor de leerling. Behalve het feit dat onze basisstof zich hier ook voor leent vinden wij deze ruimte ook terug in het model, n.l. de differentiële periode.

- c. het vak natuurkunde → DBK-na  → leerling → leraar
- Onderwijskundig gezien is het DBK-model best een model wat in het huidige mavo-havo-vwo-onderwijs gebruikt kan worden. De vraag is echter, is het zinvol om bij het vak natuurkunde in de onderbouw te kiezen voor een DBK-model. M.a.w. enkel vanuit het vak gezien is het zinvol om van een aantal natuurkundige begrippen en vaardigheden volledige beheersing (Mastery) te eisen?

Op dit moment vervallen we direkt in de discussie: moet natuurkunde in de onderbouw een sequentiële of een exemplarische opbouw hebben?

De opbouw van de natuurkundige vaardigheden als waarnemen, werken met tabellen en grafieken, vaardigheden als het doen van kwalitatieve en kwantitatieve experimenten, voorspellen, komen tot wetmatigheden eest een sequentie. Je kunt geen voorspellingen doen als je niet eerst geleerd is op basis waarvan je tot voorspellingen kunt komen.

Of de leerstofkeuze sequentieel moet zijn is echter een andere zaak. Enerzijds zien we tot aan heden het sequentiële van de natuurkundeleerstofkeuze, anderzijds merken we dat er veranderingen zijn om de leerstofkeuze meer exemplarisch te maken.

Kies je, zoals het projekt DBK-na dat gedaan heeft, voor een opbouwende leerstofkeuze, dan zal een model waarin bepaalde kennis en begripszaken tot Mastery worden gebracht de leerlingen een behoorlijke steun geven. Ze weten op bepaalde momenten, dat ze een stukje kennis, begrip beheersen. Ze weten dat deze kennis, dit begrip weer gebruikt zal worden. Leerlingen putten uit de zaken een stukje zekerheid, omdat ze iedereen duidelijk kunnen maken dat ze iets weten. Deze handvatten voor zekerheid heeft een leerling in onze toch al grote en onpersoonlijke schoolgemeenschappen hard en hard nodig.

Om een voorbeeld, het sequentiële karakter van materiaal te geven, hoe werkt het krachtbegrip in het DBK-na materiaal nu door.

We kijken daarvoor naar het stroomdiagram en de figuren 2, 3, 4, 5, die een zeer beperkte collage vormen van het DBK-na materiaal. Deze materiaalvoorbeelden zijn afgedrukt onder 3.2.

1.8. Natuurkundemethode in samenwerking met Uitgeverij Malmberg, Den Bosch

H. de Bruijn

Dames en Heren,

in het programma staat dit praatje aangekondigd onder de titel: 'Een natuurkundemethode in samenwerking met uitgeverij Malmberg, Den Bosch'. Het woord samenwerking zou sommigen van U misschien kunnen doen vrezen dat de uitgever in belangrijke mate medezeggenschap zou willen hebben t.a.v. de opzet en inhoud van deze methode en dat daarbij andere dan onderwijskundige en didactische overwegingen een rol zouden kunnen spelen.

Om U aan te tonen dat deze vrees, mocht zij aanwezig zijn, ongegrond is en dat de uitgever ons integendeel volledig vrijlaat deze methode naar eigen inzicht te ontwikkelen, zou ik over de eerste jaren van die ontwikkeling graag iets meer willen vertellen.

Het begint eigenlijk al in 1969, als de mammoeth doordringt tot de tweede klassen van het secundair onderwijs. De vernieuwing van de onderwijsstructuur die dan aan de gang is, is voor velen aanleiding ook aan te dringen op vernieuwing van de onderwijsmethoden. Aandacht wordt gevraagd voor nieuwe werkvormen; de eigen beleving van de leerling wordt centraal gesteld. Sommigen gaan daarin zo ver te stellen dat de leerling zelf alles moet ontdekken en dat er geen kennisoverdracht van leraar naar leerling mag plaatsvinden. Maar terwijl vele vernieuwingsideeën gerijpt zijn in een jarenlang proces van veranderingen in onderwijskundige inzichten, is er nauwelijks tijd om weloverwogen na te denken over de vraag hoe deze ideeën in de praktijk optimaal kunnen worden ingevuld.

Op de tot dan toe tamelijk overzichtelijke markt van natuurkundeboeken schieten nieuwe methoden als paddestoelen uit de grond. In de grote steden is i.v.m. de boekenfondsen een zo vroegtijdige keuze nodig, dat de boeken waaruit gekozen moet worden vaak nog niet eens op de markt zijn.

Deze overijling bleek zich achteraf te gaan wreken. Zoals gezegd waren de uitgangspunten waarop de nieuwe methoden waren gebaseerd over het algemeen uitstekend. Met de uitwerking ervan waren wij en in veel sterkere mate nog onze leerlingen vaak minder gelukkig. Zeker, ze deden enthousiast mee met de practica en schreven vaak vellen vol waarnemingen.

Maar vervolgens bleek het nogal eens voor te komen dat ze geen weg wisten met al die eigen ervaringen en ontdekkingen.

Ze zagen zoveel en ze wisten vooral in het begin zo slecht wat ze daar nu mee aan moesten; wat belangrijk was en wat niet.

Wat zo plezierig begon leidde maar al te vaak tot een bedreigende chaos van ongestructureerde feiten, waarbinnen zij geen verbanden konden leggen en geen wegwijzers vonden naar nieuwe vraagstellingen, nieuw onderzoek, nieuwe ervaringen.

Achteraf gezien is dat natuurlijk niet zo vreemd. Tijdens deze conferentie is al meerdere malen de naam Piaget gevallen. Ook ik wil graag iets lenen uit de theorieën van deze Zwitserse ontwikkelingspsycholoog. Zoals U bekend zal zijn, onderscheidt Piaget in de ontwikkeling van het kind een aantal fasen, die hij voorzien heeft van benamingen waarbij we ons gemakkelijk iets voor kunnen stellen. Welnu, een leerling in de tweede klas HAVO/VWO bevindt zich in het algemeen nog in de concrete fase, eventueel aan het begin van de overgang naar de formele fase. Piaget stelt dat één van de kenmerken van de concrete fase is, het onvermogen van het kind onderscheid te maken tussen wat belangrijk is en wat niet. We zijn nog pas gisteren met een voorbeeld daarvan gekonfronteerd.

U herinnert zich ongetwijfeld nog dat aardige PLON-filmpje. Uit het commentaar daarbij bleek, dat bij gebruik van dat filmpje in de les zich precies datgene voordeed, wat op grond van bovenstaande stelling te verwachten was.

Naar aanleiding van het filmpje schreven leerlingen vellen vol met waarnemingen en vragen, waarvan een aantal eigenlijk volstrekt irrelevant was. Wij zijn van mening dat één van de doelstellingen van het natuurkundeonderwijs moet zijn onze leerlingen te helpen in een dergelijke warreling van bomen het bos te leren zien. Het leren waarnemen hoort zich niet te beperken tot het signaleren van zoveel mogelijk verschijnselen. De waarnemingen moeten geordend worden, verbanden moeten worden gelegd, kortom een leerling moet leren zijn materiaal te structureren. Dat kan hij niet vanuit zijn eigen ervaring; het is iets dat moet worden aangeleerd.

Vandaar dat wij geloven dat we inderdaad onze leerlingen zoveel mogelijk zelf moeten laten ervaren, maar de essentie daarvan duidelijk, zo concreet mogelijk voor hen op papier moeten zetten.

Op die manier zijn wij steeds meer ons eigen materiaal gaan maken, toen bleek dat we met de auteur van het door ons destijds gebruikte boek alleen maar het uitgangspunt deelden (de wenselijkheid van het leerlingenpracticum en het gebruik van andere dan frontale lesvormen), maar bij het invullen daarvan op een volstrekt andere golfengete dachten. Het leerlingmateriaal dat we in gestencilde vorm tot nu toe gebruikt hebben, bestaat uit twee onderdelen. Wanneer de stencils in een multomap zitten, vormen de rechter pagina's het hoofdverhaal, waarin een zo duidelijk mogelijke structuur en een zo groot mogelijke continuïteit is aangebracht. Het is tamelijk bondig geschreven. Alle zaken die voor het begrijpen van het hoofdverhaal van belang zijn, maar de continuïteit ervan zouden verstoren, staan op de linkerpagina's. U vindt daar b.v. afleidingen, uitbreidingen, stukken theorie uit andere gebieden van de natuurkunde dan in het hoofdverhaal aan de orde is.

De ruimte die op de linkerpagina's dan nog over is, wordt gevuld met 'franje': anekdoten, cartoons, literatuurverwijzingen, kranteberichten, verbanden met andere gebieden van de natuurkunde of andere (natuur)wetenschappen, enz. Van die franje hopen we dat ze de nieuwsgierigheid van de leerlingen zal opwekken; dat ze hen zal aanzetten tot zelfwerkzaamheid, tot eens een keer rondneuzen in de schoolbibliotheek; dat ze ertoe zal bijdragen dat onze leerlingen bewuster en kritischer kennisnemen van de informatie die hen van alle kanten overspoelt. We waren al een paar jaar bezig met het maken, gebruiken en verbeteren van dit materiaal, toen we min of meer toevallig in contact kwamen met de uitgeverij Malmberg.

Het is natuurlijk erg plezierig als materiaal, waarmee je samen met je collega's goede ervaringen hebt opgedaan, voor een ruimer gebruik beschikbaar komt.

Maar waar we vooral blij mee waren, was de verruiming van onze technische mogelijkheden. Wanneer je in je vrije tijd zelf een complete leergang moet ontwerpen, typen en er tekeningen bij maken, dan kunt U zich voorstellen dat de kwaliteit en de leesbaarheid ervan niet optimaal is. Wanneer je materiaal als boek kan verschijnen, wordt dit soort zaken van je overgenomen door vakmensen: tekenaars, een vormgever enz. We zijn danook erg tevreden over hetgeen men met ons materiaal gedaan heeft en nog bezig is te doen. U hebt gisteravond op de markt een informatie-envelop kunnen krijgen, waarin zich de katern bevindt die in voorproductie is gemaakt om haar op deze conferentie te kunnen tonen.

Het is een hoofdstuk uit het eerste deel, bestemd voor de tweede klas HAVO/VWO.

Dat eerste deel zal in het voorjaar op de markt komen. Het zal bestaan uit vier hoofdstukken. Hoofdstuk 1 heet Ordenen; het gaat o.a. over grootheden en eenheden, tabellen, grafieken, formules, meetmethoden en meetinstrumenten.

De volgende hoofdstukken heten achtereenvolgens Stoffen en toestanden, Atomen en moleculen, Kracht en druk.

Ieder hoofdstuk vormt een aparte katern. Die katernen passen in een tweeringsband die geleverd wordt bij het eerste deel. De hoofdstukken 5 t/m 10 van het tweede deel worden los geleverd en passen eveneens in die band.

Bovendien is er dan nog voldoende ruimte in de band voor eigen materiaal, afkomstig van de leerlingen zelf of van hun leraar. De stof bestemd voor de onderbouw HAVO/VWO zit zo bij elkaar in één band. Voor de bovenbouw zullen aparte delen voor HAVO en VWO verschijnen.

De delen III H en IV H zijn bestemd voor de 4e resp. 5e klas HAVO; de delen III V en IV V voor 4 en 5 VWO resp. 5 en 6 VWO.

Wanneer U de beschikbare katern bekijkt, ziet U daarin de tweedeling waarover ik U zoëven sprak. Wanneer U, zoals in een ander boek, na het beëindigen van een rechter pagina omslaat en verder leest op de volgende linkerpagina, dan wordt het allemaal wel zeer onbegrijpelijk. Leest U voortdurend alleen maar de rechterpagina's, dan vindt U daar de kernleerstof, in een verhaal dat niet onderbroken wordt door bijzaken, hoe onmisbaar die soms ook mogen zijn.

Wat niet thuis hoort in de kernleerstof van het betreffende onderwerp, staat op de linkerpagina's. In hoofdstuk 3 b.v. heeft U, als U het atoommodel van Rutherford wilt bespreken, de begrippen positieve en negatieve elektrische lading nodig. Wanneer een boek op de gebruikelijke manier ingedeeld is, moet het verhaal over atomen en moleculen daarom op een gegeven moment onderbroken worden omdat er iets over statische electriciteit verteld moet worden. Hoe summier dat ook gebeurt, het verbreekt de continuïteit van het hoofdverhaal. In de lessituatie is dat niet erg. U heeft drie borden ter beschikking, waarvan het linker en rechter zo nodig als kladpapier gebruikt kunnen worden. Welke lesvorm U ook gebruikt, wanneer 'alles' eenmaal op het bord staat kan daar, met een heleboel strepen en pijlen en met gebruik van vele kleuren krijt, best structuur in aangebracht worden.

Wanneer die structuur eenmaal gevonden is, moet een leerling die in zijn boek kunnen terugvinden. Welnu, als over statische electriciteit het nodige op een aantal linkerpagina's staat, wordt de continuïteit van het hoofdverhaal niet onderbroken en is de stof beter gestructureerd. Bovendien kan er nu, als U dat wilt, meer aandacht aan dergelijke 'bijzaken' besteed worden. Van alle verrijksstof op de linkerpagina's kiest U uiteraard zelf, al of niet in overleg met Uw leerlingen en/of vakcollega's, datgene wat U wilt doen. U kunt er bovendien eigen materiaal aan toevoegen of materiaal dat gecopieerd wordt vanuit de bijbehorende docentenhandleiding.

Het lijkt ons nuttig dat er naast het leerlingenmateriaal ook docentenhandleidingen verschijnen. Het boek is gebaseerd op onze eigen ervaringen met gestencild lesmateriaal. In de loop van ruim vier jaar hebben we vastgesteld hoe wij, met onze leerlingen, het materiaal zo goed mogelijk kunnen gebruiken. U geeft op een andere manier les, U heeft andere leerlingen, U zult het boek dus anders gebruiken. Misschien wilt U toch wel iets van onze ervaringen weten. Vandaar die handleidingen. Daaruit mag U, vrij van rechten, alles kopiëren dat U voor Uw leerlingen nodig heeft, zoals practicumhandleidingen, vragen en vraagstukken e.d.

En naast de tips vanuit onze eigen leservaringen vindt U daarin ook suggesties voor manieren waarop U het zelf allemaal anders zou kunnen doen. We hopen eigenlijk te zijner tijd informatie terug te krijgen over de ervaringen van collega's.

Wanneer we deze in de handleiding zouden kunnen verwerken, zou een belangrijk overzicht ontstaan van de know how van onze vakcollega's.

Nog even terug naar het leerlingenboek. U heeft al gehoord over de uitvoering in losse katernen en over de tweedeling kernleerstof/verrijksstof. Misschien moet ook nog vermeld worden dat in ieder geval het onderbouwmateriaal met gebruik van steunkleur zal worden uitgevoerd.

Waar zeker nog over gesproken moet worden, is het taalgebruik. Gisteren hoorde ik voor het eerst de term 'demonstratieve taal'. Als ik goed begrepen heb wat daarmee bedoeld wordt, dan moet ik zeggen dat we in ons boek geen demonstratieve taal gebruiken. Als dat nodig is doen we dat wel in de les. Maar in het boek proberen we juist het taalniveau van onze leerlingen te ontwikkelen door te schrijven in een taal die net iets moeilijker is dan de taal die zij zelf gebruiken. Zo leert immers ook een baby praten en niet doordat zijn ouders de hele dag dada en tata tegen hem zeggen. Bovendien mag de moeilijkheidsgraad van een geschreven tekst best iets hoger zijn dan van het gesproken woord. Wél hebben we achteraf nagegaan of de gemiddelde zinslengte niet te groot is, of het gemiddelde aantal lettergrepen per woord.

Er bestaan formules waarmee de leesbaarheid van teksten getoets kan worden op grond van deze gemiddelde waarden. Toen we onze teksten m.b.v. zo'n formule controleerden bleek datgene waarop wij gehoopt hadden tijdens het schrijven. De moeilijkheidsgraad, niet inhoudelijk maar qua taalgebruik, nam per hoofdstuk toe, maar ook het vierde hoofdstuk bleek goed leesbaar voor de categorie leerlingen waarvoor het geschreven is. En met de vermelding van dit voor een schoolboek zo belangrijke aspect, zou ik mijn praatje willen besluiten om U gelegenheid te geven tot het stellen van vragen.

1.9. Samenvatting en slotwoord door de konferentievoorzitter

Wederzijdse informatie over de diverse projekten staat hoog genoteerd op de lijst van wensen bij deelnemers aan de konferentie.

Een centraal punt voor de uitwisseling van informatie vindt men zeer belangrijk.

De financiering van de leerplanontwikkeling kan wellicht zo geregeld worden - vinden sommigen - dat bepaalde sekties van scholen middelen krijgen om hun activiteiten uit te breiden.

Het is moeilijk om af te wegen in welke mate er "centraal" en in welke mate er "overal" aan ontwikkelingen moet worden gewerkt.

Is het echt nodig dat overal alle fasen met alle bijbehorende kinderziekten worden doorlopen?

Het moet mogelijk zijn centraal ervaringen op te doen die anderen kunnen steunen in hun werk.

Dat betekent wel dat er een begeleiding nodig is bij het doorgeven van deze opgedane ervaringen.

In elk geval is het de moeite waard dat in het leerplanontwikkelingswerk ruimte wordt open gehouden voor pluriforme aanpak.

Als we moeten praten over natuurkunde-onderwijs moeten we wel bedenken dat we hier bijeen zijn met leraren uit het vwo-havo. Zodra we de groep verbreden, nemen vooral de didaktische problemen toe. Verbreding naar mavo, lbo en basisonderwijs betekent konfrontatie met enorme didaktische problemen en problemen voor wat betreft de opleiding van de onderwijsgevendenden. Om nog maar niet te spreken van verbreding naar andere vakken. Het PLON begon bij het mavo en juist hier zijn de didaktische problemen dermate groot dat een bundeling van krachten noodzakelijk is.

In een aantal verslagen van gesprekken in groepen en in de lezingen is naar voren gekomen het belang van luisteren naar de leerlingen; in het algemeen observatie van leerlingengedrag.

Velen zien in de observatie van leerlingen een ingang om tot beter natuurkunde-onderwijs te komen.

In de evaluatieve opmerkingen wordt gesproken over een plezierige presentatie van de ontwikkelde materialen, geen "glamour" presentatie maar een realistische presentatie.

Ik vind dat een goed teken.

Een kenmerk van volwassenheid bij het zelf bouwen aan een schoolwerkplan is dat men het eigen ontwikkelde materiaal niet ziet als "het enige voor alle volken en natiën", maar als een mogelijkheid naast andere mogelijkheden.

Dat houdt in dat men zijn materialen realistisch presenteert.

In de evaluatieve opmerkingen komt steeds terug het grote aantal sprekers.

We kunnen de sprekers daar niet voor blamen.

Elk heeft zijn tijd zo goed mogelijk benut.

Zij hebben niet gevraagd om het grote aantal.

Vooraf bij een grote konferentie als deze betekent een groot aantal inleidingen een enorme claim op het concentratievermogen van de deelnemer.

Men vond dat in de konferentie op een open manier gediskussieerd kon worden over tal van zaken rondom het thema van de konferentie.

Vooraf de markt bood daartoe een goede gelegenheid.

Ik meen dat de konferentie heeft mogelijk gemaakt dat de akku weer eens werd opgeladen. Het tijdstip van de konferentie is erg inspirerend, met een kerstvakantie in het vooruitzicht bezig zijn met verbeteringen van het natuurkunde-onderwijs in het nieuwe jaar.

DEEL 2: *Informatie over de aanwezige projecten*

	blz.
<u>INHOUD</u>	
2.0. Inleiding	49
2.1. De voorinformatie over de projecten door D. van Genderen en J.F. Schröder	50
2.2. PLON	61
2.3. DBK-Vu-project	65
2.4. Mavo-project	72
2.5. Keuzeonderwerpen v.w.o.	80
2.6. Ioniserende stralenproject	81
2.7. Leerlingenexperimenten bovenbouw	88
2.8. Kleurenfilm, transparantenseries met kassettebanden	90
2.9. Moderne natuurkunde	91
2.10. Fizzix	94
2.11. Korte toelichting bij het materiaal zoals dat gebruikt wordt bij het groepsonderwijs aan het Vitus College te Bussum	95
2.12. Begin-Onderwijs Fysika (2e en 3e klas) Twickelcollege Hengelo	97
2.13. Leer- en Werkbladen (onderbouw G.S.G. Emmen)	100
2.14. Mastery Learning (S.G. van Oldenbarnevelt, Rotterdam)	101
2.15. Handleiding voor Natuurkunde (Zwaan)	104
2.16. Praktikumboeken (Masschelein)	108
2.17. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)	110
2.18. Projektonderwijs en natuurkunde (Kath. Gelders Lyceum, Arnhem en Maaslandcollege, Oss)	111
2.19. Praktikuminstrukties (Chr. Lyceum "Dr. W.A. Visser 't Hooft, Leiden)	116
2.20. Syllabus mechanica en diversen (S.G. Snellius, Amstelveen)	117

2.0. Inleiding

Bij de in dit deel bijeengebrachte informatie moet onderscheid gemaakt worden tussen de voorinformatie (2.1.) en de overige informatie (2.2. t/m 2.20).

De voorinformatie werd samengesteld uit ingezonden informatie en/of ontwikkeld materiaal door D. van Genderen en J.F. Schröder. Omdat de voorinformatie beknopt moest zijn, werden alle deelnemende projekten uitgenodigd op iets uitvoeriger wijze schriftelijke informatie te verschaffen over het betrokken projekt, althans voorzover men niet wilde volstaan met de voorinformatie.

Deze is te vinden in 2.2. t/m 2.20.

2.1. De voorinformatie over de projekten

D. van Genderen en J.F. Schröder

Dit stuk is bedoeld als eerste oriëntatie in het ingezonden materiaal dat op de konferentie te zien zal zijn. Sommige projekten zijn grootscheeps, andere kleinschalig. We hebben ze eerst ingedeeld in drie categorieën.

- projekten gesubsidieerd door overheidsinstanties (ook universiteiten hierbij gerekend)
- projekten in samenwerking met een uitgever
- projekten ontwikkeld door de eigen school of een eigen klas

De volgorde binnen elke categorie heeft vooral te maken met de omvang van het projekt: volledige leergang, materiaal voor een enkele klas of b.v. alleen enkele proeven. Noch de volgorde, noch de gegeven typering houdt een waarde-oordeel onzerzijds in. De waarde van elk projekt is ter beoordeling van U, afhankelijk van de wijze waarop U het materiaal zou willen gebruiken.

- A. PLON: projekt leerpakketontwikkeling natuurkunde
- B. DBK: Differentiatie Binnen Klasseverband
- C. Mavo-projekt
- D. Keuze-onderwerpen VWO
- E. Ioniserende stralen projekt
- F. Leerlingen experimenten bovenbouw
- G. Transparantenseries met kassettebanden
- H. Moderne natuurkunde (Wolters-Noordhoff)
- I. Fizzix, door de Bruijn en Smit (Uitg. Malmberg)
- J. Groepsonderwijs (Vituscollege, Bussum)
- K. Beginonderwijs fysica (Twickelcollege, Hengelo)
- L. Leer- en werkbladen onderbouw (G.S.G.-Emmen)
- M. Mastery learning (S.G.Van Oldenbarneveldt, Rotterdam)
- N. Handleiding natuurkunde (Zwaan, Nijmegen)
- O. Praktikumboeken (Masschelein, Weert)
- P. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)
- Q. Energieprojekt (Kath.Gelders Lyceum, Arnhem en Maaslandcollege, Oss)
- R. Praktikum instructies (Chr.Lyceum, Leiden)
- S. Syllabus mechanica en diversen (S.G.Snellius, Amstelveen)
- T. Praktisch schoolonderzoek (Van der Valk, Den Haag)
- U. Enkele bovenbouwproeven (Backbier, Geleen)

A. PLON: Projekt LeerpakketOntwikkeling Natuurkunde

- Van wie PLON werkt onder auspiciën van de CMLN en wordt begeleid door de Commissie Onderwijskundige Experimenten.
- Voor wie mavo, havo en vwo, tot nu toe klas 2 mavo, 3 mavo (gedeeltelijk) en 2 havo-vwo (gedeeltelijk)
- Met welk doel Plon probeert een vernieuwing te bewerkstelligen in het natuurkunde-onderwijs door leerpakketten te ontwerpen en die op diverse proef-scholen uit te proberen. Daarbij ligt de nadruk op zelfwerkzaamheid van de leerlingen en op individuele leerprocessen. Aandacht wordt ook besteed aan sociale en creatieve aspecten.
- Welk materiaal werkbladen, proeven, leesteksten, knutselkaarten, films, opdrachten-boekjes, toetsen, vragenlijsten, etc.
Onderwerpen: 1) eerste verkenning, 2) mensen en metalen, 3) werken met water, 4) leven in lucht, 5) ijs, water, stoom, 6) veranderingen, 7) veranderingen verklaren, 8) jouw omgeving, 9) konstrukties.

B. DBK: Differentiatie Binnen Klasseverband voor natuurkunde

- Van wie binnen dit projekt gestart door een werkgroep van de vakgroep Didaktiek-Natuurkunde van de Vrije Universiteit te Amsterdam wordt dit jaar samen gewerkt met 28 sekties natuurkunde.
- Voor wie klassen 2 en 3 havo/vwo.
- Met welk doel door het maken van geschikt materiaal tegemoet komen aan verschillen in aanleg, interesse en tempo van de leerlingen binnen één klas. De leerlingen zelfstandig laten werken.
- Welk materiaal binnen een leerstofblok wordt basisstof aangeboden gevolgd door een formatieve toets. Dan volgt differentiële stof waarna een summatieve toets het blok sluit. Het leerlingen praktikum wordt, indien functioneel, zoveel mogelijk gebruikt als basis voor het aanbrengen van de theorie.
Onderwerpen: Introductie, blok 1: bewegingen en evenwicht, blok 2: krachten en versnellingen, blok 3: zinken, zweven, drijven, blok 4: model van een gas, blok 5: vloeibaar en vast, blok 6: wetmatigheden bij gassen.

C. Mavo-project

- Van wie vakproductiegroep (vier leden, in totaal 30 taakuren) in samenwerking met leraren van de projektscholen.
- Voor wie mavo, tot nu toe 2e klas
- Met welk doel "het ontwikkelen van hulpmiddelen voor docenten, waardoor zij in staat worden gesteld door middel van differentiatie t.a.v. leerstof en didaktiek hun leerlingen aan het eind van een vierjarige cursus te brengen tot een eindexamen, waarbij zij uit twee niveaus kunnen kiezen".
- Welk materiaal informatiebladen en werkbladen voor de leerlingen, eerste versie van een lerarenhandleiding.
Onderwerpen: warmte, krachten, molekulen I (ontdekken molekuulmodel), molekulen II (toepassen molekuulmodel), elektriciteit, licht, heelal.

D. Keuze-onderwerpen vwo

- Van wie verschillende groepen, werkend onder auspiciën van de C.M.L.N.
- Voor wie klas 6-vwo
- Met welk doel met ingang van het eindexamen 1979 geldt voor het vwo een nieuw programma, waarin naast een vaste kernleerstof afwisseling mogelijk is in keuze-onderwerpen. Sommige keuze-onderwerpen behoren niet tot de traditionele leerstof; daarom moesten er teksten voor worden geschreven en beproefd. Per jaar worden twee keuze-onderwerpen behandeld, elk in ⁺ 15 lessen.
- Welk materiaal teksten voor Astrofysica, Quantummechanica, Vaste Stof en Weerkunde, enkele met docentenhandleiding; enkêtes.

E. Ioniserende stralen projekt

Van wie het projekt "Experimenten met radioactieve bronnen en röntgenstraling" is opgezet onder auspiciën van de C.M.L.N.

Voor wie voor leerlingen van de bovenbouw havo-vwo.

Met welk doel voor de scholen is de aanschaf van de benodigde apparatuur en radioactieve bronnen kostbaar. Daarnaast is het verkrijgen van de vereiste vergunningen nogal problematisch. Het projekt biedt nu de mogelijkheid om leerlingen uit de bovenbouw kernfysische experimenten uit te laten voeren.

Welk materiaal in Goes, Rotterdam en Utrecht zijn lokalen gevestigd waar leerlingen kennis kunnen maken met 18 experimenten. Inmiddels zijn twee mobiele praktika beschikbaar gekomen, uitgerust met dezelfde apparatuur, die de scholen bezoeken. Op de conferentie is het boekje "Experimenten met radioactieve bronnen" te zien, alsmede een aantal proefopstellingen.

F. Leerlingen experimenten bovenbouw

Van wie de vakgroep natuurkunde-didaktiek van de R.U.-Utrecht.

Voor wie klassen 4-5 havo en 5-6 vwo.

Met welk doel de experimenten zijn opgezet om studenten die hun aantekening vakdidaktiek willen halen in de gelegenheid te stellen kennis te maken met bovenbouwapparatuur. In de tijd dat de experimenten daar niet voor gebruikt worden kunnen leraren en leerlingen van de opstellingen gebruik maken.

Welk materiaal een dertigtal proefbeschrijvingen omvattende: het doel van de proef, een summier stukje theorie en de praktikumopdrachten. De experimenten zijn gekozen o.a. uit de mechanica, trillingen en golven, elektrostatica, elektromagnetisme en atoombouw.
Drie experimenten staan op de conferentie opgesteld.

G. Transparantenseries met kassettebanden

Van wie Dr. J.B. van der Kooi, Rijksuniversiteit Groningen.

Voor wie hogere klassen vwo havo.

Met welk doel belangstelling wekken voor nieuwe ontwikkelingen.

Welk materiaal 1. de warmtepijp, een nieuwe methode, ontwikkeld bij de ruimtevaart, om op een eenvoudige, energetisch voordelige manier warmte te transporteren. In deze transparantenserie wordt dit gesimuleerd m.b.v. een draaiende polarisatieschijf en speciaal polaroid-materiaal.
2. klank, toonhoogte en frekwentie, meestal gaat men er van uit dat de grondtoon wordt gehoord en de boventonen de klank bepalen. M.b.v. een aantal opgenomen geluiden wordt aangetoond dat deze verklaring niet juist is.

H. Moderne natuurkunde (Wolters-Noordhoff)

Van wie auteursgroep, samengesteld op initiatief van de uitgever, Wolters-Noordhoff, Groningen.

Voor wie klassen 2 en 3 havo/vwo, bovenbouw vwo (in ontwikkeling)

Met welk doel flexibiliteit in de aanpak, keuze uit verschillende invalshoeken, als de leerling maar fysisch bezig is; er is minder naar volledigheid gestreefd dan naar fysieke relevantie van de onderwerpen en de begripsvorming daarbinnen.

Welk materiaal per klas een deel, dat uiteenvalt in twee boeken, die grofweg de functies informatiemateriaal resp. werkmateriaal hebben. Additioneel materiaal: transparantenboeken bij de delen 1 en 2, super 8--films bij 1; bij 1 en 2 toetsen, docentenhandleidingen en werktekeningen voor praktikummateriaal.

I. Fizzix, door de Bruijn en Smit (Uitg. Malmberg)

- Van wie Drs. H. de Bruijn en Ir. G. Smit, in samenwerking met uitgeverij Malmberg, 's-Hertogenbosch.
- Voor wie havo-vwo, volledige leergang; na enkele jaren van testen verschijnt het eerste deel voorjaar 1977.
- Met welk doel "alleen de eigen docent is in staat het niveau van zijn leerlingen te schatten. Het lesmateriaal, mag daarom aan de docent geen bepaalde didaktiek opdringen." Er is een splitsing aangebracht in kernleerstof en verrijkingsmateriaal. In vele gevallen kunnen de leerlingen de stof zelfstandig verwerken. De methode is flexibel; de docentenhandleiding geeft suggesties voor demonstratie- en leerlingenproeven, opgaven en proefwerken.
- Welk materiaal katern van \pm 30 blz.; inhoudsopgave van het eerste deel en een overzicht van de gehele methode.

J. Groepsonderwijs (Vituscollege, Bussum)

- Van wie de sectie natuurkunde.
- Voor wie klassen 2, 3 en 4 havo/vwo.
- Met welk doel de sectie wil de leerlingen geheel zelfstandig laten werken in groepen. De leergang moet daarbij een leidraad zijn. De docent is een begeleider, die ook aandacht geeft aan de sociale en vormende aspecten van het werken in groepen.
- Welk materiaal drie 17-rings multobanden, elk \pm 150 blz. De leerstof wordt via vragen aan de orde gesteld; het praktikum is erin geïntegreerd. Achterin elke map staan op blauwe bladen tabellen en overzichten.
- Deel 1: beweging, kracht, warmte, magnetisme, licht.
- Deel 2: elektriciteit, energie, vervolg elektriciteit.
- Deel 3 (vwo): bewegingen, bewegingen en kracht, arbeid en energie, golfverschijnselen, inductie, elektromagnetisme.

K. Beginonderwijs fysica (Twickelcollege, Hengelo)

- Van wie sektie natuurkunde
- Voor wie klassen 2 en 3 havo/vwo
- Met welk doel "fysische begrippen worden niet zonder meer gegeven, maar leerlingen bouwen vanuit eigen ervaring door middel van de opdrachten geleidelijk die begrippen zelf op." Leerlingen werken daarbij zelfstandig, praten met elkaar over de (natuurkundige) problemen, en maken al werkend een leerproces door.
- Welk materiaal twee mapjes met elk \pm 120 blz. (17-rings multo), voornamelijk opdrachten, veelal korte experimenten, afgewisseld door korte stukjes tekst. Onderwerpen als de fiets, de wip, de slinger, de centrifuge, magneten, zijn verweven met thema's als evenwicht, kracht, vectoren, massa, gewicht, formules.

Nadere bijzonderheden

Vanaf augustus 1976 wordt sciencemateriaal gemaakt. Daarbij werken de secties natuurkunde, scheikunde en biologie samen.

L. Leer- en werkboeken onderbouw (Gem. Scholengemeenschap Emmen)

- Van wie de sectie natuurkunde.
- Voor wie onderbouw havo/vwo.
- Met welk doel "niet geboren uit het feit dat wij zo nodig aan vernieuwing moesten doen. Eerder nog zouden we zeggen dat juist het omgekeerde waar is. Wij zouden dit werk (materiaal) dan ook liever rangschikken onder de categorie heroriëntering."
- Welk materiaal leer- en werkboek natuurkunde
deel 1: inleiding (krachten, druk, hydrostatica, gassen);
deel 2: warmte, deel 3: optica, deel 4 is nog niet gereed.
Elk deel omvat een aantal lessen (\pm 70 blz., formaat A4), gevolgd door een "stampot" (ongeveer evenveel blz.) bestaande uit een paar honderd opgaven; achterin staan de antwoorden.

M. Mastery-Learning (S.G. van Oldenbarnevelt, Rotterdam)

- Van wie drie leden van de natuurkundesektie.
- Voor wie 2e klas havo/vwo.
- Met welk doel "Mastery-learning" mogelijk maken bij gebruik van een gewoon leerboek.
- Welk materiaal het leerboek "Terreinverkenning in de Natuurkunde" van Auer en Hooymayers wordt gevolgd met waar nodig aanvullingen resp. verbeteringen door middel van stencils. Deze stencils omvatten: leerstofstructurering, diagnostische toetsen, herhalingsprogramma's en extra-stof programma's. De leerstofeenheden: LSE 0: rekenliniaal, LSE 1: inleiding, LSE 2: rust en beweging, LSE 3: traag en zwaar, LSE 4: meten en ordenen, LSE 5: magnetisme, LSE 6: optica.

N. Handleiding natuurkunde (Zwaan, Nijmegen)

- Van wie Ir. F. Zwaan, Ped. Academie/havo Klokkenberg, Nijmegen.
- Voor wie studenten PA1 en PA2; zij kiezen een studie-onderwerp en werken daaraan in groepen van 4; ze geven ook enkele lessen op de basisschool.
- Met welk doel "de leerling van de basisschool te stimuleren in zijn zeker reeds aanwezige belangstelling voor de natuur waarin hij leeft en waarvan hij zelf deel uitmaakt, is mede een van de dankbaarste taken van de onderwijzer(es)."
- Welk materiaal gebundelde stencils, \pm 100 blz. theorie, met aansluitend \pm 25 blz. proeven en \pm 20 blz. lesschema's "natuurorientatie" (basisschool, klassen 1, 2 en 3) en "natuurkunde" (klas 4, 5 en 6).

O. Praktikumboeken (Masschelein, Weert)

Van wie Drs. J.C.J. Masschelein, Philips van Horne Scholengemeenschap, Weert).

Voor wie mavo, havo, vwo.

Met welk doel in het praktikum moeten we verschillen tussen leerlingen kunnen opvangen. In de bovenbouw bestaat er verschil tussen havo en vwo, tussen leerlingen in hetzelfde schooltype, tussen de mavo/havo-instroomleerlingen en de eigen leerlingen. Daarom zijn er (1) repetitieproeven, (2) standaardproeven, (3) inzichtsproeven, (4) proeven over onderwerpen buiten de strikte leerstofomschrijving.

Welk materiaal a) bovenbouwboek met 40 proeven, verdeeld over mechanica, gassen en dampen, golven en trillingen, elektriciteit en magnetisme, en moderne fysica,
b) onderbouwboek met vnl. proeven over warmte (7) elektriciteit (17) en optica (17),
c) boekje met 14 elementaire elektriciteitsproeven.

Het bovenbouwboek zal in gewijzigde vorm worden uitgegeven door Van Walraven te Apeldoorn.

P. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)

Van wie D. de Beer, J. van Geffen, Trajectumcollege, Utrecht).

Voor wie klassen 3, 4 en 5 havo, 3, 4, 5 en 6 vwo.

Met welk doel praktikum, waarbij in de bovenbouw ook demonstratie-apparaatuur gebruikt wordt.

Welk materiaal gestencilde instructies
- voor derde klas havo/vwo: elektriciteit (6 proeven) en licht (2 proeven)
- voor bovenbouw: 32 proeven over diverse onderwerpen, o.a. stroboscopische foto's, laser, elektronendiffraktiebuis.

Q. Energieprojekt (Kath. Gelders Lyceum, Arnhem en Maaslandcollege, Oss)

Van wie zes natuurkundeleraren.

Voor wie klassen 3 vwo (Katholiek Gelders Lyceum en school voor havo te Arnhem) en 3 havo (Maaslandcollege, Oss).

Met welk doel "de leerlingen in kontakt te laten komen met groepen in de maatschappij die verschillende belangen vertegenwoordigen. Het onderwerp leent zich er erg goed voor omdat het aktueel is, binnen het bereik van de leerlingen, en wat kernenergie betreft, zeer kontroversieel."

Welk materiaal de leerlingen zoeken grotendeels zelf hun materiaal. "Dit is ook één van de redenen dat we geen materiaal ten toon te stellen hebben. We kunnen wel vertellen over de gehanteerde werkwijzen tijdens een projekt, zoals interviews, enkète, groepsdiskussies, forumavond, groepswerk enz."

R. Praktikuminstrukties (Chr. Lyceum, Leiden)

Van wie sekte natuurkunde van het Chr. Lyceum "Dr. W.A. Visser 't Hooft" te Leiden.

Voor wie vwo en havo.

Met welk doel eigen praktikum, de instrukties worden ook gebruikt bij de Chr. Scholengemeenschap Atheneum-havo te Katwijk.

Welk materiaal gestencilde instrukties in multoband (23 rings). Voor klas 2 over metingen, krachten, vloeistoffen en gassen, warmte (totaal 14 proeven), voor klas 3 over warmte, elektriciteit, licht (totaal 20 proeven), voor bovenbouw 12 proeven over diverse onderwerpen.

S. Syllabus Mechanica en diversen (S.G. Snellius, Amstelveen)

Van wie natuurkundesektie scholengemeenschap Snellius, Amstelveen.

Voor wie leerlingen van klas 2 en 3 havo/vwo.

Met welk doel het maken van materiaal om bestaande boeken aan te vullen resp. te verbeteren waardoor een voor docent en leerlingen beter bruikbaar geheel ontstaat.

Welk materiaal - een aantal losse nieuwe proeven voor de 2e klas
- een keuzepraktikum elektriciteit en magnetisme voor de 3e klas
- een syllabus mechanica voor de 4e klas voor gebruik naast Schweers en Van Vianen deel 3V.

T. Praktisch schoolonderzoek (Van der Valk, Den Haag)

Van wie A.E. van der Valk, Thorbecke Scholengemeenschap, Den Haag.

Voor wie klas 6 vwo.

Met welk doel "schoolonderzoek voor 3 verschillende groepen van 9 man. Aan de 9 man worden 10 minuten per proef gegeven, waarna doorschuiven tot ze alle 9 proeven hadden gedaan."

Welk materiaal 24 korte opdrachten (elk 1 pagina, 17-rings multo), voornamelijk elektriciteit en magnetisme.

U. Enkele bovenbouwproeven (Backbier, Geleen)

Van wie Dr. F.G. Backbier, Scholengemeenschap Sint Michiel, Geleen.

Voor wie bovenbouw vwo/havo.

Met welk doel eigen praktikum.

Welk materiaal vijf gestencilde instructies, resp. bepaling van de massa van een trillende ruiters op een luchtkussenbaan (examen vwo 1975), stroombalans, proef van Millikan, Geiger-Müller telbuis, radioactief verval.

2.2. PLON

1. Wat wil het PLON

Wij proberen een vernieuwing te bewerkstelligen in het natuurkunde-onderswijs op mavo, havo en vwo. We doen dat door leerpakketten te ontwerpen en die op diverse proefscholen uit te proberen.

Gegevens over de effecten van het gebruik van deze leerpakketten worden systematisch verzameld. Op grond daarvan worden beslissingen genomen om het materiaal te herzien en aan te vullen.

Globaal bekeken staan het PLON de volgende veranderingen voor ogen:

- meer aandacht dan tot dusver voor sociale en creatieve aspecten van het proces in de klas
- onderwijsleersituaties waarin uitgegaan wordt van de manier waarop de leerling tegen de les en de inhoud van het vak aankijkt
- in verband met deze twee punten een houding van de leraar waarin deze de leerlingen meer ruimte geeft om zich te ontwikkelen naar zelfstandigheid en verantwoordelijkheid.

2. Wat doet het PLON

Onze werkzaamheden zijn onder te verdelen in drie taakgebieden:

- onderzoek
- ontwikkeling van lesmateriaal
- werk in het praktijkveld.

2.1. Onderzoek

Onderzoek speelt een belangrijke rol in het PLON. Onder onderzoek valt alles wat te maken heeft met systematisch opsporen en interpreteren van gegevens over wat met het ontwikkelde materiaal in de klas gebeurt. Er worden vragenlijsten voor leraren en leerlingen gehanteerd. Ook wordt gewerkt met lesobservaties, leerlinginterviews en logboeken van de leraar. In het onderzoek worden tevens doelstellingen en uitgangspunten van het lesmateriaal bewaakt. Alle gegevens die op deze manier ter beschikking komen worden door ons team (in samenwerking met diverse deskundigen én proefschoolleraren) geïnterpreteerd en gebruikt om een tweede versie van het leerpakket te maken.

Samen met het CITO wordt door de onderzoeksgroep van het PLON aan toetsontwikkeling gewerkt. Dit houdt vanzelfsprekend verband met eerder genoemd bewaken van leerdoelstellingen en uitgangspunten van het pakket.

Er worden relaties onderhouden met allerlei instituten op het gebied van onderwijsresearch (RITP, THTwente, NIVOR, PDI, Vakgroep DID, O&O, DBK).

2.2. Ontwikkeling van lesmateriaal

Dit gebeurt veelal via discussies, schrijven van teksten, uitproberen van proeven en een groot aantal andere activiteiten. Het ontwikkelen van films, diaserieën en andere audio-visueel materiaal hoort ook hiertoe.

Globaal is de werkwijze als volgt:

- formulering van een aantal ruwe uitgangspunten en leerinhouden
- schrijven van teksten, ontwikkelen van proefjes, media enz. opzoeken van bestaande apparatuur
- via discussie komen tot verdere specificatie van zowel de uitgangspunten en leerinhouden als van de teksten enz.
- klaar maken van teksten voor de drukker, opzoeken van foto's, afspraken met de tekenaar (van het OMI), produktie van media.

Bijzonderheden:

- voor AV-media-ontwikkeling werken wij samen met het NIAM, SFW en het

universitaire OMI

- wij beschikken over een uitgebreide bibliotheek met daarin vrijwel alle belangrijke buitenlandse leerpakketten en Nederlandse leerboeken voor natuurkunde en "science" op secundair niveau alsmede onderwijskundige literatuur
- bij de ontwikkeling van teksten en proeven werken wij samen met enige leerlingen van de Zinzendorfschool voor mavo te Zeist
- leraren en enige deskundigen geven tussentijds kommentaar op gemaakte teksten.

2.3. Werk in het praktijkveld

Wij onderhouden intensief contact met onze proefscholen. Regelmatig worden ze bezocht en worden er lessen gevolgd. Deze lessen worden nabesproken met de leraren. Onderzoekgegevens worden d.m.v. lesobservaties verkregen. Ook video-opnamen spelen hierbij een rol.

Vrij geregeld komt ook Wim Kamphuis op school om te overleggen over gebruik van apparatuur en andere voorzieningen.

Alle leden van de projectgroep (behalve Myriam) zijn op die manier regelmatig op proefscholen aanwezig.

Met de proefscholen is er tweemaal in de maand een bespreking in Utrecht.

Relaties worden onderhouden met NVON, regionale kringen van natuurkunde-docenten, leerplanontwikkelingsgroepen van CMLS en CLMB, het IOWO, midden-school-projecten, DBK-project (VU, A'dam) en het mavo-project.

3. Stand van zaken per oktober 1976 en plannen voor de komende jaren

De ontwikkeling van lesmateriaal voor 2-mavo (1e versie) is afgesloten.

Dit cursusjaar (1976-1977) wordt gewerkt aan:

- revisie van lesmateriaal 2-mavo. Dit wordt een 2e versie die ook gebruikt gaat worden in de 2e klassen van de havo/vwo proefscholen
- ontwikkeling van lesmateriaal 3-mavo (1e versie)
- ontwikkeling van een docentenhandleiding en apparatuurgids.

In het kader van het ontwikkelen van lesmateriaal zijn/worden enige films en diaserieën ontwikkeld samen met NIAM en SFW.

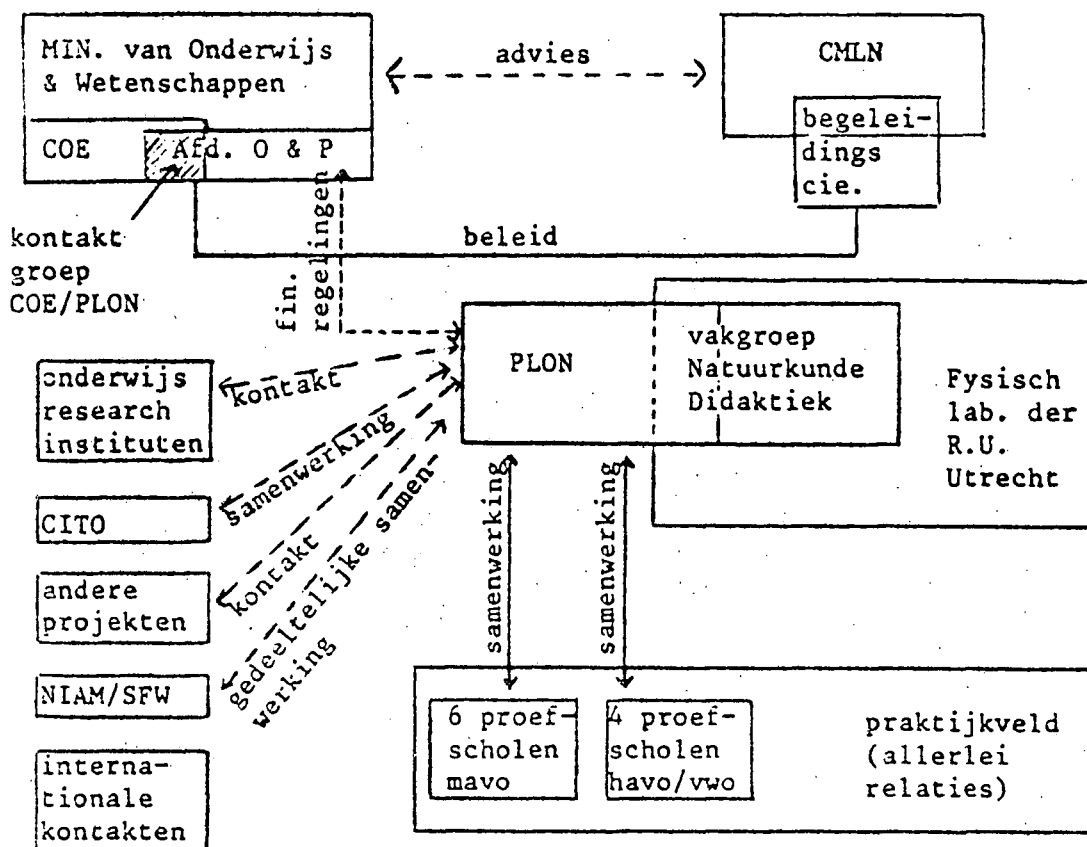
Onderzoekgegevens uit de 2e klas mavo zijn binnen en worden momenteel verwerkt ten dienste van de revisie van het lesmateriaal.

Wij werken momenteel met 65 proefklassen (2, 3 mavo; 2 havo, 2 vwo) op 14 proefscholen (29 leraren, 2000 leerlingen). Het ligt in de bedoeling de experimenten door te laten lopen tot en met 4 mavo én 6 vwo (inklusief eindexamens).

Het project zal dan, na een evaluatie-jaar, afgelopen zijn in augustus 1983.

Intussen zal ook aan de relatie met scholen buiten het experiment en de verzorgingsstructuur voor leerplanontwikkeling (SLO), schoolbegeleiding (LPC's) en onderwijsresearch (SVO) veel aandacht moeten worden besteed.

4. De structuur waarbinnen het PLON werkt



Het PLON werkt onder auspiciën van de Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde (CMLN). Deze heeft de begeleiding van het PLON toevertrouwd aan een begeleidingscommissie, die gedeeltelijk uit CMLN-leden bestaat. Het PLON is ondergebracht bij de Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek van het Fysisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit Utrecht. De Commissie Onderwijskundige Experimenten (COE) van het Ministerie van O&W houdt toezicht op het projekt. Het heeft dit toezicht toevertrouwd aan de ambtelijke kontaktgroep (c.g.) COE-PLON. In de c.g. COE-PLON hebben o.a. zitting enige ambtenaren van de Afdeling Onderwijsvernieuwing en Planning (OP) van het Ministerie. Deze afdeling verzorgt de financiering van het projekt.

PLON
Tel.: 030-532717

DE VASTE MEDEWERKERS

Hans van Aalst
Camminghalaan 6, Bunnik
Tel.: 03405-3948

Sebo Ebbens
Slotstraat 14, Culemborg
Tel.: 03450-6759

Wim van Bochoven
Ridderspoor 17, Nieuwegein
Tel.: 03402-38450

Kees Groen
Evert Cornelislaan 28, Bilthoven
Tel.: 030-782785

Wim Kamphuis
Oudwijkerlaan 10, Utrecht
Tel.: 030-520321

Myriam Rolf v.d. Baumen-v.d. Zalm
Lingedijk 88, Geldermalsen
Tel.: 03455-4612

Bruce Pelupessy
Franciscushof 85, Vianen (ZH)
Tel.: 03473-3025

Ronny Wierstra
Tuinstraat 28, De Bilt
Tel.: 030-763939

CITO = Centraal Instituut voor Toets Ontwikkeling
CMLB = Commissie Modernisering Leerplan Biologie
CMLN = " " " " Natuurkunde
CMLS = " " " " Scheikunde
COE = Commissie Onderwijskundige Experimenten
DBK = (projekt) Differentiatie Binnen Klasseverband
DID = (vakgroep) Natuurkunde-Didaktiek
IOWO = Instituut voor Ontwikkeling van Wiskunde Onderwijs
NIAM = Nederlands Instituut Audio-visuele Media
NIVOR = Nijmeegs Instituut voor Onderwijs Research
NVON = Nederlandse Vereniging voor Onderwijs in Natuurwetenschappen
O&O = Onderzoek en Ontwikkeling van Onderwijs
OMI = Onderwijs Media Instituut
OP = (afdeling) Onderwijsvernieuwing en Planning
PDI = Pedagogisch Didaktisch Instituut
RITP = Research Instituut voor Toegepaste Psychologie
SFW = Stichting Film en Wetenschap
SLO = Stichting Leerplan Ontwikkeling
SVO = Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs

2.3. DBK-VU projekt

1. Hoe is het samenwerkingsverband ontstaan?

Vanuit de V.U. is een onderzoek gestart naar de mogelijkheden van DBK voor natuurkunde. Redenen waren onder andere de problemen bij de invoering van een verlengde brugperiode. Een inventarisatie (enquête en schoolbezoeken) gaf aanleiding een samenwerkingsverband op te zetten. Van de kant van de natuurkundeleraren zijn er meerdere redenen om aan het samenwerkingsverband deel te nemen: de invoering van een verlengde brugperiode, het samenwerken met anderen, onvrede met de bestaande situatie, ook in "homogene" klassen zijn er verschillen tussen de leerlingen. Het gemeenschappelijke probleem is het ontbreken van specifiek materiaal om DBK te kunnen invoeren en te onderzoeken.

Het samenwerkingsverband is in mei 1975 gestart met 10 scholen. Eerst zijn gezamenlijk besluiten genomen over het model van DBK en de organisatie van het samenwerkingsverband.

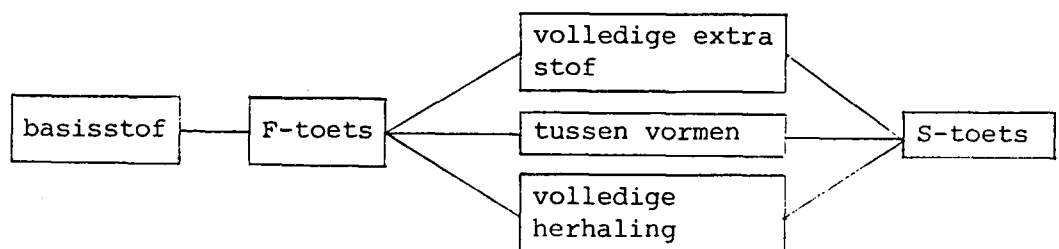
2. Het model van DBK en het DBK-na materiaal

We hebben gezocht naar een model dat enerzijds meer aan de leerling aangepast onderwijs mogelijk maakt en anderzijds aansluit bij de bestaande situatie op de scholen.

Voor de leerlingen wil je dan tempo differentiatie en differentiatie naar niveau en interesse mogelijk maken. De bestaande situatie is te karakteriseren door leerstof jaarklassen systeem, geen DBK bij andere vakken, onderbouw = onderwijs voor iedereen, geen speciale faciliteiten qua ruimte en klasgrootte, leraren met weinig ervaring met DBK-onderwijs.

2.1. Globale opzet

Reeds op de eerste plenaire vergadering (21 mei) is een principe keuze gemaakt voor het te hanteren DBK-model. Iedereen kon zich vinden in DBK volgens onderstaand model van "vertakte voortgang":



De uitgangspunten bij de verdeling in lessen zijn:

basisstof	5-7 lessen
formatieve toets	1 les
differentiële stof	2-3 lessen
summatieve toets	1 les

Eén blok bestaat op deze manier uit ongeveer 10 lessen van 50 min. De keuze voor de vertakte voortgang in tegenstelling tot de lineaire

voortgang komt vooral omdat vertakte voortgang als een natuurlijke weg wordt gezien van meer klassikaal onderwijs naar meer gedifferentieerd onderwijs.

2.2. De basisstof

Twee belangrijke uitgangspunten bij het kiezen van de basisstof zijn:

- a. het natuurkunde-onderwijs in de onderbouw is gericht op eind-onderwijs
- b. de beslissing of een leerling na de derde klas natuurkunde gaat doen, valt aan het eind van de derde klas.

ad a. Dit impliceert dat de basisstof een overzicht geeft van waar de natuurkunde zich mee bezig houdt en van welke methodiek de natuurkunde zich bedient en ook dat de basisstof haalbaar moet zijn voor een ijverige leerling.

ad b. Dit impliceert dat de basisstof (en niet een combinatie van basisstof en extrastof!) acceptabel, qua niveau en omvang, moet zijn voor iedereen die drie jaar op havo en vwo gezeten heeft en ook voldoende is voor toelating tot de bovenbouw.

Alhoewel het specifieke van het projekt de differentiële periode is, neemt de basisstof een centrale plaats in. De basisstof is voor alle leerlingen, van voldoende niveau en een basis voor het verkennen van de extra stof.

De basisstof bepaalt voor een groot deel de herhaalbladen en de toetsen. De basisstof is beknopt om ruimte te hebben voor de differentiële periode. Allerlei leuke, maar niet noodzakelijke, uitbreidingen kunnen in de extra stof naar eigen keuze bestudeerd worden!

In de basisstof wordt zoveel mogelijk van leerlingenpraktikum uitgegaan. De basisstof is zo samengesteld, dat de werkvorm door de leraar gekozen wordt en varieert (groepswerk, klassikaal of zelfstandig individueel).

2.3. De herhaalstof

Door middel van herhaalbladen kunnen leerlingen gericht extra tijd besteden aan de basisstof. De verwachting bestaat, dat mede door deze herhaalmogelijkheid verreweg het grootste deel van de leerlingen tot een acceptabel niveau van beheersing van de basisstof komt. De leerlingen met een geringere aanleg kunnen bijblijven en raken niet ontmoedigd, leerlingen met een ongunstige beginsituatie krijgen de kans zich te ontplooien. Uiteindelijk is de verwachting dat een steeds groter deel van de groep na enige tijd DBK-onderwijs reeds in eerste instantie (dus zonder de herhaalmogelijkheid) tot beheersing komt en dat een zekere mate van doorbreking van de rangorde op grond van prestaties plaatsvindt.

De begrippen en vaardigheden die in de basisstof worden nagestreefd, worden door een vijftal herhaalbladen gedekt. Meestal kan dat op een andere manier dan in de basisstof gebeurd is. Bij de herhaalbladen zijn antwoordbladen.

De leerlingen kunnen de herhaalbladen op school doen maar ook thuis. Ook kunnen de leerlingen die eigenlijk niet hoeven te herhalen toch herhaalbladen doen. Alle leerlingen krijgen herhaalbladen in hun pakket.

2.4. De extra stof

Leerlingen die niet of slechts gedeeltelijk hoeven te herhalen kunnen extra stof doornemen. Voor de keuze natuurkunde in de bovenbouw zijn geen restricties met betrekking tot de hoeveelheid doorgenomen extra stof. Wel kan dit gegeven een rol spelen bij de zelf-determinatie en advisering.

Doelen van de extra stof:

1. motivatie vasthouden en eventueel verhogen van de snelle leerlingen
2. attitude aanbrengen: volledig uit eigen motivatie iets doen
3. mogelijkheid bieden tot kennisname van onderwerpen, die niet in de basisstof kunnen.

Er zijn ongeveer 8 extra stofbladen per blok. De leerlingen maken daaruit een keuze. Drie extra stofbladen zijn opgenomen in het materiaal dat alle leerlingen krijgen, opdat ook de leerlingen die veel moeten herhalen de extra stof zien, kunnen doorlezen en eventueel thuis doen.

De andere extra stofbladen zijn in de klas aanwezig. De extrastof kan van alles zijn: verdieping of verbreding van de basisstof, aansluiting bij techniek, historie, maatschappelijk. Ook zijn er series:

het weer, sterrenkunde; elektronische calculators.

2.5. De formatieve toets

Doel: tijdens het leerproces informatie geven over de mate van beheersing van de basisdoelstellingen per leerling. Op grond van de resultaten op de F-toets gaan de leerlingen gericht herhalen of extra stof doornemen. De resultaten op de F-toets worden niet bij de vaststelling van rapportcijfers gebruikt. Wel is het noodzakelijk dat de leerlingen zich op de F-toets voorbereiden. De F- en S-toets van een blok worden gelijkwaardig gekonstrueerd, zowel qua niveau als qua stof die ze dekken. Hiermee wordt beoogd dat goede resultaten op de F-toets ook leiden tot goede resultaten op de S-toets. Bovendien wordt onderzoek naar de effecten van de differentieële periode aan de hand van de toetsresultaten mogelijk. De toetsen zullen bestaan uit 30 vierkeuze-items. Verdeeld over de basisstof worden ongeveer 6 items gekonstrueerd die "wat meer" van de leerlingen eisen. Deze items moeten diskriminerend werken voor leerlingen met meer en minder aanleg voor natuurkunde en aldus bijdragen tot de determinatie.

2.6. De summatieve toets

De summatieve toets heeft voor het leerproces alleen de functie van evaluator: wat is het uiteindelijk bereikte niveau van beheersing? Op grond van de summatieve toets wordt door de leraar een cijfer gegeven.

De summatieve toets vormt één van de belangrijkste informatiebronnen bij de determinatie. De opbouw van de S-toets is geheel gelijk aan de F-toets.

2.7. De leerdoelen

Nadat de basisstof gereed is, worden specifieke leerdoelen geformuleerd. Dit doen we

- a. voor de leerlingen, als hulpmiddel om te zien wat belangrijk is en bij de voorbereiding op de toetsen;

b. voor de toetsgroepen, als analyse van het blok om "uitgebalanceerde" toetsen te krijgen.

De leerdoelen zijn opgenomen in het materiaal dat de leerlingen krijgen. Bij elk leerdoel staat een verwijzing naar de basisstof. De leerdoelen kunnen ook een rol spelen bij de evaluatie van het materiaal.

2.8. De lerarenhandleiding

Bij elk blok wordt een lerarenhandleiding gemaakt. De inhoud daarvan is: globale doelen van het blok, mogelijke indeling van de lessen met suggesties voor de werkvorm, lijst van benodigd praktikummateriaal. Ook wordt aangegeven welke van de proeven in ieder geval gedaan moeten worden, welke overgeslagen kunnen worden, welke thuis gedaan kunnen worden. De handleidingen zullen bij revisie worden voorzien van uitgebreidere praktische tips.

2.9. Diversen

In het leerlingenpakket zijn nog opgenomen

- een informatiestukje over de DBK-werkwijze,
- bladen om hun ervaringen en prestaties bij te houden, met als doel de zelfdeterminatie te bevorderen.

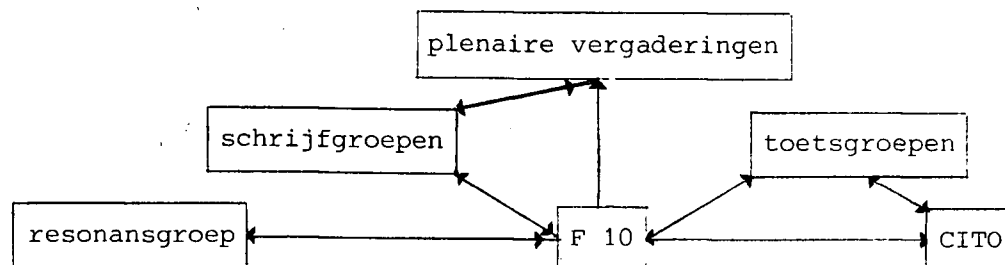
Voor het nakijken van de toetsen zijn de sleutel- en verwijsbladen. Hierop staan de juiste antwoorden en een verwijzingsstelsel naar de herhaalbladen. Om een overzicht te krijgen van de activiteiten en prestaties van een hele klas tijdens een blok is een overzichtsvel ontworpen.

2.10. Beschouwing van bovenstaand DBK-model

In het model wordt veel ruimte en aandacht gegeven aan het volgen van het basisprogramma door alle leerlingen: gerichte herhaalmogelijkheid, formuleren van specifieke doelstellingen. De herhaalmogelijkheid verwezenlijkt een differentiatie naar leertijd. Snelle leerlingen wordt de mogelijkheid gegeven naar eigen interesse zich verder te bekwamen in de natuurkunde. Dit betekent dat de differentiatie naar doelstellingen niet strak is georganiseerd. Door de opbouw in blokken wordt fixering naar begaafdheidsniveau voorkomen. Voorselectie wordt vermeden door de basisstof als voldoende voor toelating tot de bovenbouw te beschouwen.

Ruim aandacht wordt besteed aan het organisatorisch mogelijk maken van DBK in de les: formatieve toetsen die door de leerlingen worden nagekeken en direkt gericht verwijzen naar één of meer van de ongeveer vijf herhaalbladen; de herhaalbladen en extra stof bladen moeten zoveel mogelijk geschikt zijn voor zelfstandig werken van de leerlingen.

3. De organisatievorm van het samenwerkingsverband



Plenaire vergaderingen

Plenaire bijeenkomsten vinden gemiddeld eens in de vijf weken plaats en bestaan uit de volgende activiteiten (willekeurige volgorde):

- bespreking algemene uitgangspunten van het samenwerkingsverband
- evaluatie: hoe funktioneert het samenwerkingsverband
- brainstorming, ideeën uitwisselen bij voorkomende problemen
- inventarisatie van voorkeursonderwerpen voor het te ontwikkelen curriculum
- bespreking voorstellen en materiaal van de schrijfgroep
- evaluatie van materiaal en methode na uitvoering in de klas
- bespreking plannen voor verdere voortzetting

Schrijfgroepen

De schrijfgroepen produceren het schriftelijk lesmateriaal (direkte leerstof) en formuleren de globale doelstellingen daarvan.

Dit schooljaar zijn er 4 schrijfgroepen van elk ongeveer 4 leraren. Twee komen in Amsterdam bij elkaar, één in Deventer, één in Eindhoven. De schrijfgroepen worden begeleid door enkele leden van de werkgroep van de VU.

Toetsgroepen

De twee toetsgroepen produceren de benodigde toetsen. Eén groep komt bijeen in Arnhem, de andere in Amsterdam. Ze bestaan uit 6 leraren, één CITOmedewerker en worden begeleid door enkele leden van de werkgroep.

Het CITO

Dit instituut:

- verzorgt voor de toetsgroepen een cursus toetsontwikkeling (reeds voltooid)
- begeleidt mede de toetsgroepen bij het maken van toetsen

De werkgroep F10 = werkgroep DBK-na

De werkgroep:

- begeleidt en neemt deel aan de curriculum-ontwikkeling
- verzorgt de "management-aspekten" van het projekt
- doet literatuurstudie
- verzorgt de onderzoeksaspecten van het projekt

De werkgroep bestaat uit een wetenschappelijk medewerker en 5 à 8 doktoraal studenten

De resonansgroep

Voor een bewaking van het niveau, met name wat betreft de onderwijskundig-wetenschappelijke aspecten, én de plaats van een onderzoek als DBK-na binnen de ontwikkeling in het bestaande onderwijs, is bovendien een resonansgroep van externe deskundigen gevormd. Op verzoek van de vakgroep hebben hierin zitting willen nemen:

dr. J.H.G.I. Giesbers, lector Algemene Didaktiek, K.U. Nijmegen;
prof. dr. F.K. Kieviet, hoogleraar Toegepaste Pedagogiek, R.U. Leiden;
drs. J. Smit, inspekteur havo-vwo, lid van de CMLN

4. Procedure curriculumontwikkeling

Het curriculum wordt ontwikkeld door produktiegroepen van leraren begeleid door de werkgroep DBK-na van de VU. Al het materiaal (en ook alle andere ideeën en beslissingen) komen tot stand na plenair overleg.

Als voorbeeld wordt nu de procedure beschreven die over het algemeen gevolgd wordt bij de ontwikkeling van de leerstof.

Procedure bij de ontwikkeling van de leerstof

De ontwikkeling van de leerstof is weer gescheiden in de ontwikkeling van de basisstof, de herhaalstof en de extra stof. Bij de ontwikkeling van de basisstof ligt de nadruk op het rangschikken van gangbare leerstof ten behoeve van DBK-onderwijs en niet op het zoeken naar nieuwe natuurkunde inhouden. Vanwege de hoge mate van korrelatie tussen de basisstof en de herhaalstof, geldt dit ook voor de herhaalstof. Voor wat betreft de extra stof wordt meer van de vrijheid gebruik gemaakt om ook minder gangbare, maar voor de leerlingen wel motiverende natuurkunde inhouden te kiezen.

Tijdens schrijfgroepvergaderingen wordt van een blok eerst de basisstof geselecteerd en geordend en wordt bekeken of een leerlingenpraktikum kan dienen als uitgangspunten voor het aanbrengen van de leerstof, de zogenaamde brainstorm. Dit leidt tot een voorstel voor de basisstof, welke tijdens een plenaire vergadering wordt besproken. Het voorstel met de kritiek uit de plenaire vergadering wordt binnen de schrijfgroep nader uitgewerkt tot schrijfoopdrachten. Aan de hand van de schrijfoopdrachten maken de leraren een eerste versie voor het betreffende blok. De schrijfoopdrachten korresponderen zoveel mogelijk met de indeling van het blok in paragrafen.

De schrijfgroep komt vervolgens weer bij elkaar en bespreekt de eerste versie; met behulp van aangebrachte veranderingen en kritiek wordt de tweede versie geschreven. Deze tweede versie wordt voorgelegd aan de plenaire vergadering. Alle leraren hebben vóór de plenaire vergadering de tweede versie van het blok ontvangen plus richtlijnen voor het beoordelen van het gemaakte materiaal. Zoveel mogelijk commentaar, verbeteringen, voorstellen en alternatieven moeten op het materiaal zelf worden aangebracht. Gelet dient te worden op taalgebruik en natuurkundige inhoud. Verder zijn er nog een aantal vragen over de totaalindruk van de basisstof zoals niveau, omvang, opbouw en uitvoerbaarheid, mogelijkheden voor het naar eigen inzichten kiezen van de werkvorm, en ideeën voor herhaalstof en extra stof. Hierna wordt de kritiek binnen de schrijfgroep verwerkt en bij geen grote veranderingen wordt de 'definitieve' versie geschreven. Evaluatie van de leerstof zal plaatsvinden nadat ermee gewerkt is op de scholen.

5. Stand van zaken en planning

<u>augustus 1975</u>	: start materiaalontwikkeling voor de tweede helft van de tweede klas
<u>januari 1976</u>	: drie blokken worden uitgetoetst op 10 scholen met 1500 leerlingen
<u>maart 1976</u>	: start materiaalontwikkeling voor de eerste helft van de tweede klas
<u>mei 1976</u>	: uitbreiding van het samenwerkingsverband tot 28 scholen
<u>augustus 1976</u>	: invoering vanaf begin tweede klas op 28 scholen met 3500 leerlingen
<u>november 1976</u>	: start materiaalontwikkeling voor de derde klas
<u>november 1976</u>	: start revisie tweede klas materiaal.

Planning

Het schooljaar 1977-78 kan in de tweede klas met gerevisieerd materiaal gewerkt worden. In de derde klas wordt dan met de eerste versie gewerkt. Tijdens het schooljaar 1978-79 zal ook het derde klas materiaal in definitieve versie gereed komen.

6. Hoe kunt u meedoen?

Er zijn twee mogelijkheden, die ook gekombineerd kunnen:

a. u kunt het materiaal op uw school (gedeeltelijk) invoeren.

In dat geval zouden we wel willen dat u vergaderingen bijwoont met andere secties natuurkunde.

b. u kunt deelnemen in werkgroepen van het samenwerkingsverband, zoals schrijfgroepen of toetsgroepen.

Overigens maken we voor beide mogelijkheden, vooral b. voorbehoud of het voor het projekt realiseerbaar zal zijn.

7. Adressen scholen, alfabetisch op plaatsnaam

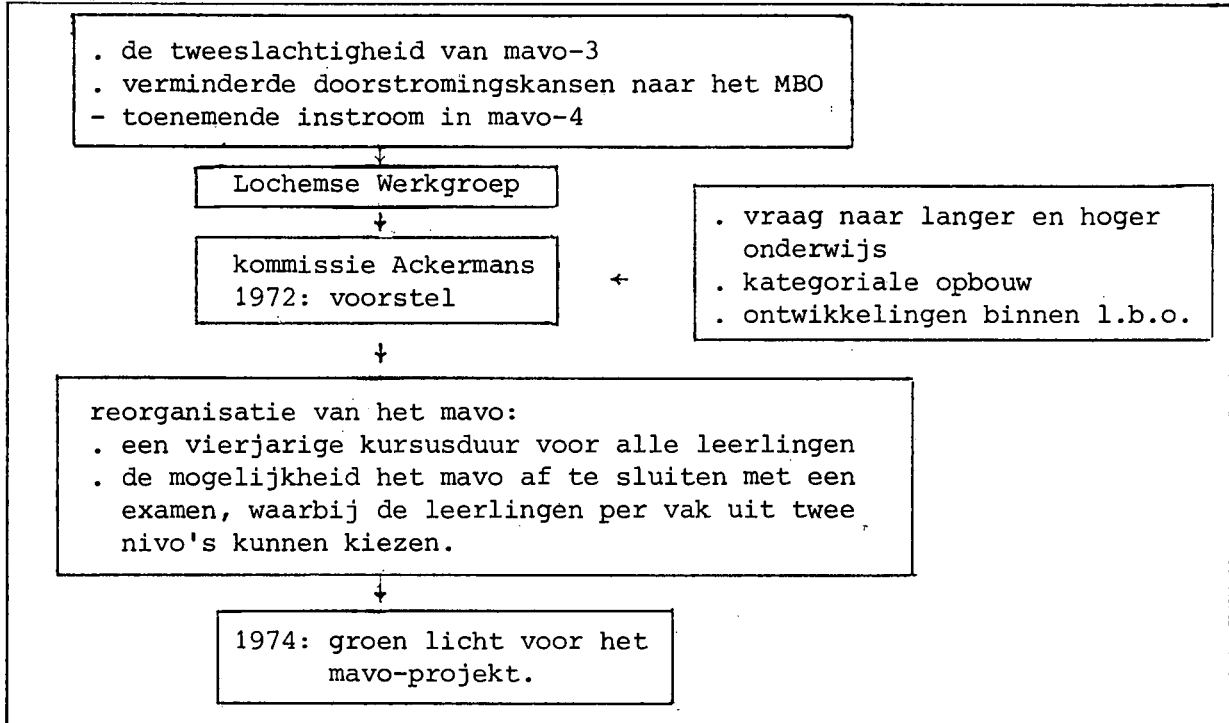
<u>Plaats</u>	<u>Naam van de school</u>	<u>Adres</u>	<u>Telefoon</u>
Alphen aan den Rijn	Ashram College	Marsdiep 289	01720-20100
A'dam-Buitenveldert	Chr.sg.Buitenveldert	De Cuserstraat 3	020 -423902
A'dam-Noord	Waterlant College	Rode Kruisstr. 14	020 -360301
A'dam-Oost	Chr.sg.A'dam-Oost	Nobelweg 6	020 -354730
Apeldoorn	Chr.sg.Myrtus College	Talingweg 171	055 -234453
Breukelen	R.sg. Breukelen	Schepersweg 6A	03462-1687
Delft	Chr.Lyceum Delft	Delftweg 81	015 -142040
Deventer	Alex.Hegius sg.	Het Vlier 1	05700-12064
Deventer	Geert Grote College	Boerhavelaan 1	05700-23003
Doetinchem	Ludger College	Vondelstraat 5	08340-25248
Eindhoven	Eckart College	Damocleslaan 3	040 -433634
Enschede	Gem.sg. Zuid	Borneostraat 16	053 -324057
Helmond	Car.Borromeus College	Mierloseweg 7	04920-22150
Huizen (N.H.)	Gem. sg. Huizen	Jac.v. Campenstr.1	02152-52219
Krommenie	Bertrand Russell sg.	Erasmusstraat 2	02980-85189
Leiden	R.K. sg. St. Agnes	Eijmerspoelstr.3	071 -153164
Papendrecht	Chr.sg. De Lage Waard	Vijzellaan 4	078 -51344
Purmerend	R.S.G. Purmerend	Wilhelminalaan 1	02990-21274
Raalte	Florens Radewijns Coll.	Hofstedelaan 4	05720-2094
Rotterdam	Chr.sg. Maarten Luther	Roerdomplaan 42	010 -816700
Sassenheim	Rijnlands Lyceum	Plan "De Wasbeek"	02522-1331
Schagen	R.S.G. Schagen	Wilhelminalaan 4	02240-2300/2767
Tilburg	St. Odulphus Lyceum	Noordhoekkring 99	013 -426652
Wageningen	R.S.G. Wageningen	Hollandseweg 11	08370-11812
Zaandam	Zaanlands Lyceum	Van Goghweg 42	075 -170055
Zetten	Heldring College	Mammoetstraat 3	08880-1544
Zierikzee	R.S.G. Prof.Zeeman	Manhuisstraat 2	01110-2088
Zwolle	Thomas Kempis sg.	Schuurmanstraat 1	05200-15277

N.B. Zie ook de voordracht van C. Mulder onder 1.7. in dit verslag.

2.4. Mavo-project

Ontstaan van het Mavo-project

Het onderstaande diagram schetst in een grote lijn het ontstaan van het Mavo-project.



Doelstellingen en algemene uitgangspunten

Het doel van het Mavo-project kan als volgt worden omschreven:

Het ontwikkelen van hulpmiddelen voor docenten, waardoor zij in staat worden gesteld door middel van differentiatie t.a.v. leerstof en didactiek hun leerlingen aan het eind van een vierjarige cursus te brengen tot een eindexamen, waarbij zij uit twee niveaus kunnen kiezen.

(zie ook MAVO-PROJEKT, bulletin 1, maart 1976)

Als algemene uitgangspunten is gekozen voor:

- . het is een ontwikkelings- en verspreidingsproject dienstbaar aan het fungerend onderwijs.
- . school blijft (relatief) autonoom.
- . fasering draagt een voorlopig karakter; een open planning.

Tijdens het Mavo-project moeten met de docenten o.a. de volgende beantwoord worden:

- welke doelen willen wij met het Mavo bereiken?
- welke doelen willen wij per vak per jaar bereiken?
- welke vaardigheden moet je als docent hebben om t.a.v. leerstof en didaktiek gedifferentieerd onderwijs te geven?
- welke leerboeken (methodes) zijn voor ons het meest geschikt?
- welke differentiatievorm is voor het vak het meest geschikt?
- wat zijn de konsekwenties van gedifferentieerd werken m.b.t. de begeleiding van de leerlingen en de in interne organisatie en kommunikatie?

Uitgangspunten voor de vakgroep natuurkunde

Met de beantwoording van deze vragen is het kursusjaar 1976-1977 een begin gemaakt.

De vakgroep heeft zich voor haar werk laten leiden door de volgende wensen:

- . aansluiten bij wensen individuele leraar
- . de leraar zelf op weg helpen
- . ondersteunen en begeleiden
- . proberen van nieuwe werkvormen

- . flexibel
- . alle scholen bruikbaar
- . aansluiten bij wat er is en trachten dat te verbeteren

Bij de ontwikkeling van materiaal voor de tweede klas hebben de volgende uitgangspunten een rol gespeeld:

1. Een aantal leerlingen zullen geen natuurkunde in hun examenpakket opnemen. Zulke leerlingen kunnen (en daar dient naar gestreefd te worden) toch wel een prettige herinnering houden aan de natuurkunde.
2. Het abstracte karakter van veel begrippen maakt een concentrische opbouw van het natuurkunde-onderwijs noodzakelijk.
3. Willen we de leerlingen enig idee geven van de wijze waarop de natuurkunde wordt bedreven dan dient het leerlingen-praktikum een (belangrijke) rol in het onderwijs te spelen.
4. Voor een aantal leerlingen is het natuurkunde-onderwijs in het tweede leerjaar van het Mavo tevens eindonderwijs.

Ook voor een deel van de leerlingen in het derde leerjaar is het natuurkunde-onderwijs eindonderwijs.

Het natuurkunde-onderwijs in het tweede leerjaar dient daarom een globaal overzicht te geven van de onderwerpen die in de natuurkunde bestudeerd worden.

Aan het eind van het (derde) leerjaar moet de leerling enige zekerheid hebben of hij natuurkunde in het examenpakket kan opnemen.

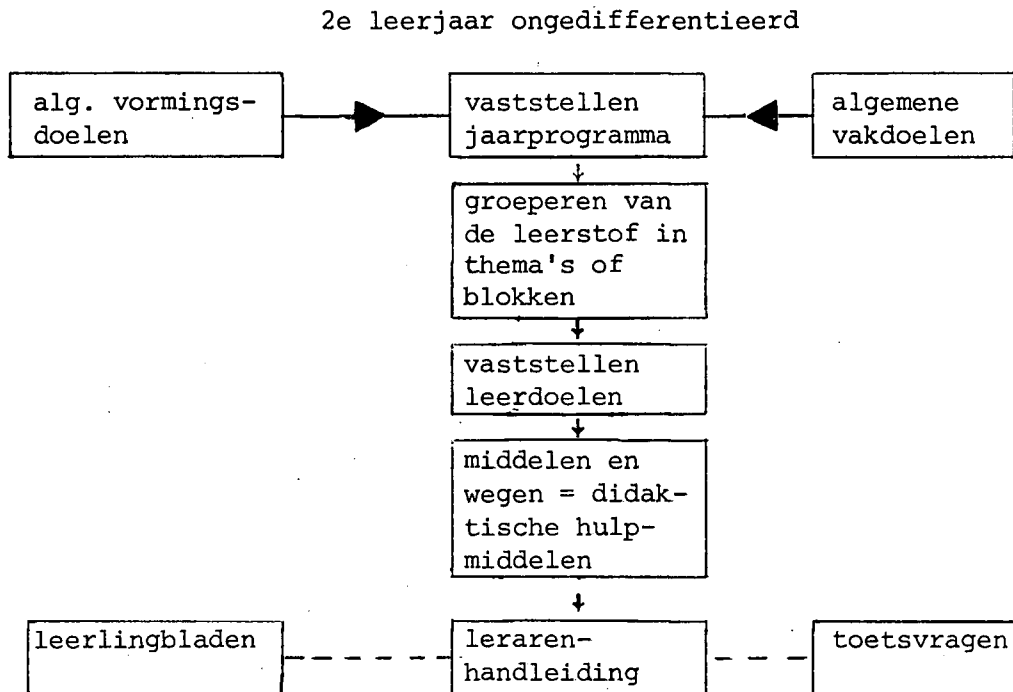
5. De leerstof moet zó samengesteld zijn, dat rekening kan worden gehouden met de wens van scholen om steeds een leerstofgebied af te ronden en met de wens van andere scholen om blokken samen te stellen, waarin verschillende aspecten uit de diverse leerstofgebieden aan de orde kunnen komen.

Bovenstaande uitgangspunten leiden tot:

- A. Binnen het Mavo(-projekt) zal nivo-differentiatie in de 2e klas nog niet nodig zijn.
- B. Differentiatie in het nivo van verwerking wordt in de 3e klas (waarschijnlijk) wel noodzakelijk.

Uitwerking

Volgens het onderstaand schema is, vanaf eind januari 1976, tijdens maandelijkse bijeenkomsten gewerkt aan de oplossing van deze problemen. Daarbij is door iedereen ook thuis veel werk verzet.



Stand van zaken

Voor de 2e klas zijn de volgende leerstofgebieden gekozen:

- . warmte
- . krachten
- . molekulen I (ontdekken molekuulmodel)
- . molekulen II (toepassen molekuulmodel)
- . elektriciteit
- . licht
- . heelal

Op het ogenblik zijn voor de meeste leerstofgebieden vrijwel alle leerlingbladen gebruiksklaar en is een eerste, nog 'ruwe' versie van de lerarenhandleiding beschikbaar. Daarnaast zijn een aantal PLON-bladen opgenomen.

Op welke manier, in welke volgorde het materiaal gebruikt wordt bepaalt elke leraar (of school) zelf. Welke leerlingproeven worden uitgevoerd, op welke wijze en welke eigen ideeën worden verwerkt, hangt zo sterk af van de schoolsituatie, dat alleen suggesties worden gegeven. De leerlingbladen moeten weinig tekst bevatten om op alle (projekt)scholen bruikbaar te zijn. De doelstellingen en de lessuggesties in de lerarenhandleiding samen met de leerlingbladen bieden de mogelijkheid een eigen route door het terrein der natuurkunde uit te zetten.

Het moet mogelijk zijn het onderstaande schaakbord zowel horizontaal als vertikaal af te lopen, terwijl ook het springend verkennen van het veld mogelijk moet zijn.

leer- stof- gebied	1	2	3	4	5	6	7	8
warmte								
krachten								
'ontdekken' molekuul								
toepassen molekuulmodel								
elektriciteit								
licht								
heelal								

In alle fasen van de ontwikkeling van materiaal zijn steeds de leraren van de projectscholen ten nauwste betrokken, daartoe mede in staat gesteld doordat een (beperkt) aantal taakuren aan elke school werd toegekend. De koördinatie en voortgang van het werk wordt verzorgd door de vakproductiegroep die thans bestaat uit vier leden die daarvoor in totaal 30 taakuren hebben.

Het vermenigvuldigen van materiaal kan via één van de pedagogische centra geschieden terwijl een onderwijskundige van één van de centra raad kan geven.

Het gaat erom de leraren zelf op weg te helpen, zodat zij straks in hun klassesituatie differentiatie kunnen hanteren.

Binnen het projekt worden daarvoor hulpmiddelen ontwikkeld, zoals een lerarenhandleiding met didaktische tips en leerlingpraktikumbladen.

Er kan geen volledig leermiddelenpakket ontwikkeld worden omdat we:

- . willen aansluiten op wat er al is en dat trachten te verbeteren
- . de school én de leraar hun zelfstandigheid laten behouden

Eerst resultaat natuurkunde tweede klas

- . wens naar verandering volgorde onderwerpen
- . motto 2e klas: meer onderwerpen maar minder diep
- . leerling moet het zelf doen: praktikum

- . lerarenhandleiding
- . verzameling leerlingpraktikumbladen

Ontwikkeld materiaal voor de tweede klas

Ter illustratie van het ontwikkelde materiaal voor de tweede klas zijn van het thema warmte de volgende bladen toegevoegd. (zie 3.3.)

- . Uit de lerarenhandleiding: de doelstellingen van het thema

Deze geven aan wat de leerling, aan het eind van het thema of aan het eind van het schooljaar, moet kunnen en kennen.

Deze doelstellingen bepalen wat er gedaan wordt en hoe het gedaan wordt.

- . Uit de leraren handleiding: middelen en wegen (les 4)

Suggesties in de vorm van een (mogelijke) lesopbouw worden gegeven om de gestelde doelen te bereiken.

Op het ene blad staat het lesschema, op het andere staan aanwijzingen, kunnen suggesties staan voor een klasgesprek e.d.

- . Uit de leerlingbladen: de bladen W 10, W 11, W 12, W 13 en W 14.

Al deze bladen gaan over hetzelfde onderwerp. De leraar kan nu beslissen of alle bladen gedaan worden of dat er één door de leerlingen wordt uitgevoerd en de andere als demonstratieproef.

Vorbereiding derde klas

In de hierna volgende alinea's worden de ideeën van de vakproductiegroep over de differentiatie in de derde klas uiteen gezet.

De discussie met de leraren van de projektscholen bepaalt de uiteindelijke aanpak.

Uitgangspunten

1. Het Mavo-project moet elke leraar in zijn eigen situatie verder helpen.
2. Differentiatie dient opgevat te worden als een middel tot individualisering; dit betekent: proberen de individuele leerling meer aan zijn trekken te laten komen door middel van het scheppen van goede mogelijkheden tot (zelf)determinatie.
3. We hebben in de klas, ruw gezegd, te maken met 3 groepen leerlingen:
 - a. zij die natuurkunde niet in hun examenpakket opnemen.
 - b. zij die aan het eind van de vierde klas examen natuurkunde doen op het lage nivo.
 - c. zij die aan het eind van de vierde klas examen natuurkunde doen op het hoge nivo.

De samenstelling van de klas maakt het noodzakelijk om zo'n differentiatievorm te gebruiken dat binnen de klas de drie groepen aan hun trekken komen; dus differentiëren naar nivo en tempo (en belangstelling).

Binnen de vakproductiegroep gaan de gedachten uit naar een model met kern- en keuzeonderwerpen.

Kernonderwerpen bevatten een gedeelte van de 'normale' leerstof en worden door alle leerlingen bestudeerd.

Keuzeonderwerpen kunnen uitbreidingen, verdiepingen, toepassingen bevatten maar kunnen ook buiten het gebied van het kernonderwerp liggen.

De grote problemen zijn het vinden van een goed funktionerend differentiatie-/organisatiemodel en het ontwerpen van opdrachten voor de drie genoemde groepen leerlingen.

Organisatorische oplossing (?)

Het voorstel van de vakproductiegroep is het volgende.

Als basis voor alle scholen dient de lerarenhandleiding met daaraan gekoppeld zogenaamde informatiebladen.

Voor de leerlingen zijn er, naast de informatiebladen, de werkbladen met (verwijzingen naar) opdrachten en de bladen voor de keuzeonderwerpen.

De handleiding kan aanwijzingen bevatten m.b.t.

het informatieblad, het experiment, het instrumentarium, het beheersingsnivo e.d.

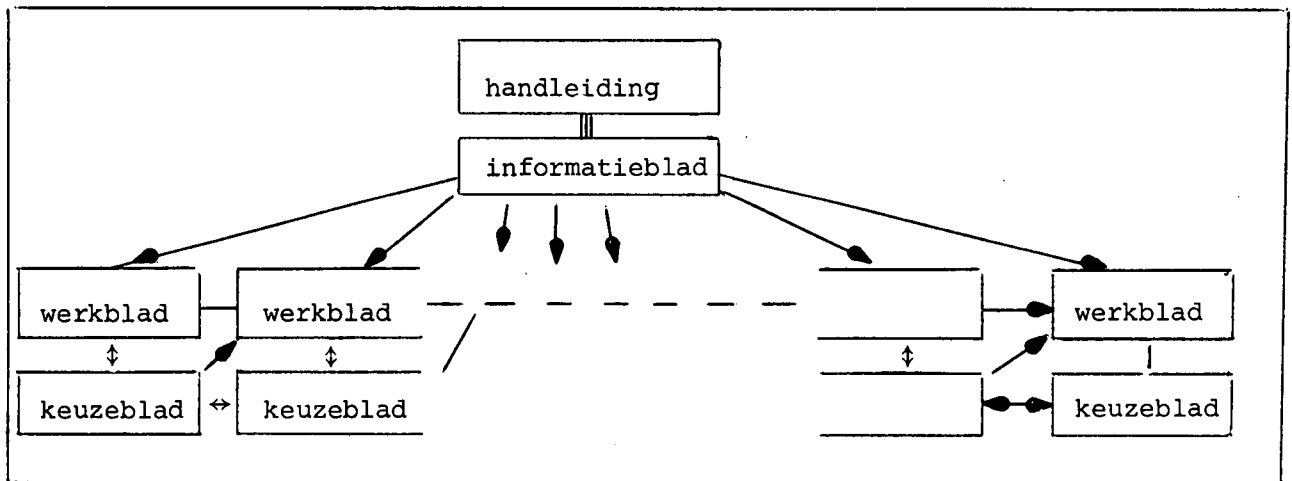
Het informatieblad kan omvatten

een leestekst, theorie, een proevenhandleiding e.d.

De werkbladen bevatten aanwijzingen en opdrachten die de leerlingen moet helpen een proef te doen, relaties te leggen e.d.

Welke route de leerling door de werkbladen en keuzebladen volgt zal afhangen van o.a. de leerling zelf, de leraar en de school.

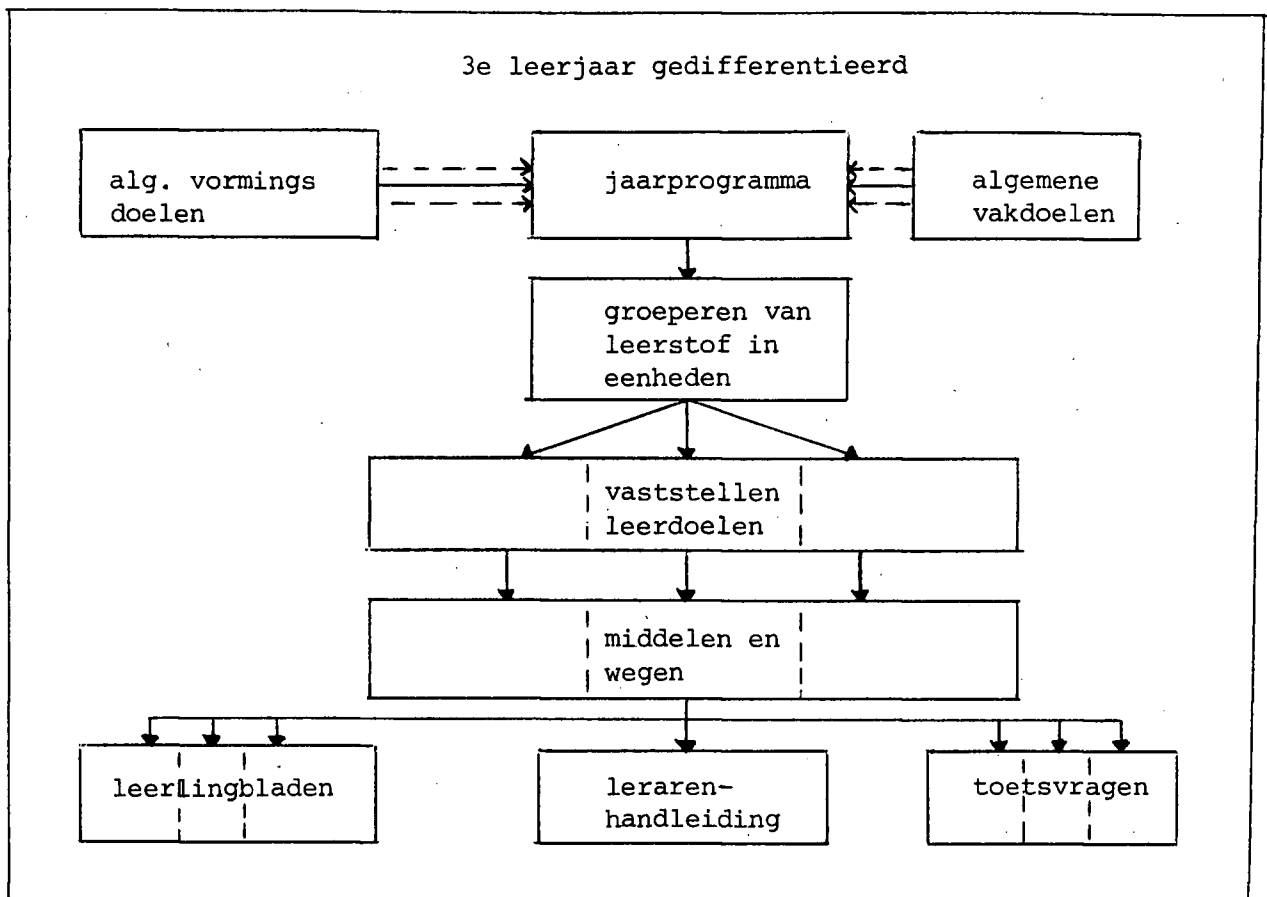
Een en ander is in het volgende figuur schematisch weergegeven.



Afhankelijk van de differentiatievorm bestaat voor de leerlingen de set bladen uit opdrachten voor de drie groepen en uit keuzeonderwerpen.

Materiaal ontwikkeling

De ontwikkeling van materiaal zal dezelfde stappen doorlopen als die welke in het schema op bladzijde 2 worden vermeld, zij het met enige verfijning i.v.m. de differentiatie.



Uiteindelijke vorm?

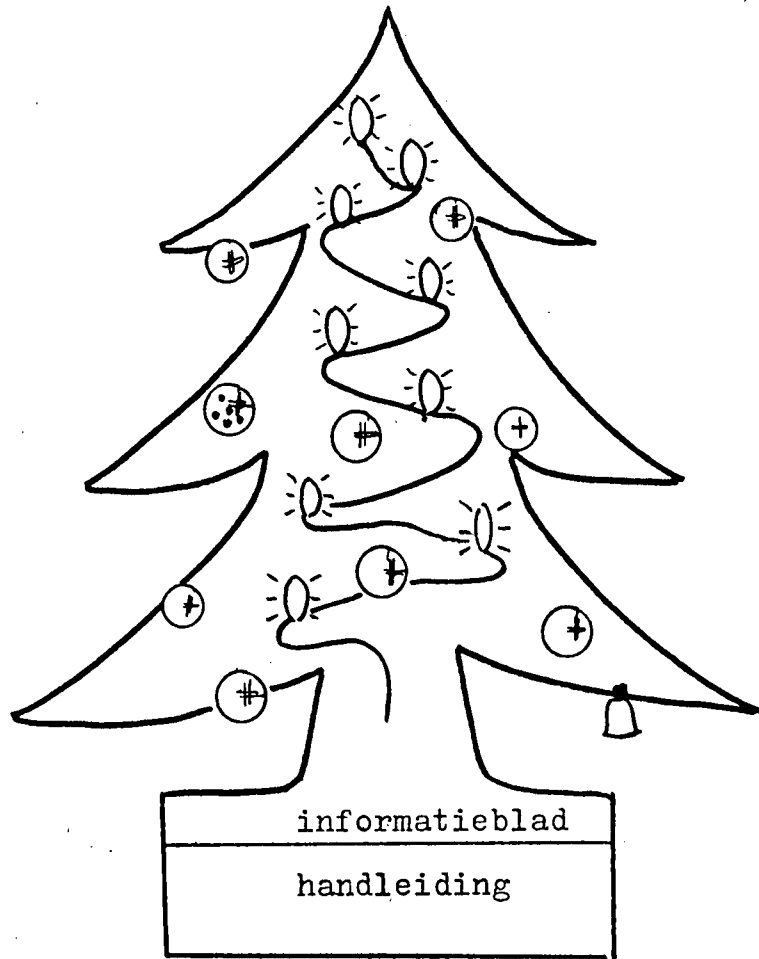
Aan het ontwikkelde materiaal moeten in elk geval de volgende eisen gesteld kunnen worden:

- . het moet bruikbaar zijn op elke school
dus niet afhankelijk van bepaald type praktikummateriaal, leerboek e.d.
- . het moet bruikbaar zijn voor elke leraar
dus niet uitsluitend praktikum, niet alleen doceerlessen e.d.
- . het moet te gebruiken zijn door elke leerling
het materiaal moet zelfsturend zijn, moet differentiëren in de presentatie van de leerstof e.d.

Het materiaal moet flexibel zijn, moet kunnen worden gewijzigd naar de omstandigheden; het materiaal moet de leraar in staat stellen door middel van differentiatie t.a.v. leerstof en didaktiek elke leerling aan zijn trekken te laten komen.

Misschien ziet de uiteindelijke vorm er wel als getekend uit.

Het snoer met de lampjes stelt de opdrachten voor de leerlingen voor. De ballen (de versiering) de keuzeonderwerpen. De grootte en de plaats ervan hangt af van de versierder evenals de vraag of er een piek op de boom wordt gezet en welke verrassingen aan de voet van de boom komen te liggen.



2.5. Keuzeonderwerpen v.w.o.

Naast een verdieping van de kernleerstof in 6-v.w.o. moet er ruimte zijn om twee keuzeonderwerpen te behandelen. Eén onderwerp omvat leerstof die U binnen de "oude groepen" al reeds behandelde. Het andere onderwerp zal moderner van karakter zijn.

De CMLN heeft in samenwerking met leraren deze keuzeonderwerpen ontwikkeld. Voor de klassieke onderwerpen vindt dat zijn neerslag in een opsomming van detailonderwerpen per keuzeonderwerp. Dit werk is afgerond en overgenomen door de examenprogrammacommissie voor de volgende onderwerpen:

1. licht als golfverschijnsel
2. het menselijk oog en zijn hulpmiddelen
3. mechanica
4. veranderlijke stromen
5. kinetische gastheorie.

Bij de modernere onderwerpen is een omschrijving van de leerstof onvoldoende waarborg voor een éénduidige interpretatie. Om die reden wordt er een leerlingentekst toegevoegd aan de onderwerpenlijst. De definitieve onderwerpenlijsten moeten eveneens beoordeeld worden in het licht van de ontwikkelde leerlingenteksten.

Voltooide moderne keuzeonderwerpen zijn:

- . natuurkunde van de vaste stof
- . astrofysica (natuurkunde van de sterren)
- . weerkunde (dynamische meteorologie).

In ontwikkeling zijn nog de volgende keuzeonderwerpen:

1. trillingen en golven
2. biofysica
3. natuurkunde van de atmosfeer (fysische meteorologie)
4. quantum mechanica.

Er wordt op de Vrije Universiteit geëxperimenteerd met het onderwerp "Natuurkunde en samenleving". Er is nog niet beslist of dit te zijner tijd een keuzeonderwerp zal worden.

Voor de moderne keuzeonderwerpen is voor veel leraren nascholing gewenst. Deze nascholing vindt plaats in samenwerking met de NVON-kringen. In iedere kring kan op verzoek van de kringleider in samenwerking met het nascholings-team van het Ministerie van Onderwijs een cursus van start gaan. Op hun beurt kunnen de leden van een kring hun behoefte aan een cursus bij hun kringleider kenbaar maken. De nascholingscursussen zijn ook voor niet NVON-leden toegankelijk.

Nascholing is mogelijk voor de keuzeonderwerpen:

- astrofysica (heden)
- dynamische meteorologie (vanaf september 1977).

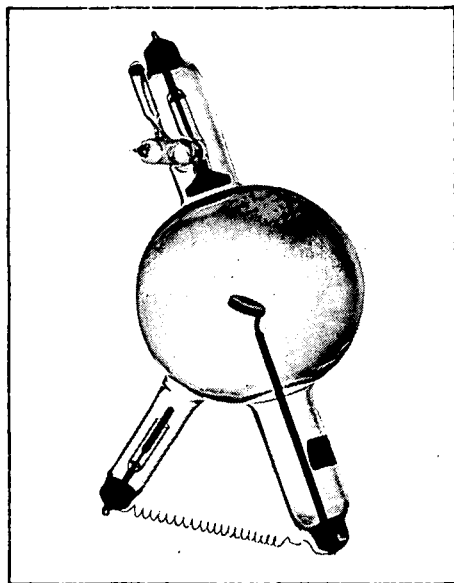
De teksten die het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen heeft laten drukken zijn uitsluitend voor de nascholingscursussen bestemd. De CMLN probeert een weg te vinden om de verspreiding van de teksten van de keuzeonderwerpen op grotere schaal mogelijk te maken.

Informatie over de ontwikkeling van de keuzeonderwerpen kunt U krijgen bij dr. W.P.J. Lignac, secretaris van de CMLN, postbus 369, Zeist, tel. 03404-23217.

2.6. Ioniserende stralen projekt

<u>Van wie</u>	het projekt "Experimenten met radioactieve bronnen en röntgenstraling" is opgezet onder auspiciën van de C.M.L.N.
<u>Voor wie</u>	voor leerlingen van de bovenbouw havo-vwo
<u>Met welk doel</u>	voor de scholen is de aanschaf van de benodigde apparatuur en radioactieve bronnen kostbaar. Daarnaast is het verkrijgen van de vereiste vergunningen nogal problematisch. Het projekt biedt nu de mogelijkheid om leerlingen uit de bovenbouw kernfysische experimenten uit te laten voeren.
<u>Welk materiaal</u>	in Goes, Rotterdam en Utrecht zijn lokalen gevestigd waar leerlingen kennis kunnen maken met 18 experimenten. Inmiddels zijn twee mobiele praktika beschikbaar gekomen, uitgerust met dezelfde apparatuur, die de scholen bezoeken. Op de konferentie is het boekje "Experimenten met radioactieve bronnen" te zien, alsmede een aantal proefopstellingen.

Al vele jaren wordt er in de schoolnatuurkunde aandacht besteed aan de onderwerpen röntgenstraling en radioactiviteit. Velen zullen zich nog herinneren dat de oude koud-kathode röntgenbuis hierbij een motiverende rol vervulde (zie foto). Menige hand is er mee doorgelicht, zonder dat men zich bewust was waaraan men zich blootstelde. Zo ook met de proeven met radioactieve bronnen. Er vloeiden nog wel eens 'zwakke' bronnen en oude detektoren af naar het onderwijs, om de toenmalige leerlingen in vervoering te brengen van verschijnselen uit de natuur, die niet direkt waarneembaar zijn. Dat dit uit het oogpunt van veiligheid niet altijd de toets der kritiek kon doorstaan spreekt voor zich. Ruim 10 jaar geleden werd aan deze, vanuit de stralingsbeveiliging bezien, ongewenste toestand een eind gemaakt door ministeriële bepalingen. Deze bepalingen, die het voorhanden hebben en werken met radioactieve bronnen en röntgenapparatuur aan bepaalde voorschriften binden, waren naast de financiële aspecten om tot aanschaf van de benodigde detektieapparatuur over te gaan van dien aard, dat er voor de schoolpraktijk weinig mogelijkheden over bleven tot het verrichten van demonstraties op het gebied van ioniserende straling. Daardoor krijgen de leerlingen geen duidelijk idee van de werking van dit type straling en de daarbij benodigde apparatuur. Des te gemakkelijker kunnen allerlei onjuiste voorstellingen over nut en gevaar van ioniserende straling blijven leven, hetgeen onbevredigend is.



De oude koud-kathode röntgenbuis waarmee menige hand werd doorgelicht.

Om te trachten hierin enige verandering te brengen heeft Dr. R.L. Krans, de toenmalige leider van de Vakgroep Didaktiek van de Natuurkunde van het Fysisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Utrecht, in 1969 een aanvraag ingediend bij het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen om een experiment te starten met de zogenaamde regionale centra. Aan deze centra zou de mogelijkheid geboden moeten worden om experimenten uit te voeren over de aard en werking van ioniserende straling onder leiding van deskundige docenten. Op 13 maart 1969 kwam de goedkeuring af om de bruikbaarheid van deze centra te onderzoeken. Met grote voortvarendheid hebben toen

Drs. W.Y. Zandstra en H.H.J. Wouterse met behulp van een aantal natuurkundestudenten die bij de Vakgroep werkzaam waren de eerste experimenten ontwikkeld, waardoor het projekt gestalte kreeg. Nu, na enige jaren ervaring met deze centra, willen we beschrijven hoe deze centra functioneren, waarbij we naast de organisatorische kant ook zullen trachten een indruk te geven van de vakinhoudelijke kant.

Organisatie

Bij het experiment waren drie centra betrokken (voor adressen zie Huidige projektorganisatie). Deze zijn gelegen in Goes, Rotterdam en Utrecht. Naar het Goese Lyceum in Goes komen de leerlingen uit de eindexamenklassen en voor-eindexamenklassen van de havo-vwo-afdelingen uit de regio Zeeland. In Rotterdam komen de leerlingen uit de stad Rotterdam naar het St. Franciscus College. In het Fysisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit Utrecht is een lokaal ingericht bij de Vakgroep Didaktiek van de Natuurkunde voor leerlingen uit Utrecht en directe omgeving. Op geheel vrijwillige basis kan een docent uit deze regio's met zijn klas een bezoek brengen aan een van de centra. Daar worden dan experimenten op het gebied van ioniserende stralen gedemonstreerd en toegelicht door de centrumleider. Omdat er echter in de proefperiode maar drie vaste centra waren, was het voor de overgrote meerderheid van de in aanmerking komende leerlingen van de circa 800 scholen voor voortgezet onderwijs niet mogelijk één van de centra te bezoeken. Daar de belangstelling in het gehele land echter groot was, gaf het Ministerie toestemming tot uitbreiding van de drie vaste centra met een reizend centrum. Zowel onderwijskundige als financiële overwegingen hebben geleid tot deze keuze. Het reizend centrum bestaat uit een auto van het type stationcar, waarmee een 15-tal kisten vervoerd worden. In deze kisten zijn de instrumenten als een ruimtelijke legpuzzel verpakt en wel zodanig dat in een uur het geheel gebruiksklaar opgesteld kan worden. De docenten van scholen, die niet onder de vaste centra vallen, kunnen een afspraak maken voor een bezoek van het reizend centrum; de experimenten worden dan op de eigen school uitgevoerd. Op deze wijze trekt het centrum het gehele land door, zodat nu leerlingen van Den Helder tot Maastricht in contact kunnen komen met proeven op het gebied van ioniserende stralen.

Vakinhoud

Naast de doelen, die bij de behandeling van andere onderwerpen dan radioactiviteit in de natuurkundelessen worden nagestreefd, zoals het voorbereiden van de leerlingen met hun specifieke beperkingen en mogelijkheden voor een plaats in de maatschappij wordt bij dit projekt ook aandacht besteed aan enige veiligheidsaspecten. De konfrontatie met voor hun zintuigen niet waarneembare verschijnselen wordt door de leerlingen als openbarend en verbredend ervaren. Het gebruik van voor hen geavanceerde apparatuur, zoals G.M.-tellers, scintillatietellers en digitale telapparatuur laat een positieve indruk van de schoolnatuurkunde na. Globaal kunnen de experimenten verdeeld worden in een drietal groepen:

- a. oriënterende proeven, waaraan de leerlingen bepaalde verschijnselen kunnen waarnemen
 - b. verifiërende proeven: bepaalde wetmatigheden kunnen hiermee gecontroleerd worden
 - c. experimenten waarmee toepassingen van bepaalde eigenschappen worden gedemonstreerd
- Naast deze experimenten is er enig illustratiemateriaal aanwezig van toepassingen van het gebruik van ioniserende stralen in de praktijk en als toelichting voor fundamenteel onderzoek.

Van de onder a. genoemde proeven vermelden we:

- a1: De bepaling van de halfwaardetijd van radon-220. Een hoeveelheid radioactief 'thoron'gas (uit een flesje met thoriumhydroxide) wordt in een ionisatiekamer geperst. Het verloop van de optredende ionisatiestroom wordt als functie van de tijd gemeten en door de leerlingen uitgezet. Uit het verkregen diagram wordt dan de halveringstijd bepaald. De ionisatiekamer is eenvoudig uit elkaar te halen, wat de doorzichtigheid van dit meetinstrument ten goede komt. (zie werkblad)
- a2: Het absorberend vermogen van aluminium voor β -deeltjes wordt gemeten met een G.M.-buis en een pulsteller. Hieruit vindt men de halveringsdikte van aluminium voor β -deeltjes met een bepaalde energie. De mogelijkheid tot afscherming van ioniserende stralen wordt hiermee duidelijk aangetoond.

a3: De dracht van α - en β -deeltjes direkt aantoonbaar in het Wilsonvat. Een eenvoudige plastic doos van een paar gulden, waarvan de bodem met vast CO_2 gekoeld wordt. In deze doos ontstaat een laag van oververzadigde waterdamp, waarin de sporen duidelijk zichtbaar zijn. Het geheel levert een feeëriek schouwspel.

Van de onder b. genoemde proeven geven we als voorbeeld:

b1: De afbuiging van β -deeltjes uit een Sr^{90} -bron in een homogeen magnetisch veld. Met behulp van bekende relaties berekenen de leerlingen hieruit de snelheid van de elektronen. Het verkregen resultaat brengt verwarring teweeg, omdat de berekende waarde voor deze snelheid groter is dan de lichtsnelheid. Duidelijk wordt hier aangetoond dat toepassing van de klassieke mechanica tot vreemde resultaten leidt.

b2: De kwadratenwet. Met behulp van een γ -bron en een scintillatiedetektor wordt de straling op verschillende afstanden tot de bron gemeten. De verkregen meetgegevens worden op dubbel log-papier uitgezet, waaruit het gevraagde verband te vinden is. (zie werkblad)

b3: De Braggrelatie $n\lambda = 2d \sin \theta$ met behulp van röntgenstralen. Met een stralingsveilig röntgenapparaat meet men onder diverse hoeken de gereflekteerde straling.

Als voorbeeld voor de onder c. genoemde proeven noemen we:

c1: Het opsporen van lood in een zwarte doos. Een γ -bron aan de voorkant van de doos aangebracht en een G.M.-buis aan de achterkant levert op diverse plaatsen een maat voor de doorgelaten straling op. Uit het gemeten patroon kan zowel de plaats als de dikte van de verborgen plaatjes lood bepaald worden.

c2: Het identificeren van een bepaalde stof met behulp van het bijbehorende γ -spektrum. Dit tot de meer geavanceerde leerstof behorende onderwerp biedt de mogelijkheid om de betere leerlingen kennis te laten maken met voor hen geheel onbekende apparatuur.

In totaal zijn er door de Vakgroep Didaktiek van de Natuurkunde een 20-tal experimenten ontwikkeld voor de drie centra, waarvan een aantal hierboven kort is weergegeven. Binnenkort hopen we de verzameling uit te breiden met proeven met neutronen. Vermeldenswaard is nog het door de Vakgroep ontwikkelde röntgenapparaat. Met dit apparaat kunnen vele experimenten uitgevoerd worden, zoals: het Comptoneffekt, polarisatie van röntgenstralen, Von Laue-opnamen. Voor een uitvoerige beschrijving van dit apparaat en de mogelijke experimenten verwijzen we naar een vroegere publicatie in het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde, 36, oktober 1970. Een aantal experimenten kan door de leerlingen zelf uitgevoerd worden; dat dit een motiverende uitwerking heeft zal duidelijk zijn.

Ervaringen

Al enige jaren is er ervaring opgedaan. Gemiddeld bezochten er 2000 leerlingen de vaste centra en een 8000 leerlingen werden door de reizende centra bezocht.

In de beginfase bleef het aantal bezoeken van havo-leerlingen achter bij dat uit het vwo; langzamerhand echter is er een toename van havo-leerlingen merkbaar geworden. Op het totaal van de circa 20.000 potentiële bezoekers blijven er nog vele verstoken van een stuk verrijking. Het is dan ook een gelukkige beslissing van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen om het experiment als geslaagd te beschouwen en om te zetten in het Ioniserende Stralen Projekt. (Ingaande januari 1976 zal er een tweede reizend centrum de scholen afreizen om zijn deel bij te dragen. Inklusief de personele lasten bedragen de exploitatiekosten van de reizende centra ruim een ton).

Toch blijft het in deze tijd jammer dat het grootste aantal leerlingen, die natuurkunde niet in hun pakket kiezen (circa 75%) verstoken blijft van enige kennis van ioniserende stralen. Voor velen is het tikken van een G.M.-buis-opstelling een openbaring. De achtergrondstraling zelf waarnemen kan veel irrationeel gedrag omtrent



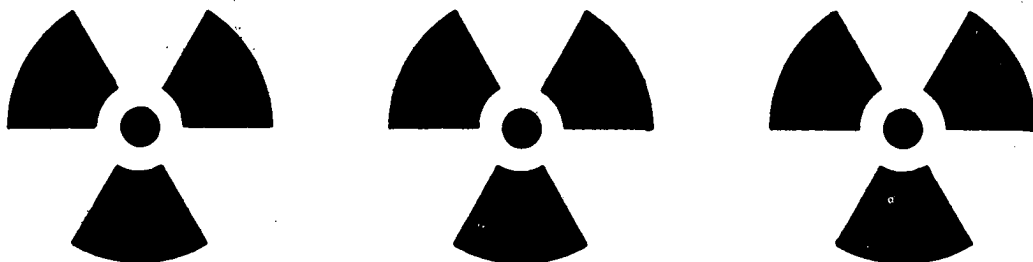
radioactiviteit wegnemen. Een aantal eenvoudige opstellingen op de scholen blijft daarom gewenst (bijvoorbeeld het Wilsonvat) om deze groep een idee te geven van eigenschappen, toepassingen en veiligheidsmaatregelen van radioactiviteit en röntgenstraling en te konfronteren met de beperkingen van hun zintuigen.

Huidige projektorganisatie

Het projekt wordt uitgevoerd onder verantwoordelijkheid van de Commissie Modernisering Leerplan Natuurkunde, die deze verantwoordelijkheid heeft toevertrouwd aan een begeleidingskommissie, waarvan Prof.dr. J.J. van Loef voorzitter is en Dr. W.P.J. Lignac sekretaris. Het projekt omvat momenteel de volgende medewerkers:

Th. Heij	projektleider Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek, Lab. voor Vaste Stof, Sorbonnelaan 4, Utrecht. tel. 030 - 531176
H.H.J. Wouterse	praktikumleider centrum Utrecht, Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek, Sorbonnelaan 4, Utrecht. tel. 030 - 533782
S.H. Wijn Nobel	centrumleider Goes, Het Goese Lyceum, Van Dusseldorpstraat 78, Goes. tel. 01100 - 6971
J. Schweers	centrumleider Rotterdam, St. Franciscus College, Beukelsdijk 91, Rotterdam. tel. 010 - 236223
J.M.A. van der Lee	praktikumleider eerste mobiele centrum, gedetacheerd bij de Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek, adres zie boven, tel. 030 - 531178
J.C. Kastrop	praktikumleider tweede mobiele centrum, gedetacheerd bij de Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek, adres zie boven, tel. 030 - 531178

AANSCHAFFEN VAN EN WERKEN MET RADIOACTIEVE BRONNEN



1. Inleiding

Vanuit het praktijkveld bereiken ons veelvuldig vragen, die verband houden met aanschaf en controle van radioactieve bronnen.

Het is bijna 10 jaar geleden dat de circulaire AVO 325462 door het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen werd uitgevaardigd waarin richtlijnen vermeld zijn betreffende het gebruik voor onderwijsdoel-einden van radioactieve stoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen, zodat vooral de jongere docenten niet precies weten hoe te handelen.

Enkele vragen, die betrekking hebben met de wijze waarop gehandeld dient te worden om enige radioactieve bronnen langs legale weg in bezit te krijgen, zullen we trachten te beantwoorden. Daarbij zullen we ons beperken tot de huidige praktijksituatie.

2. Welke bronnen zijn beschikbaar ?

Door enkele leermiddelenfirma's worden enige ingekapselde radioactieve bronnen geleverd waarvan de meest bruikbare hieronder zijn weergegeven.

	symbool	massagetal	straling	halfwaardetijd
1	Co	60	γ	5,26 jaar
2	Sr	90	β	28 jaar
3	Cs	137	γ	30 jaar
4	Tl	204	β	3,9 jaar
5	Po	210	α	140 dagen
6*	Ra	226	$\alpha \beta \gamma$	1620 jaar
7	Th	232	$\alpha \gamma$	$1,39 \cdot 10^{10}$ jaar
8	Pu	239	$\alpha \gamma$	$2,4 \cdot 10^4$ jaar
9	Am	241	$\alpha \gamma$	458 jaar

*gestreefd wordt om Ra alleen in het Wilsonvat toe te laten.

De activiteiten van deze bronnen, die in metaal gewalst zijn, bedraagt ca. 5μ Ci en de prijs varieert afhankelijk van het nuklide van ca f 100,-- tot ca. f 200,--.

Voor het gebruik in het continue Wilsonvat wordt een ^{226}Ra -bron gebruikt met een activiteit kleiner dan $0,1\mu$ Ci (zie verder 8).

3. Wat te doen vóór het aanschaffen ?

Alvorens over te gaan tot het bestellen van een bron dienen de volgende punten in acht te worden genomen:

- Een goed werkend Geiger-Müller apparaat moet op school beschikbaar zijn.
- Men moet beschikken over een goed af te sluiten brandwerende opbergkamer. Hierbij kan gedacht worden aan een metalen trommel met minimum afmetingen $20 \times 15 \times 10$ cm (b.v. geldkistje).
- De trommel alsmede de opbergkamer moet voorzien zijn van het gevarenteken NEN 3011 (148×210 mm) en het opschrift 'Radioactieve stoffen'. Het gevarenteken is te bestellen bij de firma Nenimij te Den Haag.
- Vergunning aanvragen voor het voorhanden hebben en toepassen van bepaalde, met name te noemen, radioactieve bronnen voor onderwijsdoeleinden bij het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Hoofd afdeling Kernenergie en Stralen bescherming. Aanvraagformulieren Vergunning Kernenergiewet zijn bij dit Ministerie verkrijgbaar. Na enige tijd wordt bericht ontvangen, waarna bij positieve beslissing, de bestelling kan plaats vinden. De vergunning kost momenteel f 100,--.

4. Hoe ermee te werken ?

De ontvangen bronnen dienen met inventarisatielijst en vergunning opgeborgen te worden in de trommel. Een afschrift van de lijst en vergunning dient aanwezig te zijn bij de schooladministratie.

De bronhouder mag nooit met blote handen worden vastgepakt. Na afloop van het experiment moet deze direct in het loden kistje worden teruggeplaatst. Leerlingen van de klassen 1, 2 en 3 mogen bij dergelijke experimenten niet aanwezig zijn.

5. Controle op radioactieve besmetting

In de vergunning staat vermeld dat éénmaal per 6 opeenvolgende maanden de aanwezige bronhouder en trommel op radioactieve besmetting moet worden gecontroleerd. Deze werkzaamheden mogen uitsluitend verricht worden op school onder verantwoordelijkheid van een deskundige, die het diploma Ioniserende Straling C behaald heeft. In een register dient deze controle weerlegd te worden.

De medewerkers van het Ioniserende Stralen project zijn uitgerust om deze controle-werkzaamheden uit te voeren. Men dient hiervoor een afspraak te maken met het centrum te Utrecht.

6. Wat te doen bij wegraken van of een ongeval met radioactieve bronnen ?

Bij vermissing van of ongeval met een radioactieve bron dient zo spoedig mogelijk gewaarschuwd te worden:

- a. districtshoofd van de Arbeidsinspectie
 - b. inspecteur van Volksgezondheid
 - c. directeur van de Keuringsdienst voor Waren
- De adressen van bovenstaande autoriteiten zijn in de vergunning vermeld.

7. Vrijwillig afstand doen van onbekende bronnen

Op veel scholen zijn nog onbekende bronnen aanwezig waarvan de herkomst niet bekend is. Men doet er dan verstandig aan deze bronnen te melden aan het districtshoofd van de Arbeidsinspectie. Waarna de gegeven aanwijzingen dienen te worden opgevolgd.

Voor de afvoer van radioactieve bronnen kunt U contact opnemen met de medewerkers van dit project.

8. Wilsonvat

Van het Wilsonvat zijn 2 uitvoeringen verkrijgbaar het z.g. expansievat en het continue Wilsonvat. Bij het expansievat wordt een rubber bal ingedrukt en plotseling losgelaten. Tijdens dit loslaten zijn de condensatiesporen waarneembaar. De meest gebruikte bron hiervoor is Ra^{226} ($1,3\mu\text{ Ci}$). Het continue Wilsonvat geeft het sporenpatroon gedurende ongeveer een uur, afhankelijk van de hoeveelheid gebruikte koolzuursneeuw. Als het verkrijgen van koolzuursneeuw geen problemen oplevert verdient deze laatste uitvoering de voorkeur. De gebruikte bron is dermate laag van activiteit ($< 0,1\mu\text{ Ci}$) dat hiervoor geen vergunning nodig is.

Om besmetting van het Wilsonvat te voorkomen is het raadzaam voor beide uitvoeringen de Ra^{226} bron met houder uit het vat te halen en in een met lood omhuld glazen potje op te bergen.

9. Geen vergunning nodig

Voor het hierboven beschreven continue Wilsonvat met zijn Ra²²⁶ bron (< 0,1 μ Ci) is geen vergunning vereist.

Evenzo is geen vergunning nodig voor reagentia die bij het scheikunde-onderwijs gebruikt worden zoals:

- a. natuurlijke uraanverbindingen, die minder dan 100 gram van het natuurlijke uranium bevatten
- b. natuurlijke thoriumverbindingen, die minder dan 100 gram van het natuurlijke thorium bevatten
- c. radioactieve stoffen, waarvan de activiteit minder is dan 0.002 μ Ci/gram. Voor de in de natuur voorkomende vaste radioactieve stoffen is deze grens 0.01 μ Ci/gram.

10. Neutronenbronnen

Het gebruik van neutronenbronnen is op school niet toegestaan.

11. Informatie

Voor nadere informatie omtrent dit onderwerp kan men zich vervoegen bij de praktikumleiders van dit projekt:

Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek
Fysisch Laboratorium, Sorbonnelaan 4, Utrecht

Th.Heij	030-531176
J.C.Kastrop	531178
J.M.A.v.d.Lee	531178
H.H.J.Wouterse	533782
Administratie	531179

12. Adressen:

1. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne
Dr.Reijerstraat 10, Leidschendam
070-209260
2. Leijbold
Postbus 90, Woerden
03480-14145
3. Technowa
Henri Dunantstraat 54, Krommenie
075-285767
4. Griffin Europa B.V.
Postbus 1121, Breda
076-140451
5. Cenco
Konijnenberg 40, Breda
076-877750
6. Nenimij B.V.
Postbus 1702, Den Haag
070-469509

2.7. Leerlingen Experimenten Bovenbouw

Door de vakgroep natuurkunde-didaktiek van de Rijksuniversiteit te Utrecht zijn sinds augustus 1975 een aantal leerlingen experimenten opgezet in het kader van de opleiding van studenten tot eerstegraads natuurkundeleraren. Deze experimenten spelen een rol bij de praktische vorming van de aanstaande leraren.

In de tijd dat de proeven niet voor dit doel gebruikt worden is het mogelijk dat leerlingen uit de bovenbouw van het havo-vwo en eventueel leraren van de opstellingen gebruik maken. Docenten kunnen, o.a. met het oog op de komende verplichting tot invoering van een experimenteel schoolonderzoek vanaf het schooljaar 1981/'82, kennis maken met deze opstellingen en de daarbij behorende instructies, zij kunnen zich een beeld vormen van de mogelijkheden en moeilijkheden die ze tegenkomen bij het invoeren van een praktisch schoolonderzoek en bovendien is het mogelijk dat zij nu reeds ervaring opdoen met het geven van een experimenteel schoolonderzoek door een klas met dit oogmerk bij de vakgroep aan deze opstellingen te laten werken.

Het is uiteraard ook mogelijk leerlingen te laten experimenteren los van het schoolonderzoek. Er kan een keus gemaakt worden uit een dertigtal opstellingen waar in groepjes van twee en eventueel alleen aan gewerkt kan worden. Er is niet gestreefd naar een zo volledig mogelijke verzameling proeven bij de verschillende gebieden uit de natuurkunde. Wel is vaak gebruik gemaakt van wat complexere en soms ook wat duurere apparatuur dan normaal in de school aanwezig is.

Om enig idee te geven van de verschillende experimenten die uitgevoerd kunnen worden volgt hieronder een lijst met trefwoorden en waar nodig een summier omschrijving.

Lijst experimenten:

1. valversnelling met behulp van een tijdtikker.
2. bewegingsproeven met houten karretjes, wet van behoud van mechanische energie
3. de luchtrail
4. de centripetale kracht met een slinger aan een balans.
5. de centripetale kracht met een veer
6. rotaties
7. platenkondensator - keuze uit drie experimenten
8. enkele proeven met de gelijkstroomversterker - keuze uit vijf experimenten
9. hangende condensatorplaat - relatie vinden tussen aantrekkende kracht bij condensatorplaten en de potentiaal
10. potentiaallijnen - tussen twee op weerstandpapier met aluminiumverf te tekenen figuren worden de potentiaallijnen opgespoord
11. stroombalans
12. inductiewet van Faraday - een spoeltje staat in een lineair veranderend magneetveld; de inductiespanning wordt gemeten en berekend
13. de Rogowski spiraal - de magnetische veldsterkte wordt afgeschat bij stroomgeleiders
14. condensator in eenwisselstroomkring
15. elektronenstraalafbuigbuis
16. ionisatiespanning bepalen van helium
17. Perrinbuis - voor het aantonen van deeltjes karakter en lading van elektronen
18. e/m-verhouding lading/massa van het elektroon
19. elektronendiffraktiebuis - het aantonen van het golfkarakter van elektronenstralen en berekening van de golflengte
20. opbouw oscilloscoop

21. drie cm golven - keuze uit acht experimenten
22. laser opstelling - keuze uit vijf experimenten
23. bepaling van de konstante van Planck
24. het experiment van Franck en Hertz
25. het bepalen van stroom - spanningskarakteristieken van LDR, VDR, NTC, etc.
26. puzzeldoosjes - het onderzoeken van schakelingen in doosjes met vier aansluitpunten
27. gedempte trillingen
28. bepaling van de geluidssnelheid
29. Joulemeter

Leraren kunnen voor f 8,-- in het bezit komen (voor zo lang de voorraad sterkt) van de verzameling van instructies die bij deze experimenten horen. Zij dienen dit dan schriftelijk kenbaar te maken aan de sekretaresse van de Vakgroep Natuurkunde-Didaktiek, Laboratorium voor Vaste Stof, Princetonplein 1, Utrecht (De Uithof), onder vermelding van: instructies leerlingenexperimenten. Leerlingen krijgen alleen de instructies die horen bij de proef die ze uitvoeren.

Aan het bezoek van het praktikum zijn geen kosten verbonden.

Ook de instructies die de leerlingen nodig hebben worden gratis verstrekt.

Reiskosten kunnen niet worden vergoed.

Afspraken voor een bezoek aan dit praktikum kunnen gemaakt worden met de heer H.H.J.Wouterse, tel.030-533782, b.g.g. 531179,
Laboratorium voor Vaste Stof,
Princetonplein 1,
Utrecht (De Uithof)

2.8. Kleurenfilm, transparantenseries met kassettebanden

1. 16 mm kleurenfilm 'Kernfysisch Onderzoek'

De film, een vervolg op 'Het Groninger Cyclotron' wil een indruk geven van de moderne research op kernfysisch gebied. Aan de hand van een bepaald onderzoek: de beschieting van ^{12}C met snelle α -deeltjes, wordt de gang van zaken gedemonstreerd zowel schematisch als in werkelijkheid. De noodzaak van teamwork wordt geïllustreerd met opnamen in de werkplaats.

Duur: 25 min., beeld: 16 mm, kleur, geluid: magnetisch.

Nadere gegevens over vertoningsmogelijkheden: Dr. J.B. van der Kooi, Laboratorium voor Algemene Natuurkunde, Westersingel 34, Groningen.

2. Transparantenseries met kassettebanden

a. Klank, toonhoogte en frekwentie

Het mechanisme van het horen is nog steeds niet eenduidig verklaard; ons oor blijkt over enkele, nog mysterieuze, eigenschappen te beschikken. Wanneer b.v. een muziektoneel ons oor bereikt verwachten we dat de laagste frekwentie die in het geluidsspektrum van die toon voorkomt de toonhoogte bepaalt. Met behulp van een aantal geluiden wordt duidelijk gemaakt dat deze opvatting onjuist is. Ook na wegfilteren van de laagste frekwenties blijft de oorspronkelijke grondtoon de toonhoogte bepalen.

b. De warmtepijp

De warmtepijp is een nieuwe methode, ontwikkeld bij de ruimtevaart, om op een eenvoudige, energetisch voordelige, manier warmte te transporteren. Het temperatuurverschil behoeft hierbij slechts enkele graden te bedragen. Het warmtetransport berust in principe op verdamping en condensatie van een geschikt gekozen vloeistof.

In deze transparantenseries wordt het warmtetransport gesimuleerd door gebruik te maken van een draaiende polarisatieschijf in combinatie met speciaal polaroid-materiaal.

Beide series zijn bestemd voor de hogere klassen van vwo/havo.

Gegevens over vertoningsmogelijkheden: Drs. D. Leijenaar, Laboratorium voor Algemene Natuurkunde, Westersingel 34, Groningen.

2.9. Moderne Natuurkunde

1. Samenwerkingsverband

De auteursgroep is samengesteld op initiatief van de uitgever. De oorspronkelijke auteursgroep is inmiddels kerngroep geworden. Er zijn nu ook auteurs, die geen lid zijn van de kerngroep. Voor beoordeling van werk van zulke auteurs treedt de kerngroep als sturgroep op.

2. Soort boek

Er is een indeling in delen, die met schoolniveaus (klassen) overeenkomen.

Elk deel valt uiteen in twee boeken, die grofweg de functies informatiemateriaal resp. werkmateriaal hebben. Het werkmateriaal is dan ook in wegwerpvorm uitgevoerd. Het materiaal is principieel zo uitgevoerd, dat toegankelijkheid uit verschillende invalshoeken bestaat.

3. Niveau

Het niveau is vwo/havo, met dien verstande, dat de delen 1 en 2 goed gebruikt kunnen worden (en worden) in de klassen 2 en 3 van vwo en havo, doch dat de deeltjes 3 zeker niet voor havo gemaakt zijn; vwo dus.

4. Omvang i.v.m. tijd

Principieel is een zeker percentage te veel aan materiaal gegeven om te kunnen kiezen. Er is genoeg voor de klassen 2 en 3 in de delen 1 en 2. De ervaring is, dat de theorie van deel 1 in klas 2 wel kan worden doorgevoerd. Van de praktika ongeveer 2/3. In klas 3 hangt het er van af of 2 of 3 uren beschikbaar zijn. Als er 3 uren zijn geldt voor deel 2 in klas 3 ongeveer hetzelfde als voor deel 1 in klas 2.

5. Karakteristieken

Het meest kenmerkende punt van de methode (althans dat was de bedoeling) is de flexibiliteit in de aanpak, de keuze uit verschillende invalshoeken. Een voorbeeld illustreert dit het best:

Het feit, dat er positieve en negatieve statische elektriciteit is kan met evenveel vrucht worden begonnen:

- vanuit de theorie
- vanuit het praktikum
- vanuit een leestekst

Het gekozen begin hangt af van de leraar, situatie (is het praktikum-lokaal beschikbaar?), leerling en gekozen werkaanpak (frontaal, discussie, inleiding door leerling, zelfwerkzaamheid etc.).

Als de leerling maar fysisch bezig is.

Voorts is minder naar volledigheid gestreefd dan naar fysieke relevantie van de onderwerpen en de begripsvorming daarbinnen.

6. Deelname

Met de eerste delen is geëxperimenteerd. Er worden de bovenboudelen gemaakt. Daarna wordt een ronde terugkoppeling ingelast teneinde uit de gebruikerskring zoveel informatie te verzamelen, dat een verantwoorde beslissing over de volgende versie mogelijk is. Te beginnen bij deel 1. Op dit moment is participatie in een andere vorm niet mogelijk.

7. Slotopmerkingen

Om genoemde flexibiliteit nog te verhogen is aan het pakket additioneel materiaal toegevoegd; transparantenboeken bij de delen 1 en 2, super-8-films bij deel 1. Toetsen bij de delen 1 en 2 en de docentenhandleidingen bij diezelfde delen vormen een onderwijskundig noodzakelijke aanvulling.

Tenslotte is er bij de delen 1 en 2 een set werktekeningen voor praktikum-materiaal beschikbaar. Daarmee is Moderne Natuurkunde het eerste leerpakket, dat ook een uitgave voor de amanuensis bevat.

Samenvatting van de bespreking op vrijdagavond bij Moderne Natuurkunde

Historische achtergrond

Moderne Natuurkunde Natuurkunde is waarschijnlijk het oudste projekt dat dit jaar op "Woudschoten" aanwezig was. De ontstaansgeschiedenis is ook met Woudschoten verbonden, maar valt in een andere periode, de periode-Project Physics. Op Woudschoten 1970 is immers begonnen aan de bewerking van dit Amerikaanse projekt. Uit het niet doorgaan daarvan is uiteindelijk het PLON ontstaan. In deze situatie was er ruimte voor een projekt van minder lange adem dan PLON, sterk geïnspireerd door PP.

Kenmerken

De kenmerken van het pakket moeten in bovenstaand verband worden gezien. In het overzicht van Hooymeyers scoort het dan ook in de eerste drie categorieën. Met name is van het begin af aan sterk de nadruk gelegd op het vakinhoudelijke en op de juiste theoretische presentatie daarvan. Het ontwikkelingsmodel is nog sterk centralistisch, aansluitende bij de traditie. Vanzelfsprekend was hiervoor ook bepalend, dat het een door een uitgever geïnitieerd projekt is. Er wordt daarbij wellicht sterker dan bij andere projekten naar een resultaat toe gewerkt. Een voordeel is weer het tempo van realisering, waardoor de kenmerken soms al weer een gedateerde indruk maken.

Er zijn nog een paar nieuwigheden, die zeker niet gedateerd zijn en waarin Moderne Natuurkunde nog steeds baanbrekend mag worden genoemd. In het pakket MN zijn de verschillende elementen van het onderwijsleerproces duidelijk van elkaar gescheiden en hebben ze elk hun eigen uitdrukkingsvorm gevonden. Begrippen worden in de geest van de leerling niet ineens opgebouwd. Dat gaat steentje voor steentje. Die steentjes kunnen zijn: theorie, praktikum, een vraagstuk en een leestekst. Zelfs de AV-media, in het begin van de jaren 70 zo sterk in opkomst (nu helaas weer op hun retour) hebben in MN sterke aandacht gekregen.

Zo wordt de leerling de mogelijkheid geboden om zelf uit uiteenlopende elementen het begrippenapparaat op te bouwen, een opvatting, die zijn geldigheid heeft gehouden.

Ontwikkelingen

Zoals gezegd, de ontwikkelingen hebben niet stilgestaan en MN maakt in sommige opzichten alweer een gedateerde indruk. De auteurs zijn zich hiervan bewust. Ze hebben echter veel tijd moeten besteden aan de bovenbouw, die nu snel wordt afgerond, nu het eindexamenprogramma inmiddels bekend is.

Wat aan de bovenbouw opvalt is de wat andere groepering van de elementen en in het bijzonder de sturing vanuit de studiegids. De studiegids wijst de leerling de weg door de stof. Die weg is wellicht toch te eenduidig. De leerling kan wel individueel zijn weg vervolgen, maar het is voor de leerlingen wel steeds dezelfde weg.

Eén van de discussiepunten is dan ook de mogelijke differentiatie in de aanpak van de bovenbouw. Een essentieel element daarin is het praktikum. Het zal immers ook om redenen van outillage nauwelijks mogelijk zijn om alle leerlingen lineair dezelfde weg te laten vervolgen. De mogelijkheden om van de rechte weg af te wijken en eerst iets anders te doen alvorens men weer in het "rechte" spoor is, moet worden vergroot. Dat kan door alternatieve routes aan te geven en door bijvoorbeeld de stof bewust in

blokken te verdelen waarbinnen de volgorde niet zo belangrijk is, als aan het eind het juiste beeld maar is gevormd.

Deze discussie speelt zich op dit moment af bij de afwerking van de deeltjes studiegids voor de bovenbouw. Die deeltjes moeten overigens nog alle in 1977 worden afgerond.

Intussen komt de discussie over de onderbouwdelen ook op gang. De problematiek is daar in grote trekken althans gedeeltelijk dezelfde. Bij een grotere keuzevrijheid moet daar het primaat van de theorie sterk worden afgezwakt. Te veel is de theorie daar primair en dienen de andere elementen alleen ter ondersteuning. Veeleer moet het primaat worden toegekend aan het praktikum en in het bijzonder aan het zelfontdekkende element daarin.

Konklusie

De voorsprong, die MN in de jaren 1970 nam, is nu ingelopen door een steeds grotere groep. Uit die kopgroep zijn vele nieuwe projekten gevlucht. MN staat voor de keuze: meevluchten en weer bij de koplopers komen of zich in het peloton laten terugzakken. De keus is: voorop blijven.

Diskussie

Bij de korte discussie werden de tekortkomingen onderstreept en erkend. Ook in het gebruik blijkt de nieuwe aanpak van de bovenbouw zijn definitieve vorm nog niet gevonden te hebben.

2.10 Fizzix

Gewerkt wordt aan een volledige lesmethode voor havo/vwo. De methode zal bestaan uit twee delen voor de onderbouw havo/vwo, twee delen voor de bovenbouw havo en twee delen voor de bovenbouw vwo. Alle leerlingedelen worden begeleid door handleidingen voor docenten. Het leerlingemateriaal is afgestemd op de leerling door aan zijn/haar ontwikkelingsniveau aangepast taalgebruik. Ook de lesmethoden dienen aan dat ontwikkelingsniveau te worden aangepast. Dit kan niet de taak zijn van een boek; alleen de eigen docent is in staat het niveau van zijn leerlingen te schatten. Het lesmateriaal mag daarom aan een docent geen bepaalde didaktiek opdringen. We hebben getracht dat te bereiken door een splitsing aan te brengen in kernleerstof en verrijkingsmateriaal. De kernleerstof wordt op een bondige manier aangeboden op de rechterpagina's van het boek. Alle franje die de continuïteit van dat verhaal zou doorbreken is op de linkerpagina geplaatst. Daar vindt de leerling uitbreidingen, aardige toepassingen, noodzakelijke voorkennis, literatuurverwijzingen etc. We vertrouwen op deze manier de bruikbaarheid voor verschillende typen docenten te verzekeren. Het materiaal op de linkerpagina's kan o.m. gebruikt worden voor verdergaande determinatie in scholen met verlengde brugperiode, differentiatie binnen klasverband e.d. De manier waarop het kernmateriaal wordt aangeboden, zal het in vele gevallen mogelijk maken dat leerlingen de stof zelfstandig verwerken. Problemen bij ziekte van leerling of docent alsmede bij verandering van school kunnen zo grotendeels vermeden worden. Alvorens tot publikatie over te gaan hebben we het leerlingemateriaal gedurende meerdere jaren getest en waar nodig aangepast aan onze bevindingen. Het docentemateriaal zal naast suggesties over de verschillende gebruiksmogelijkheden veel materiaal bevatten dat voor de leerling bruikbaar is en indien gewenst door de docent vrijelijk kan worden gekopieerd. De suggesties t.a.v. de gebruiksmogelijkheden betreffen o.a. verschillende volgorden van behandeling, lesvormen, aanwijzingen bij leerlingenproeven en demonstratieproeven.

2.11. Korte toelichting bij het materiaal zoals dat gebruikt wordt bij het groepsonderwijs aan het Vitus College te Bussum

1. Wat is groepsonderwijs?

Het werken met kleine groepen leerlingen waarbij het leerproces zich afspeelt binnen de groep. Dit proces wordt gestuurd en begeleid door een gerichte manier van vragen stellen en opdrachten geven.

2. Waarom groepsonderwijs?

Er zijn 3 redenen aan te geven waarom 5 jaar geleden werd begonnen met de afbouw van het "traditionele" natuurkundeonderwijs.

- a. onvrede vanuit de dagelijkse lespraktijk
- b. een andere onderwijsvisie
- c. het vak

Binnen de sectie natuurkunde waren en zijn deze 3 redenen vertegenwoordigd.

3. Hoe groepsonderwijs?

vanuit bovenstaande gedachten werd gezocht naar een leerhoek, dat in eerste instantie gevonden werd in de boeken van Auer en Hooymayers die toen net in stencilvorm aanwezig waren. Om een aantal redenen voldeed deze methode na enige tijd niet meer zodat begonnen werd met het herformuleren van vragen, opdrachten en hoofdstukken.

Dit heeft geresulteerd in een leergang voor de klassen 2, 3 en 4 van havo en vwo.

De leergang is door zijn ontstaansgeschiedenis geschreven om het op de school aanwezige materiaal heen. Veel experimenten zijn zelf ontwikkeld. De leerlingen werken in groepen en werken geheel zelfstandig. De leergang is een leidraad. Geprobeerd is een probleem óók een probleem voor de leerling te laten zijn.

Er wordt nooit klassikaal instructie gegeven. De docent is een begeleider geworden die ook veel aandacht geeft aan de sociale en vormende aspecten van het werken in groepen.

Een paar kenschetsen van de leergang

- het praktikum is volledig geïntegreerd in de leergang
- het discussiëren, overleggen, raadplegen enz. is een essentieel onderdeel in de leerstofverwerking.

4. Een paar ervaringen

- op zijn minst een hele sectie moet meewerken en enthousiast zijn.
- het kost een zee van tijd. Ieder jaar wordt bijv. de leergang herschreven
- de leerlingen werken over het algemeen met veel meer plezier
- de omschakeling voor de docenten is groot
- het ordeprobleem bestaat niet meer of krijgt een andere dimensie
- er is in het begin veel twijfel bij jezelf en wantrouwen van de buitenwacht
- je leert erg veel van natuurkunde

5. Het materiaal

De opdrachten in de leergang vormen één geheel met de vragen en kunnen onmogelijk gemist worden. Iedere les moet er een mogelijkheid zijn experimenten te doen.

De experimenten zijn meestal kort en sturen op een probleem aan of

verdiepen het. Het benodigde materiaal voor de experimenten is meestal goedkoop en eenvoudig. Omdat het tempo binnen zekere grenzen vrij is kan altijd volstaan worden met een 6-voud in het materiaal. Theorievorming volgt altijd na het experiment.

6. Een paar voorbeelden

Van een paar hoofdstukken uit ieder leerjaar is het volledige instrumentarium op de konferentie aanwezig.

tweede klas

N 11. Verdwijnen en ontstaan van stoffen

Smelten, stollen, verdampen etc. zijn processen die onder bovenstaande naam te vangen zijn. Dit als gevolg van de afspraak wat onder een stoffeigenschap verstaan moet worden.

derde klas

El 7. Elektriciteit en magnetisme

Hier wordt de ontdekking gedaan van het magnetisch effect dat een elektrische stroom kan hebben.

Dit effect wordt gekonstateerd, onderzocht en in een regel geformuleerd. Verder in dit hoofdstuk zijn een aantal uitbreidingen van dit verschijnsel aan de orde (spoel, elektromagneet).

Al het materiaal is zeer eenvoudig en zelf ontwikkeld.

EE 1. Statische elektriciteit

In dit hoofdstuk komt het zuiver experimentele karakter duidelijk tot uiting en worden konklusies en regels door de leerlingen zelf getrokken en geformuleerd. Het benodigde materiaal is ook hier weer erg eenvoudig en doorzichtig.

vierde klas

Be 2, vraag 2, 3 en 4

Een typisch voorbeeld van een experiment (de valproef) zoals dat met eenvoudige middelen nauwkeurig uitgevoerd kan worden. Dit experiment dient als introductie voor de éénparig versnelde beweging.

Verder zullen er een aantal voorbeelden te zien zijn van volgens ons kenmerkende proefjes en opstellingen zoals ze in de leergang voorkomen.

2.12. Begin-Onderwijs Fysika (2e en 3e klas) Twickelcollege Hengelo

1. Waarom?

Aanvankelijk gebruikten wij op school Schweers en Van Vianen. Wij ontdekten daarbij dat doceren van natuurkunde niet zo erg bevredigende resultaten opleverde:

- Kennis was vaak schijn, het was veelal napraten en uit het hoofd leren van redeneringen.

Wij schakelden daarom over van doceren op "Leren door doen" en kozen daarvoor Auer en Hooymeyers, Terreinverkenningen in de natuurkunde. Daarbij gingen we zien dat leren vooral een activiteit is van de leerlingen zelf. Bij die overgang werden we gesterkt door de ervaringen bij scheikunde. We gingen over op groepswerk: leerlingen werken in groepjes van 4 aan de opdrachten, zowel de praktikumopdrachten als de meer "verbale" opdrachten. Bij dat groepswerk ontdekten we dat er grote moeilijkheden bij de leerlingen waren met de vorming van begrippen zoals:

kracht, gewicht, druk, massa, energie, enz.

Die moeilijkheden merk je minder snel met doceren of bij onderwijsleergesprekken, hoewel die moeilijkheden er voor de leerlingen ook zeker zijn. Bovendien werkte "Terreinverkenningen" in 3-havo sterk demotiverend. Op grond van deze ervaringen besloten wij zelf een cursus te maken ten einde deze begrippen beter te ontwikkelen.

2. Kenmerken BOF

- a. Uitgaan van het wereldbeeld, de voorstellingswereld en het begrippenapparaat van de leerlingen.
Wij beginnen met materialen en dingen die bekend zijn. Als uitgangspunt letten we daarbij vooral op de manier waarop zij dat zelf beschrijven.
- b. Begripsontwikkeland. Natuurkunde is o.a. een nieuwe wijze van kijken naar bekende dingen. Daarbij worden bekende begrippen uit de dagelijkse omgangstaal (kracht, warmte, energie) "omgevormd" tot bruikbare natuurkundige taal.
Die (natuurkundige) wijze van kijken en die taal is voor de leerlingen niet vanzelfsprekend, vandaar in onze cursus een geleidelijke ontwikkeling naar die fysische taal toe.
- c. Vermijden van te vroege schematisering en het geven van schema's zonder dat de leerlingen weten wat er geschematiseerd is, door het ontbreken van voldoende eigen ervaringen.
Nodig is doorzicht in de betekenis en gebruiksmogelijkheden van schema's. De leerlingen schematiseren zelf aan de hand van wat ze zelf weten.
- d. De eigen resultaten van de leerlingen worden serieus genomen, alsmede hun interpretatie en hun leerproces.
In die zin is er dus een voortdurend aansluiten bij de "wereld" van de leerlingen. De leraar legt niet uit, maar begeleidt het leerproces. Opdrachten geven de sturing (door de docent) aan het (te verwachten) leerproces aan.
De opdrachten hebben we gemaakt naar wat we denken dat de leerlingen aankunnen.

3. Werkwijze

Het onder punt 2, kenmerken BOF willen we bereiken door:

- a. Overwegend groepswork. Niet "aanpraten", maar leren door in de groep samen over de opdrachten te praten en door samen het werk te organiseren.
- b. Geïntegreerd praktikum.
- c. Longitudinale leerstofplanning,
wat tot uiting komt in de ideeën:
 - het ene bereidt het andere voor
 - probleemstellende opgaven!

Bij dit laatste denken we niet aan opdrachten met voorafgegeven en geleerde oplossingsmethoden en begrippenschema's, maar aan opdrachten waarin die begrippen zelf ontwikkeld worden.

4. Onderwerpen en thema's

In de BOF kunnen we onderscheiden onderwerpen: voor de leerlingen duidelijk herkenbare zaken zoals:

- de fiets
- de wip
- de slinger
- de centrifuge
- magneten

en thema's die meer gericht zijn op de ontwikkeling van het natuurkundig begrip, zoals:

- evenwicht
- kracht
- vektoren
- massa, gewicht
- formules

Onderwerpen en thema's zijn geheel in de cursus verweven: ze lopen door elkaar, niet naast elkaar.

5. Materialen

Gedeeltelijk zelf ontwikkeld aan de hand van vooral, Nuffield, Jardine en Project Physics. Verder eenvoudig materiaal van o.a. Or en Kol. Het zijn hoofdzakelijk eenvoudige proeven, geschikt voor zelfwerkzaamheid.

6. Ervaring met betrekking tot het ontwikkelen

De nieuwe vorm van werken (begripsontwikkeland, groepswork) stelde zeer hoge eisen aan de opgaven: de leerlingen moeten steeds zelfstandig verder kunnen. Bestaande opdrachten voldoen vaak niet door de grote sturing die tijdens de les door de docenten mogelijk is.

In de zin die wij eraan geven kennen wij de begripsontwikkellende cursussen voor natuurkunde nog niet.

Dus vrijwel alles moest uit eigen ervaring en vooraf bedenken komen.

Wij moesten daarbij leren van de antwoorden van de leerlingen, door bestudering van hun verslagen, aantekeningen over de les en protocollen, daarop inspelen en de leergang verbeteren.

Bovendien moesten wij leren hoe dat te doen.

7. Ervaring met betrekking tot het materiaal

- Aan de proefbeschrijvingen moesten hoge eisen gesteld worden. Door de sterke sturing in andere leergangen en wegens technische uitvoerbaarheid waren die proefbeschrijvingen vaak niet zomaar bruikbaar.
Dus: zelf uitvoerig experimenteren.
- Soms demonstratieproeven ombouwen tot praktikumproeven wat de uitvoering moeilijker maakte.
- Voor sommige proeven was (door de andere opzet) geen materiaal aanwezig, dus zelf ontwerpen en maken.

8. Effekt op de leerlingen

- In het begin van de 2e klas gaat het wat moeizaam, maar door de aard van de opdrachten gaan de leerlingen zich steeds meer voor de opdrachten interesseren.
Belangrijk voor de leerlingen is dat er in het begin niet een te grote onzekerheid is. Het is daarbij van groot belang te schatten welke termen zij kunnen gebruiken.
- 3e klas: betere motivering in de 3e klas.
Er wordt veel beter en meer ingespannen gewerkt dan vroeger. Ze kunnen het aan, door de geleidelijke opbouw van de toch moeilijke problematiek.
- De leerlingen durven "fouten" te maken en blijven gewoon doorpraten óók als de leraar erbij staat!
- Samenvattend: natuurkundige begripsvorming bij de leerlingen lukt beter, maar we zijn er nog niet!

2.13. Leer- en Werkbladen (onderbouw G.S.G. Emmen)

Het natuurkunde werkboek voor de onderbouw, gebruikt aan het G.S.G. te Emmen, is in eerste instantie ontstaan uit onvrede van de docenten met op de leermiddelenmarkt verkrijgbare leerboeken.

Naast het "bijbrengen van enige kennis ter zake van" zijn als hoofddoelen gesteld:

- . de leerling een zo groot mogelijke vaardigheid bij te brengen in het hanteren van de natuurkundige formalismen.
- . de opbouw van de natuurkundige kennis te laten plaatsvinden vanuit huis, tuin en keuken, met vermindering van al te grote abstrakties en verfijning.

Al het aanwezige materiaal is zelf ontwikkeld.

T.a.v. andere methoden afwijkend gebruikte middelen zijn:

- . korte hoofdstukken, elk hoofdstuk met enkele relevante opdrachten
- . veel grafieken en schematische voorstellingen
- . veel half-geprogrammeerde oefenstof, rijkelijk voorzien van plaatjes, grafieken, (ook met M.C.-opgaven).

Deze opzet is tot stand gekomen bij gebrek aan beter; zolang dit gebrek voortduurt zullen wij ons ermee behelpen en het aanwezige materiaal te verfijnen, o.a. door:

- . aanbrengen van differentiaties
- . ontwikkelen van bijpassend leerlingenpraktikum
- . ontwikkelen van hulpmateriaal (Scrambling-books, etc.)
- . het inbouwen van controle-tests.

De leerlingen krijgen de zaak concreter voor zich, beschikken over ruime oefenstof.

Een en ander is voor de meesten een verbetering, vergeleken bij wat het was.

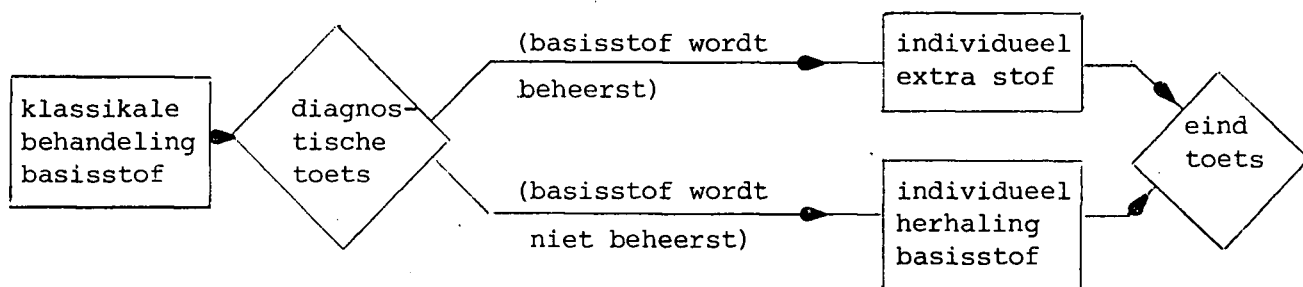
Het blijkt, dat goede leerlingen de stof geheel zelfstandig kunnen verwerken.

Er wordt minder "frontaal", gedoceerd, meer individueel begeleid.

2.14. Mastery Learning (S.G. Van Oldenbarnevelt, Rotterdam)

1. Karakteristiek van het materiaal

Het materiaal moet "differentiatie binnen klasseverband" mogelijk maken volgens de methode "strategy for mastery learning". Bij deze methode wordt gedifferentieerd naar doelstelling: alle leerlingen moeten het als "basisstof" gedefinieerde deel van de leerstof volledig beheersen; slechts bij een deel van de leerlingen worden doelstellingen m.b.t. "extra stof" gerealiseerd. Om deze doelstellingen-differentiatie mogelijk te maken wordt iedere leerstofeenheid (waarvan er ongeveer zes in een jaar zijn) op de volgende manier behandeld:



Het materiaal dat we ontwikkelen moet een dergelijke behandeling mogelijk maken door de leerstof te structureren (in basisstof en extra stof), door diagnostiese toetsen aan te bieden en door individuele herhalings-, verdiepings- en verbredingsmogelijkheden te scheppen.

2. Onderwerp en Nivo

De volledige leerstof van de 2e klas havo en vwo (volgens de methode "Terreinverkenning in de Natuurkunde" van Auer en Hooymayers) is thans van begeleidend materiaal voorzien.

Hierbij komen de volgende onderwerpen aan de orde: uitzetting; temperatuur; elementaire mechanica: snelheid, versnelling, wetten van Newton, wrijving; trillen en slingeren. magnetisme; meten: meetnauwkeurigheid, tabellen en grafieken, massameting, soortelijke massa(-meting), krachtmeting; druk.

In het materiaal is tot nu toe geen onderscheid gemaakt tussen havo en vwo. Er wordt rekening mee gehouden dat later zal blijken, dat met name bij de diagnostiese toetsen wel naar stream gedifferentieerd.

3. Relatie tussen gekocht en gemaakt materiaal

De methode van Auer en Hooymayers wordt, aangevuld met praktikumstencils, gebruikt voor de klassikale behandeling van de basisstof en voor een deel van de herhalingsprogramma's.

Het zelf gemaakte materiaal bestaat uit:

- . een "gebruiksaanwijzing" voor mastery learning voor de leerlingen;
- . aanvullende (praktikum)-instructies voor de basisstof;
- . diagnostiese toetsen met auto-korrektiebladen;
- . herhalingsprogrammaatjes;
- . programma's voor het individueel of in kleine groepjes doen van extra stof.

In principe moet er voldoende begeleidend materiaal zijn om de leerlingen vanaf het eind van de klassikale behandeling van de basisstof alleen verder te laten werken. De docent is dan beschikbaar voor de begeleiding van meer individuele 'probleemgevallen'.

4. Ondersteunende leermiddelen

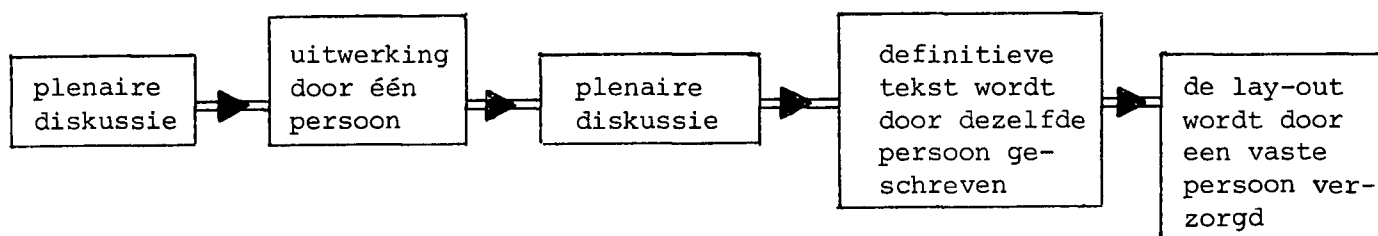
Voor een aantal onderwerpen uit de basisstof zijn overheadprojectie-sheets gemaakt.

5. Werkwijze in de klas

Gedurende de klassikale behandeling van de basisstof werkt iedere docent volgens zijn eigen doceerstijl. Op grond van de diagnostiese toets, ter afsluiting van die eerste fase, mogen de leerlingen zelf beslissen of verdiepen/verbreden. Bij deze keuze krijgen ze enige steun doordat de klas gezamenlijk de score-verdeling even op het bord zet. De extra stof bestaat veelal uit het doen van een praktikumopdracht. De uitvoering hiervan wordt binnen bepaalde grenzen vrij gelaten. De docent zal vooral zijn aandacht richten op de herhalings-leerlingen, waarbij meestal individueel begeleid wordt maar in voorkomende gevallen ook wel eens een leerstofonderdeel klassikaal uitgelegd kan worden. De eind-toets -met open vragen- is zodanig samengesteld, dat bij volledige beheersing van de basisstof het cijfer 8 wordt gehaald en dat voor het behalen van een 10 ook de extra stof moet worden beheerst.

6. Ervaringen t.a.v. de materiaalontwikkeling

Om een gunstige verhouding te krijgen tussen kritiese discussie van het geproduceerde materiaal en produktie-efficiëntie is het volgende schema gehanteerd voor het maken van ieder materiaalonderdeel (toets, herhalings-programmaatje, etc.):



De werkgroep waarmee we op deze manier het materiaal konstrueren bestaat uit drie natuurkunde-docenten. De andere leden van de natuurkunde-sektie op school gebruiken het materiaal wel, maar gaan pas bij de evaluatie aan het eind van de lopende kursus een grotere rol spelen.

De werkgroepgrootte van drie personen is goed bevallen: zonder dat kommunikatieproblemen een rol gingen spelen (door te grote groep) is aldus toch een ruime mate van kritiese discussie en ideeën-"kruisbestuiving" gewaarborgd.

Het maken van diagnostiese toetsen - in meerkeuze-vorm- vinden we moeilijk. Twijfel aan de mogelijkheden van multiple choice als toets-instrument voor de evaluatie van ook meer komplexe onderwijsdoelen heeft ertoe geleid dat we een eindtoets met open vragen hanteren. Bij de evaluatie van de diagnostiese toets stuitte we op de moeilijkheid dat de meeste toetsevaluatie-instrumenten zijn ontwikkeld voor selectieve toetsen.

7. Ervaringen in de klas

Dit jaar wordt het materiaal voor het eerst vanaf het begin van de kursus gebruikt. Vorig jaar is aan het eind van de kursus één les-eenheid volgens deze methode gegeven. De ervaringen zijn dientengevolge nog weinig uitgesproken. De leerlingen blijken zelfstandig werken erg leuk te vinden. Onze voorlopige, voorzichtige indruk is

dat ook de prestaties beter zijn; in die zin, dat meer leerlingen de door noodzakelijk geachte basisstof beheersen, terwijl de snellere leerlingen daar niet onder "geleden" hebben. Wel is gebleken dat dit materiaal zijn bruikbaarheid verliest als de klassen te heterogeen worden.

8. kontaktadres

De werkgroep bestaat uit ondergetekenden en is bereikbaar op het volgende adres:

"Werkgroep Mastery Learning"
p/a Ir. R.A.B. Faber
S.G. Van Oldenbarnevelt
Afrikaanderplein 40b
Rotterdam.

Wiebe Bijker
Ron Faber
Koos Kortland.

2.15. Handleiding voor Natuurkunde (Zwaan)

Instructies voor studenten.

A. Werkwijze studie natuurkunde PA-1 en -2

- Principe:
- a) uitgaande van bekende voorwerpen uit het dagelijks leven via onderzoek komen tot een kennisname van de daarin toegepaste onderdelen en principes.
 - b) door een zich afvragen waarom juist deze onderdelen zijn toegepast, te komen tot een studie van die deelgebieden uit de natuurkunde waarop de konstruktie en toepassing van deze onderdelen zijn gebaseerd.

Realisatie:

1. Uit een aantal mogelijke onderwerpen kiezen de stud. PA-1 (resp. PA-2) in de loop van de halfjaarlijkse kursus 2 x (resp. 1 x) een studie-onderwerp. (Voor PA-2 wordt na deze studie als tweede opdracht de studie vereist voor een af te nemen tentamen: ZIE LEERPLAN NATK!)
 - 1.1. het aantal mogelijke onderwerpen wordt mede bepaald door de hanteerbaarheid van het voorwerp, de technische gekompliceerdheid en de steun die vanuit het aanwezige praktikum, bij de studie kan worden geboden. Eigen voorstellen van de stud. zijn eveneens welkom, mits uitvoerbaar.
 - 1.2. Van ieder studie-onderwerp in een zg. werkmap aanwezig. Deze bevat alle mogelijke vormen van hulp bij de studie van dat onderwerp.
2. Samenhangend met de keuze die gedaan is, vormen de stud.: werk-groepen van max. 4 studenten.
 - 2.1. willen meer studenten het betreffende onderwerp bestuderen en is dit kwa praktikum uitvoerbaar, dan kunnen parallel groepen worden gevormd, die echter zelfstandig blijven werken.
3. Na 1. en 2. is de eerste taak van de groep de docent schriftelijk te informeren over onderwerpkeuze en groepsamenstelling, waarna de groep overgaat, aan de hand van de werkmap, tot een zo goed mogelijk onderzoeken van het onderwerp en de opbouw hiervan.
4. In overleg met de docent kunnen door de groep, mede aan de hand van de werkmap detail-studie gebieden worden afgesproken.
 - 4.1. de groep zelf bepaalt hoe meerdere detail-studie gebieden over de deelnemende studenten worden verdeeld.
 - 4.2. in 1 groep dienen echter wel alle studenten van de resultaten van het volledige onderzoek op de hoogte te zijn.
 - 4.3. de docent verleent handreiking bij het zoeken naar literatuurbronnen ter voorkoming van onnodig tijdverlies.
 - 4.4. in eerste instantie dient hiervoor geraadpleegd te worden de door de studenten aangeschafte "Handleiding natuurkunde t.b.v. de PA" verkrijgbaar bij de amanuensis. Deze handleiding voorziet in de studie natuurkunde voor PA 1,2 en 3 en ook later in de onderwijzerspraktijk. Aanvullingsbladen die in de loop van de kursus verschijnen worden gratis ter beschikking gesteld.
5. Tijdens het verloop van de studie is het noodzakelijk, dat er een frekwent contact is tussen de groep en de docent. Enerzijds om gerezen studie-problemen direkt te kunnen opvangen, anderzijds om te diepgaande of te oppervlakkige behandeling van de studie te voorkomen. Ook problemen inzake de team-spirit kunnen tijdig worden besproken en verholpen.

6. Als de studie is afgerond maakt de groep een goed verzorgd studie-verslag. Dit dient tijdig vóór de af te spreken datum te worden ingeleverd. Het geeft een overzicht van alle bevindingen, literatuur, uitgevoerde proeven etc.
 - 6.1. dit verslag uit te voeren, liefst getypt (met doorslagen, dus niet gestencild!) in 1 exemplaar per groepsdeelnemer en 1 exemplaar voor docent. Dit werk (maken verslag) ook weer over de groep te verdelen.
 - 6.2. is het studieverslag ingeleverd dan beoordeelt de docent dit met een cijfer. Dit cijfer geldt individueel voor alle studenten van de groep. Zie echter 9.1.!
 - 6.3. gezien 6.2. kan de groep, mits tijdig, desgewenst haar verslag reeds in een nog niet definitieve vorm met de docent doorspreken. Deze kan voor de definitieve afronding richtlijnen geven.

Betreffende het leerschoolwerk:

7. In de daarvoor bestemde weken dienen alle studenten natuurkundelessen te geven op de basisschool (b.s.). In één half jaar tenminste 4 lessen.
 - 7.1. hoewel niet verplicht blijkt het vaak zinvol als stof voor de b.s. het zelf door de groep behandelde onderwerp als uitgangspunt te kiezen.
 - 7.2. mocht deze stof zich hiervoor niet lenen (overleggen met docent) dan kan gewerkt worden met lessen uit de handleiding, liefst met eigen inbreng of met geheel eigen lessen (zie ook handleiding: les-elementen).
8. Nadat de b.s.-les gegeven is dient de student een beoordelingsverslag hiervan in te leveren bij de docent (vensterbank lokaal 10). Deze draagt er zorg voor dat het verslag weer naar de studenten retour gaat (via klasse-kastje in de hal).

Algemeen:

9. Alle studies, proeven etc. behorende tot het bovengenoemde, dienen in principe te worden uitgevoerd in lokaal 10 of 11 op de daarvoor bestemde rooster-uren. Op deze uren worden alle studenten geacht aanwezig te zijn behoudens korrekte afmelding bij de docent (in speciale gevallen) of bij de administratie.
 - 9.1. studenten die buiten deze regeling afwezig zijn, worden als absent beschouwd. Zij worden genoteerd. Studenten die - ter beoordeling van de docent - teveel afwezig zijn geweest, hebben geen deel aan het groeps-cijfer doch zullen separaat een mondeling tentamen bij de docent moeten afleggen. Hetzelfde geldt indien een groep niet vóórde afgesproken datum het studie-verslag heeft ingeleverd.
 - 9.2. het zelfstandig uitvoeren van studieproeven etc. in lokaal 10/11 is toegestaan ook buiten de normale roosteruren, mits het lokaal niet bezet is en na melding bij de amanuensis. De groep zelf is verantwoordelijk voor een korrekte gang van zaken.
10. Mochten gebreken aan apparaten zich voordoen dan is het van algemeen belang deze zo snel mogelijk te melden bij docent of amanuensis, opdat door snelle reparatie tijdverlies voor andere studenten kan worden voorkomen.
11. Mocht het voor het geven van lessen op de basisschool zinvol zijn apparaat van de P.A. mee te nemen, dan is deze mogelijkheid niet uitgesloten. Doch uitlenen geschiedt uitsluitend via de amanuensis, die hiervan administratie hiervan administratie voert. De genoteerde student blijft verantwoordelijk voor het geleende!
Men gelieve hieraan te denken als men de apparatuur aan kollega's doorgeeft!!

B. Hoe kom ik tot een lessenserie????

Deze vraag zal menig student zich wel eens hebben gesteld. Het navolgende beoogt daarbij enige morele en geestelijke steun te geven. Spontaan tijdens het piekeren over natuurkunde-didaktiek belooft deze methode een veel grotere reikwijdte te hebben, dan oorspronkelijk in de bedoeling lag. Zo zijn daar zeker ook mogelijkheden voor andere vakken en ook voor vele samenwerkingsvormen tussen studenten, studenten en docenten en docenten onderling. Om het een naam te geven heb ik het de "brainstorm"-methode gedoopt. Eerst zal een overzicht worden gegeven van de verschillende fasen waarin het proces verloopt en daarna zal een voorbeeld tonen, hoe recent in een PA-2 klas e.e.a. vorm kreeg. Hopenlijk bereikt deze wijze van publikatie vele belangstellenden. Deskundig kommentaar is dan ook van harte welkom.

- fase 1. keuze van het thema (onderwerp)
2. brainstormen over het thema; hierbij schrijven wij - recht voor zijn raap - alles op wat ons en anderen i.v.m. het onderwerp te binnen schiet.
3. structuur aanbrengen; herschrijven. Dit is de moeilijkste fase, daar hierbij inzicht en fantasie belangrijk zijn.
4. hoofdlijnen lessenserie + uitwaaiëren naar andere vakgebieden.
5. uitwerken van de lessen. Hierbij duidelijk 2 aspecten beschouwen: het rationele (ordering, kennis) het emotionele (expressie).

Bij het praktiseren noemde een PA-2 klas als thema: Het weer

2. brainstormen: dit leverde op: wind/wolken/regen/zon/hagel/sneeuw/gladheid/storm/mist/dikke jas/ijs/onweer/vakantie/jaargetijden/KNMI/weerballon/barometer/vochtigheid/thermometer.
3. structuur aanbrengen: bij het maken van combinaties bleken we eigenlijk onbewust te rangschikken naar jaargetijden. Dit als hoofdlijn nemende voor 4. kwamen we tot:
 - a. jaargetijden. Waardoor? (schuine stand aardas, aarde om zon)
Oude namen van maanden: louwmaand, wijnmaand, sprokkelmaand etc. Verband dus: maanden en werkzaamheden (vroeger en nu).
(Geschiedenis: vroeger sterk afhankelijk, nu veel minder: waarom?).
 - b. lente, voorjaar: wind/wolken/regen/zon
natuurkundige aspecten,
bio-aspecten: ontluiken natuur, planten/dieren.
 - c. zomer: zon/vakantie/onweer
alg. aardrijkskunde, rekenen: folders halen bij reisbureaus. Waar ligt Griekenland, waar ligt Rhodos. Wat kost een vliegreis voor vader, moeder en 2 kinderen voor 14 dagen? Hoe lang duurt de vliegreis? etc.
 - d. herfst: storm/mist: natk. maar ook: gevaar op de weg, op zee, radar.
 - e. winter: hagel/sneeuw/ijs/gladheid/dikke jas.
Dikke jas: kleding, vroeger, nu. Van dierenvel tot jacquet;
sneeuw/ijs: gletsjers Zwitserland. Eeuwige ijs, polen.
 - f. KNMI: wat, waar, hoe? Wat doen ze allemaal?
weerballon (waarom?), weerkaartje (krant, TV. uitknippen betekenis der symbolen, wat zijn de fronten etc.)
luchtdruk, barometer/thermometer/vochtigheid.

Het bovenstaande is in hoofdzaak rationeel.

Emotionele kanten: muziek: Die Jahreszeiten. Kleuren: welke kleur kies je bij welk seizoen? (sommige kinderen kiezen zwart bij: zomer!! Navragen waarom!)
Tekenen: eigen plaatjes laten tekenen en sorteren bij de seizoenen (ook voor de laagste klassen, kleuters!)

U ziet welke mogelijkheden naar voren komen. Terwijl U het overleest komen er beslist nog vele meer. De "uitwaaiering" naar andere vakken kunt U in de lessen verwerken ofwel verwerken in lessen die in eenzelfde periode worden gegeven. Door U of door een kollega. Ook tussen onderwijzers onderling kunnen hierover afspraken worden gemaakt.

Gaat U de lessen verder uitwerken dan zijn er nog legio mogelijkheden qua didactiese werkvormen etc. etc. Gebruik dokumentatie.

2.16. Praktikumboeken (Masschelein)

1. Uiterlijke kenmerken

In dit boek worden een vijftigtal proeven gebracht bestemd voor leerlingen die natuurkundeonderwijs volgen op de bovenbouw havo/vwo. De proeven zijn gerangschikt rond een aantal kernonderwerpen: mechanika, gassen en dampen, golven en trillingen, elektriciteit en magnetisme en moderne fysika.

Alle proeven zijn gedurende enkele jaren "beproefd" in het natuurkundepraktikum aan de Philips van Horne Scholengemeenschap in Weert.

2. Filosofie van een leerlingpraktikum bovenbouw

Verschillende ideeën en inzichten liggen ten grondslag aan de vormgeving en inhoud van het praktikumboek.

Vooreerst bestaat er nogal wat onderling verschil tussen leerlingen die in het voortgezet onderwijs natuurkunde volgen. Er bestaat een verschil tussen havo en vwo, er bestaat vaak een nivoverschil tussen leerlingen in hetzelfde schooltype, er bestaat verschil tussen de mavo/havo-instroom-leerlingen, en de eigen leerlingen: de eerste groep heeft vaak - en jammer genoeg - nooit praktisch gewerkt aan natuurkunde in de onderbouw.

Om deze verschillen op te vangen hebben we een aantal reeksen proeven gemaakt:

a. repetitieproeven

Deze proeven hebben de bedoeling stukken leerstof uit de onderbouw via het praktikum te herhalen.

Minder goede leerlingen, en instroomleerlingen kunnen op deze manier een zekere achterstand in de leerstof wegwerken.

b. standaardproeven

In deze proeven wordt een wet, een verband tussen grootheden die in de theorielessen aan bod gekomen is, in het praktikum nagemeten.

Deze proeven hebben de bedoeling vertrouwd te maken met het hanteren van de begrippen.

c. inzichtsproeven

Dit zijn proeven die het nivo van het technisch louter nameten overstijgen: in deze proeven moet de leerling zijn eigen inzichten kunnen hanteren, verbanden leggen tussen verschillende leerstofgedeelten, enz.

d. Tenslotte hebben we een reeks proeven ingelast waarvan het onderwerp buiten de strikte leerstofomschrijving valt.

In dit soort proeven kunnen betere leerlingen kennismaken met onbekende verschijnselen, waaraan ze naar eigen inzicht eventueel verder onderzoek kunnen doen.

De eigen ervaring heeft geleerd dat betere leerlingen deze mogelijkheid inderdaad op prijs stellen.

We hebben bewust vermeden het praktikumboek te schrijven als een soort 'kookboek' waarin de leerling van naaldje tot draadje kan lezen wat er precies te doen valt.

De beschrijving van de proef en de daarbijbehorende apparatuur is zo kort mogelijk gehouden. Door het stellen van vragen in de tekst proberen we én de nieuwsgierigheid van de leerling voortdurend te prikkelen, én de leerling voortdurend te confronteren met de fysieke achtergrond van de proef.

Om dezelfde reden hebben we bij elke proef een groot aantal opdrachten (en zelfs huiswerk) opgenomen.

De eigen ervaring heeft ons geleerd dat hierdoor een onderwijsrendement kan bereikt worden dat ver boven dat van theorielessen uitstijgt.

Een natuurkundepraktikum eist heel wat instrumentarium. Om deze reden vonden we het beslist noodzakelijk om een lerarenhandleiding naast de leerlingen-tekst te laten verschijnen.

In de lerarenhandleiding wordt naast aandacht voor methodiek en organisatie van het bovenbouwpraktikum dan ook een belangrijke plaats ingeruimd voor de instrumenten die voor elke proef nodig zijn. Bij elke proef wordt daarom apparatuur (en leverancier) aangeduid die voor de proef optimaal is.

2.17. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)

Aanvulling op de voorinformatie (zie 2.1.P).

De leerlingen kunnen vrij kiezen uit de beschikbare proeven. De proeven zijn elk met punten gewaardeerd, afhankelijk van de bewerkelijkheid en de moeilijkheidsgraad. De leerlingen moeten in een jaar een vooraf vastgesteld aantal punten behalen. Er wordt eenmaal per week aan het praktikum gewerkt.

In de eindexamenklassen wordt een gesprek over de uitgevoerde proeven gevoerd en wordt een cijfer vastgesteld dat voor een kwart het schoolonderzoekcijfer bepaalt.

2.18. Projektonderwijs en natuurkunde (Kath. Gelders Lyceum, Arnhem en Maaslandkollege, Oss)

Korte uiteenzetting over de doelstellingen en vervolgens over de werkwijze bij ons projektonderwijs.

Achtergrond van onze groep

Wij maken deel uit van een vakgroep natuurwetenschappen te Nijmegen (hoofdzakelijk leraren voortgezet onderwijs), waarvan ook leraren biologie en scheikunde lid zijn, onder andere met het doel elkaar te helpen bij het opzetten van projektonderwijs.

Deze groep bestaat ongeveer drie jaar.

De samenwerking binnen deze groep wordt door ons als zeer stimulerend ervaren bij het evalueren en vernieuwen van onze lespraktijk.

Doelstellingen van de vakgroep en hun achtergrond

Om u een indruk te geven van onze motieven volgen op de volgende bladzijde een aantal doelstellingen van ons projektonderwijs. Deze worden in onze projekten uiteraard niet zo schematisch gehanteerd en slechts bij benadering of gedeeltelijk geraliseerd.

Deze doelstellingen vormen wel het uitgangspunt van waaruit wij werken en komen voor een gedeelte voort uit onze onvrede met de normale lessen die we geven.

We proberen om datgene, wat in de normale lessen ontbreekt of zelfs wordt verhinderd, via projektonderwijs toch in te brengen.

Wat daarbij steeds terugkeert is een poging de leerlingen de samenhang tussen de vakken onderling en tussen kennis en maatschappelijke belangen te laten ontdekken, en dat vooral via groepswork en eigen initiatief. Hiervoor hebben we twee redenen:

- enerzijds om de leerling een situatie te bieden waarin zijn persoonlijk en zijn sociale vermogens uitgedaagd worden
- anderzijds, vanuit de overtuiging, dat werkelijk inzicht voorname-lijk wordt opgedaan als ze vanuit de eigen belangstelling zelf op zoek gaan en dan vooral in aanraking komen met mensen buiten de school.

Dit alles heeft ons gebracht op de vorm van het projektonderwijs, omdat die eigenlijk heel logisch op bovenstaande motieven aansluit.

Projektonderwijs

Ons doel

Met het projektonderwijs in de natuurkunde willen we:

- de scheidsmuur tussen school en samenleving proberen te doorbreken
- de leerlingen eigen onderzoek laten doen
- de klassikale concurrentie en de vakkenscheiding proberen te doorbreken
- de leerlingen konfronteren met:
 - = de rol van de natuurwetenschap in het dagelijks leven
 - = natuurkunde en maatschappelijke belangen
 - = deskundigheid tegenover zijn maatschappelijke achtergrond.

De leraar is veel meer begeleider dan deskundig leider.

Het leerproces zelf is zeker zo belangrijk als het resultaat, zowel voor leerling als leraar.

Werkwijze

Een projekt start met de keuze van een thema, waarbij de leraar de doorslaggevende rol speelt. Hij bepaalt onder meer de globale duur van het projekt.

Hierna wordt een groepsindeling gemaakt en door elke groep een onderwerp binnen het thema gekozen.

In deze eerste fase komen ook een aantal oriënterende vragen aan de orde, zoals:

- wat willen we van het onderwerp weten?
- hoe komen we aan de benodigde kennis?
- hoe presenteren we onze bevindingen aan anderen?
- hoe gaan we de beschikbare tijd indelen?

Vervolgens wordt door de verschillende groepjes de benodigde informatie verzameld.

Hierbij kan (1) worden geput uit kant-en-klare informatie uit boeken en folders, en kan (2) kennis zelf worden vergaard door:

- vraaggesprekken
- enkêtes
- ekskursies
- het opzetten van een eigen onderzoekje.

Wij geven de voorkeur aan deze 2e methode van informatie verzamelen, omdat hierbij de eigen ontwikkeling van de leerling veel meer aan bod komt en ze veel duidelijker gekonfronteerd worden met belangentegenstellingen.

In de laatste fase wordt verslag gedaan aan anderen en wordt de projektervaring met de gehele groep geëvalueerd.

Hierbij kan worden gedacht aan het maken van verslagen (is echter tijdrovend en wordt vaak een doel op zich), groepsdiskussies, simulatiespel, een forumavond met deskundigen (hierbij wordt een veel grotere groep bereikt en worden belangentegenstellingen verder uitgediept), een muurkrant, een schoolkrant, een tentoonstelling.

Enkele projektthema's en mogelijkheden voor samenwerking met andere vakken

Energie (met Nederlands, Scheikunde, Aardrijkskunde, Maatschappijleer)

Voedsel (met Biologie, Scheikunde, Aardrijkskunde)

Kommunikatie (met Maatschappijleer, Biologie, Nederlands)

Gas, water, elektriciteit (met Biologie, Aardrijkskunde)

Milieu (met Biologie, Scheikunde, Maatschappijleer)

Mogelijkheden en moeilijkheden bij projektonderwijs op school

Praktische moeilijkheden zijn natuurlijk talrijk: omdat de groepjes leerlingen nogal vrijgelaten worden in hun keuze van onderwerp en manier van informatie verzamelen, is het voor de leraar al meteen lastig om over iedere groep goed overzicht te hebben.

De enthousiaste leerlingen blijken allerlei onverwachte plannen te willen uitvoeren (opbellen naar de minister bijv.). Op dat uur blijkt juist de bibliotheek gesloten te zijn, een groepje leerlingen oordeelt dat ze een straatenkète moeten houden, of wil op bezoek bij het energiebedrijf. Kortom, tijd en ruimte blijken te beperkt te zijn.

Soms tonen schoolleiding en/of kollega's irritatie over het schijnbaar gebrek aan controle. Ook wekt irritatie het feit, dat het moeilijk zal zijn, en volgens ons zelfs ongewenst om individuele beoordeling van de resultaten te geven. Veel argumentatie over opzet en werkwijze blijkt nodig.

Ook zal het duidelijk zijn, dat in het huidige schoolsysteem een projekt nooit de hoofdmoot van het onderwijs kan vormen. Wel merken wij steeds weer dat de andere werkwijze doorwerkt in de "gewone" lessen. De projekten duurden bij ons minimaal 8, maximaal ca. 15 lessen, en zijn met allerlei klassen gedaan, van 2 havo tot 6 vwo op 4 verschillende scholen.

Kortom: de andere opzet kost nogal wat ekstra energie en geeft ekstra problemen. Blokuren bijvoorbeeld, zijn gewenst. Op sommige scholen wordt

hiermee al rekening gehouden. Samenwerking tussen de vakken is eigenlijk ook gewenst.

Verschillen met andere opvattingen over projektonderwijs

Uit het voorgaande is hopelijk duidelijk geworden, dat het onze bedoeling niet is om de leerstof in een modern jasje aan de leerlingen aan te bieden. Wij vinden het integendeel van groot belang dat de leerlingen eens een keer eigen leerstof en werkwijze zelf kunnen kiezen. De leraar geeft alleen beperkingen door de (ruime) themakeuze en tijdsduur. Daarbinnen wordt de leerlingen zoveel mogelijk vrijheid gelaten. De door sommige kollega's geuite verwachting dat leerlingen wel misbruik van deze vrijheid zullen maken, blijkt praktisch nooit uit te komen.

Vragenlijst voor het evalueren van projecten

Bij het evalueren van onze projecten maken we gebruik van onderstaande vragenlijst.

Het doorlezen van deze vragenlijst geeft waarschijnlijk een reëler beeld van wat zich tijdens een projekt kan afspelen.

Voor ons heeft deze vragenlijst als functie om kritisch te blijven staan tegenover onze eigen activiteiten.

- I. Korte situatieschets plus chronologisch verslag.
Wat voor klas, welk(e) vak(ken), aantal leerlingen, aantal begeleiders, aantal uren per week, samenwerking met andere vakken, heeft klas al eerder in projektvorm gewerkt.
- II. Bij de volgende vragen wordt uiteraard steeds een goede motivatie bij elk antwoord verwacht.
 - a. Hoe ben je aan het thema voor het projekt gekomen?
Praat je met de leerlingen waarom je een projekt gaat doen?
 - b. Is er vooraf in en met de klas een discussie geweest over wat de doelstellingen van het projekt zijn?
Waar werd naar toegewerkt?
 - c. Hoe werden de groepen geformeerd?
 - d. In welke fase is dat gebeurd?
Hoe groot waren de groepen?
Hoe was de samenstelling (jongens/meisjes)?
 - e. Had elke groep één thema of werd er met de hele klas aan één thema gewerkt? Waarom? Hoe zijn de groepen aan hun thema gekomen?
 - f. Is er over de onderwerpen vooraf in de klas lesgegeven?
 - g. Heb je jezelf van te voren verdiept in het onderwerp, om in te kunnen springen wanneer dat nodig is?
Hoe heb je dat gedaan?
 - h. Hoe zijn de leerlingen aan informatie over de onderwerpen gekomen? (via lesboeken, andere boeken, folders, kranteknipsels, brieven, interviews, films, jezelf of andere begeleiders, akskursies, anderszins).
 - i. Was het materiaal (de informatie) bruikbaar?
Wat hebben de leerlingen er mee gedaan?
 - j. Op welke wijze hebben de groepen gewerkt en gefunctioneerd? (groepsprocessen, wisseling van samenstelling van de groepen).
 - k. Was er sprake van samenwerking tussen de verschillende groepen?
Wist men van elkaar wat men deed?
Had men interesse voor elkaars werk of was er alleen maar zakelijke samenwerking?
 - l. Welke positie nam je zelf t.o.v. de groepen en de groepsprocessen?
 - m. Zijn er klassediskussies geweest over de voortgang van het projekt?
Gebeurde dit spontaan of opgelegd?
 - n. Hoe hebben de leerlingen hun ervaringen, gegevens, enz. aan elkaar gepresenteerd? (bv. via plakkaten, verslagen, tekeningen, groeps-

- gesprekken, geluidsbandjes) Is er een soort boekwerk gemaakt?
- o. Is er in de klas gediskussieerd over de beoordeling van het projekt?
Wilde de leerlingen cijfers, een uitspraak over verschil in inzet?
- p. Is er met de klas geëvalueerd?
Is daarbij een vragenlijst gebruikt?
Hoe verliep de samenwerking met andere leraren?
(overleg vooraf, evaluatie, bijwonen elkaars lessen).
- q. Zijn er discussies geweest over maatschappelijke konfliktpunten?
Zo ja, kies je hierin zelf partij?
Heb je geprobeerd ze aan te zwengelen?
Leende het onderwerp zich daarvoor?
Hoe reageerden de leerlingen daarop?
- r. Is de schoolsituatie onderdeel van discussie geworden?
- s. Zie je verschil in betrokkenheid van de leerlingen onderling bij de problemen van q en r?
Is er een verandering opgetreden in de houding van de leerlingen t.o.v. deze problematiek tijdens het projekt?
Is er verandering gekomen in de situatie in de klas t.o.v. jouw manier van lesgeven en jouw relatie tot de leerlingen?
- t. Is er een vervolg van het projekt geweest?
(bijv. via stencils, schoolblad, tentoonstelling, naar de ouders toe, forumdiskussie).
- u. Was er een mogelijkheid voor geïnteresseerde leerlingen om op een andere manier door te gaan? (bijv. een werkgroep op school).
- v. Zijn er reacties gekomen van andere leraren, andere leerlingen, de schoolleiding, ouders, geïnterviewden, bedrijven waar men op bezoek geweest is e.d.
- w. Hoe zat het met de faciliteiten op school?
Gebruik telefoon, stencillen, roosterwensen, financiële vergoedingen voor ekskursies, toestemming voor ekskursies, eigen lokaal, mensen van buiten de school in de klas halen (sprekers, extra begeleiders).
- x. Wat is het samenvattend oordeel van de begeleiders?
Wat is er van de doelstellingen terecht gekomen?
Eventuele suggesties.
- y. In hoeverre voldeed deze vragenlijst?

III. Overzicht van de gebruikte literatuur en andere hulpmiddelen

Andere manieren, waarmee wij proberen dezelfde doelstellingen te realiseren

1. "aktualiteit in de klas"
Geef groepjes leerlingen opdracht om in een bepaalde week wat berichten te verzamelen die verband houden met natuurkunde.
Hang ze op het prikbord en bespreek ze.
2. huis, tuin en keukennatuurkunde
Sommigen van ons hebben via een oproep in de schoolkrant een verzameling verouderde en/of kapotte huishoudelijke apparatuur verzameld, die gebruikt wordt bij demonstraties en dergelijke.
3. deelname aan het "NASA"-projekt ("natuurkunde in de samenleving" van de V.U.), dat, zoals bekend nog in voorbereiding is en bedoeld is als een der keuzegroepen in de hoogste klassen vwo.
4. deelname aan een projekt "kernwapens" van het polemologisch instituut te Groningen, dat bedoeld is voor de middenklassen, en voor samenwerking met bijvoorbeeld geschiedenis of aardrijkskunde.

Op de Woudschotenkonferentie is ons gebleken, dat er een flinke groep leraren geïnteresseerd is in wat wij naar voren brachten. Dit resulteerde in een lijst van personen die zich opgaven als geïnteresseerden in projekt-onderwijs en die op de hoogte wilden blijven van onze activiteiten.

Mede door de geografische spreiding lijkt het ons niet zinvol om snel bij elkaar te komen, We hebben wel het plan om op het eind van het schooljaar een bijeenkomst te beleggen, waarop doorgepraat kan worden over de diverse ervaringen op het projektterrein.

We zullen deze bijeenkomst aankondigen in het blad van het NVON en Faraday.

De personen die zich op de konferentie hebben opgegeven, krijgen binnenkort nadere informatie.

Andere belangstellenden kunnen bij de onderstaande kontaktpersonen terecht.

Kontaktadressen voor meer informatie:

Rien van Domburgh, Stijn Buysstraat 39, Nijmegen, tel. 080-229901

Jan-Willem Lakamp, Daalseweg 215, Nijmegen, tel. 080-226231

Arnoud Pollmann, Weezenhof 80-24, Nijmegen, tel. 080-446897

Literatuur over projektonderwijs

Projektonderwijs, afleren en aanleren, van Theo Jansen en Anne-Ruth van Kammen, Uitg. Muusses, Purmerend

Voedsel op school, van thema tot projekt, van Onno de Jong e.a. in: Faraday, december 1976

Natuurwetenschappelijk onderwijs in schoolprojekten, Onno de Jong in: Revoluon, november 1976

Projektenbank, Wüstelaan 80, Santpoort, tel. 023-377882

Polemologisch Instituut, Rijksstraatweg 76, Haren, (Groningen)

Projekt kernwapens.

2.19. Praktikuminstructies (Chr. Lyceum "Dr. W.A. Visser 't Hooft", Leiden)

Van wie: Sekties natuurkunde van het Chr. Lyceum "Dr. W.A. Visser 't Hooft te Leiden, en van haar dochterscholen Chr. Scholengemeenschap "De Vlietschans" te Leiden en de Chr. Scholengemeenschap Atheneum-Havo te Katwijk (Z.H.).

Voor wie: vwo en havo.

Met welk doel: Praktikum en zonodig uitbreiding en/of verduidelijking van theorie. De opzet was om naast de gebruikte theorieboeken (Drs. F. Jägers - Natuurkunde voor onderbouw en vwo, Drs. J.W. Middellink - Systematische natuurkunde voor bovenbouw havo) een praktikum leergang te maken, die enerzijds aansloot bij de gebruikte boeken, anderzijds voldoende flexibel was om een wijziging in de volgorde aan te brengen. De praktikuminstructies moesten voor de onderbouw een zodanige vorm hebben dat ze tegelijkertijd konden dienen als verslag van het praktikum.

Welk materiaal: Losse stencils, die in een praktikumles worden uitgedeeld, en door de leerlingen in een mapje worden bewaard. Voor klas 2 over metingen, krachten, vloeïstoffen en gassen (Een 20-tal stencils); voor klas 3 over warmte, elektriciteit en licht (25 stencils); voor de bovenbouw 12 proeven over diverse onderwerpen.

Kontaktadres

Drs. J. de Kogel
Aert van Neslaan 525
Oegstgeest - 2407, tel. 071-156179.
School: Chr. Scholengemeenschap Atheneum-Havo
Prins Frederikdreef 15
Katwijk, tel. 01718-16342.

2.20. Syllabus mechanica en diversen (S.G. Snellius, Amstelveen)

Naast de "traditionele" manier van lesgeven en praktikum doen, wordt op de S.G. Snellius gewerkt met een keuze-praktikum. Hiervan is voornamelijk de werkwijze origineel. De proeven, die gedaan worden zijn meestal overbekend. Het systeem is dan ook te doen met elke methode met een ruim aanbod van proeven, vooral als deze proeven niet al te vast aan een doorlopende tekst gebonden zijn. (Bijvoorbeeld "Door werken tot weten" van Zandstra c.s., "Doen en denken" van Kelder c.s., praktika van Breukhoven, proeven van Moderne Natuurkunde zeer goed bruikbaar.)

Voor het opzetten van het Snellius-praktikum zijn de proeven meer "verzameld" dan programmatisch opgeschreven. Enige ideeën van leraren zijn uitgewerkt tot "eigen" proeven en op multoblaadjes afgedrukt. Soms worden opdrachten pas na gesprekken met leerlingen geformuleerd. Het laatste betekent, dat van sommige proeven nog steeds geen (uniforme) tekst is gemaakt.

De werkwijze komt hier op neer:

- Gedurende de tijd, die normaal gereserveerd wordt voor een onderwerp (Elektriciteit en Magnetisme, Licht, Mechanica) is er per week steeds minimaal één vrije praktikumles. (Dus b.v. een half jaar lang elektriciteit, drie maanden licht, enz.) Alle proeven worden als één blok aangeboden door middel van een opdrachtenformulier.
- Bij de proeven en opdrachten worden onderscheiden:
 - beginproeven: kunnen gedaan worden zonder speciale voorkennis
 - vervolgproeven: sluiten aan op voorgaande proeven
 - verplichte proeven: moeten vóór het eind van de periode zeker eens gedaan zijn
- Eisen voor de leerlingen zijn:
 - + iedereen moet bezig zijn, maar tempo kan men zelf bepalen
 - + beginnen met willekeurige beginproef (volgorde verder vrij)
 - + als een proef af is, moet uiterlijk bij het begin van de volgende praktikumles een verslag ingeleverd worden.
(Verslag: leesbaar opgeschreven aantekeningen zijn voldoende; het verslag (op multoblaadjes) wordt door de leraar gekorrigeerd op fouten. Geen beoordeling van verslag, hoogstens aantekening als stimulatie)
 - + proeven worden "overhoord" op repetities (zie hieronder)
 - + na de hele periode moeten minimaal 6 proeven af zijn (aanbod van 20 proeven per onderwerp is ruim genoeg: gemiddeld zijn 8 proeven af, recordhouders komen tot 14 proeven)
- Bij elke proef is een groot aantal proefwerkvragen verzonnen. Tijdens de repetities (meestal drie per periode) zijn steeds twee vragen zogenaamde "praktikumvragen". (Omdat de leerlingen verschillende vragen krijgen, zijn de praktikumvragen op losse stroken geknipt).

Voordelen van de werkwijze:

- Met weinig materiaal (o.a. demonstratiemateriaal) kan een gevarieerder aanbod van proeven worden gedaan, dan met een praktikum, waarbij iedereen dezelfde proef doet.
- Leerlingen leren om zichzelf te (be)helpen. Het is gewoon, dat niet alles voorgekauwd wordt.
- "Ongemerkte" differentiatie naar niveau, tempo en belangstelling mogelijk.
- Het blijkt, dat de leerlingen bij deze werkwijze veel beter gemotiveerd zijn voor, het vak natuurkunde, en ook zelf initiatieven gaan ontwikkelen.

Mogelijke nadelen:

- Methode niet universeel bruikbaar: onderwerpen als "gassen" in de tweede klas lenen zich er niet zo erg voor (proevenaanbod te gering, te weinig variatie)
- Het(gemiddelde) tempo is vaak nogal laag (een leraar, die wil "opschieten", zou het geduld kunnen verliezen)
- Vrij veel voorbereidingstijd nodig (proeven verzamelen, opdrachten formuleren, proefwerkvragen bedenken, verslagen lezen, enz.).

Overzicht van ontwikkeld materiaal:

2e klas: alleen nog maar een aantal losse proeven (extra) beschikbaar ("traditioneel" praktikum met proeven uit het boek en enige "eigen proeven", zie o.a. proef P 3 over "krachten I").

3e klas: keuzepraktikum voor de onderwerpen elektriciteit en magnetisme (opdrachtenformulier E O) licht (opdrachtenformulier L O).

4e klas: keuzepraktikum mechanica in ontwikkeling (bij werkwijze in 4-vwo zijn de opdrachten uitgebreid met theoretische opdrachten, zoals literatuuronderzoek, problemen oplossen (de ouderwetse vraagstukken), zodat uiteindelijk alle lessen op een enkele kollege-achtige doceerles na, in de werkwijze geïntegreerd kunnen worden.)

Aanwezig op "Woudschoten":

- Diaserie : "leerlingen aan het werk bij keuzepraktikum elektriciteit"
- Een aantal proefbeschrijvingen
- Eén dokumentatiemap met proefwerkresultaten
- Instrumenten en apparatuur voor een enkele proef (P 3: Krachten I, E 1: Elektrische circuits, L 15: Kleurfilters)

Beschikbaarheid voor belangstellenden:

Uit het bovenstaande blijkt, dat wij vooral een werkwijze aanbieden. Die is gratis beschikbaar. Van de proefbeschrijvingen op de tafel mag U een exemplaar meenemen (zolang de voorraad strekt). Voor materiaal, dat niet op de markt aanwezig is, kunt U contact opnemen met P. Wippoo (tel. 020-458940).



DEEL 3: *Materiaalvoorbeelden*

	blz.
<u>INHOUD</u>	
3.1. PLON	119
3.2. DBK-VU	125
3.3. Mavo-project	132
3.4. Ioniserende stralenproject	138
3.5. Leerlingenexperimenten bovenbouw	141
3.6. Moderne Natuurkunde	145
3.7. Fizzix	147
3.8. Groepsonderwijs (Vituscollege, Bussum)	149
3.9. Beginonderwijs Fysica	152
3.10. Leer- en werkbladen onderbouw (O.S.G. Emmen)	156
3.11. Mastery Learning (S.G. v. Oldenbarnevelt, Rotterdam)	163
3.12. Handleiding Natuurkunde (Zwaan)	173
3.13. Praktikumboeken (Masschelein)	176
3.14. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)	181
3.15. Praktikuminstrukties (Chr. Lyceum "Dr. W.A. Visser 't Hooft, Leiden)	182
3.16. Syllabus Mechanica en diversen (S.G. Snellius, Amstelveen)	185

3.1. lieve Plon,

wat leerlingen en leraren ons schreven

Na verloop van tijd vertelde onze leraar dat we nu eigenlijk nog wat 'speelden' maar dat dat in de 3^o klas wel anders zou worden. Nu ik dan in de 3^o klas zit en natuurkunde heb vind ik het nog steeds erg makkelijk. Ev ik heb met mijn groep het onderdeel "Bouwen en Wonen". Wel leuk, maar wat er nu voor natuurkundigs aan zit? Maar ja het zal na verloop van tijd wel moeilijker worden. Mijn conclusie na 1½ jaar is dat het denk ik leuker is dan een boek.

Juanne vld Spekt
Chr. Mauo
De Rier

Frits vld Wel.
2 H 2
Herlog-Jun college

....Nadat we onze mappen hadden mochten we groepjes vormen. Het is erg leuk om in groepjes te werken. Toen we de proeven mochten kiezen hadden we wel een beetje ruzie. De één wou dit en de ander dat. Er waren erg leuke onderwerpen bij.De proeven waren erg makkelijk, je zou ze zo kunnen invullen, hoewel er toch altijd dingetjes waren die je niet wist. De teksten vind ik wel een beetje kinderachtig geschreven, maar het voordeel daarvan is dat je alles goed begrijpt zonder moeilijke woorden.....

.. Met een glimlach lenk ik terug aan de tijd dat we overtuigd van eigen kunnen onze visie gaven op het PLON-materiaal... Van een ding waren we wel zeker, namelijk dat we gewoon moesten beginnen en dan onderweg proberen de problemen op te lossen. Enfin, Sjaak (de amanuensis) zorgde voor het materiaal. Het kabinet stond bol van de bakjes en kistjes met rollen draad en ijzerstaven. We konden beginnen. Vanaf dat moment heb ik ze bijna alleen nog maar aan het werk gezien. Of ik nu 5 minuten de klas uit was of niet, ze misten me niet, maar zagen me ook niet staan. Voor het opzoeken van een paperclip was ik nog juist goed genoeg. Tijdens een van de PLON-lessen komt een meisje met een staaf ijzer bij me: "Meneer, wat is dat?". Ik heb eens op mijn hoofd gekrabd en ben toen naar m'n collega gestapt.....

Ric Eeken
Herlog Jun College

IK BEN BEZIG MET GELUID, IK VIND DAT HET INTERESSANTSTE THEMA WAT IK TOT NU TOE HEB GEHAD, JE WORDT HELEMAAL AAN JEZELF OVERGELATEN, EN HET WERKEN MET DE OSCILLOGRAAF, TOONGENERATOR, MUZIEKLEVEL, DAT PAST ER PRECIES ALLEMAAL BIJ, NA SCHOOLTIJD WERK IK ER SOMS OOK WEL EENS AAN, OM MEER DINGEN TE ONTDEKKEN, MAAR ALS PLON ALLEMAAL VAN ZULKE THEMA'S ZOU HEBBEN VIND IK HET EEN GOED EN GESLAAGD PROJECT,...

*Leerling
Chr. mavo. school.
Harichave.
klas 3c
Raymond Valkhoud*

...Schaduw en lichtbeelden waren de allerleukste werkbladen, omdat we hier eigenlijk niets van afwisten en plotseling zelf een heleboel ontdekten wat we nog niet wisten.

Enkele dingen die ik niet zo goed vind zijn:

1.a.

De tijd om de proeven te doen is te kort (we kwamen maar met één proef op tijd klaar in de daarvoor te besteden tijd.

b.

Als we een proef klaar willen krijgen moeten we onze groep in tweeën verdelen, de proeven onder elkaar verdelen en dan maken. Naderhand zijn alle proeven gedaan en hebben we geen tijd meer om ze samen te bespreken of proeven over te doen die de anderen niet precies snappen. Wij schrijven het dan maar van elkaar over, wat natuurlijk niet de bedoeling is.

2.

Dat je maar 4 van de 8 proeven doet, terwijl je ze wel allemaal moet kennen. Een andere groep vertelt je natuurlijk wel over hun werkbladen, maar dat loopt meestal uit de hand, zodat niet alle dingen duidelijk zijn. Als de werkbladen voor de klas besproken worden, gaat het beter doordat niet iedereen door elkaar praat maar luisterd. Je zou eigenlijk alle 8 de werkbladen moeten kunnen maken.

3.

Je doet je proeven en schrijft ze in je map op, maar je weet niet zeker of het goed is; dus je zou iets fout kunnen leren.

Ik vind het leuk dat we:

1. in groepen werken, de één ontdekt wat en de ander denkt er verder over na en zo kom je tot leuke conclusies

2. soms een bespreking houden met heel de klas

3. niet alles uit boeken hoeven te leren maar zelf de eindconclusies kunnen vinden.....

*Margit Knipscheer
2A2
Herby Ja College*

EEN GREEP UIT HET ONTWIKKELDE PLON-MATERIAAL

DE DRUK VAN DE LONGEN

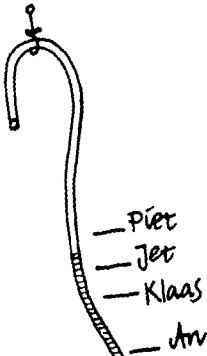
Om te weten hoe groot de druk is die je longen kunnen leveren, kun je de volgende proef doen.

Je hebt nodig:

- een fles
- een kurk met 2 gaten
- glazen buisjes
- hermann

PROJEKTBLAD 3

In de komende lessen ga je je bezig houden met deze toepassingen van metalen. Daarvoor ga je een tentoonstelling over metalen (T.O.M.) inrichten voor je klassenoten. Er zijn drie onderwerpen voor deze tentoonstelling. Je kunt zelf kiezen met welk tentoonstellingsonderwerp je bezig wilt zijn. De onderwerpen zijn:



LUCHT EN TRANSPOR

PROJEKT 3
INLEIDING

Om hier wat over te weten te komen kun je je bezighouden met samengeperste lucht kun je een prima luchtkusservoertuig maken. Het woord zegt er voor dat het voertuig niet over de grond hoeft te glijden maar er vlak lijft.

PROJEKTBLAD 7.

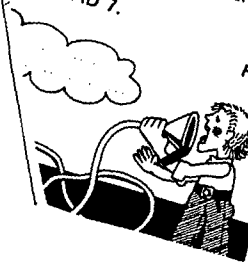


FIG. 4

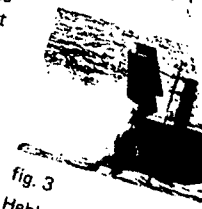


fig. 3

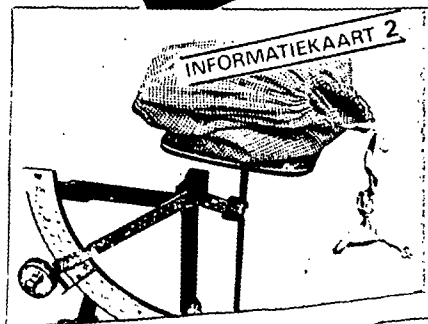
☆ Hebben lucht en geluid iets met elkaar te maken? Misschien weet je niet zeker, maar kun je dat veronderstellen? Dan moet je allerlei plannetjes bedenken die zou kunnen uitproberen.

HOE ZWAAR ZIJN METALEN

Metalen zijn niet alle even zwaar. Sommige zijn zelfs zo licht dat ze in water drijven. Voor de zwaarte van de metalen wordt de dichtheid gebruikt. Om een idee te krijgen van de zwaarte van een stuk aluminium 2, kun je het zwaar al:

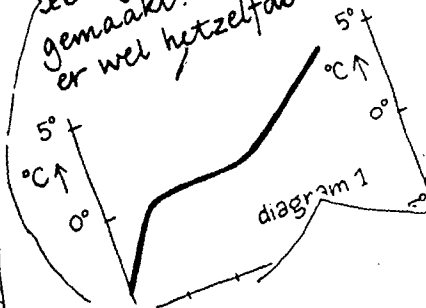
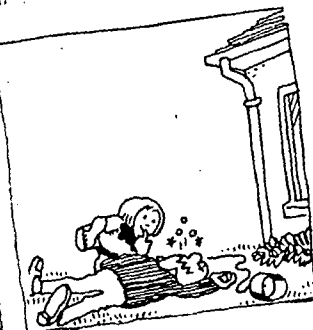
Beste jongens en meisjes,

Ik heb de proeven die jullie gemaakt hebben met de thermometer en de smelter gedaan. Ik weet niet of jullie het ook hebben gedaan. Kijk maar eens naar de proef die ik heb gemaakt. En twee keer heb ik het zelfde uit zo



Alle dingen hebben een gewicht (= zwaarte) en het is erg prettig als je dat zou kunnen meten. Bij de groenteman gebeurt dat al: "... een kilo appels, alstublieft ...". Mensen die willen vermageren staan elke dag op de weegschaal.

Dat wegen gebeurt dan met een weeginstrument. Er zijn heel veel weeginstrumenten: personenweegschaal, brievenweger, baskule, huishoudweegschaal, weegbrug. Alle weeginstrumenten hebben een...



EVENINGEN
OOR
AREN!

GELUIDS/DIA SERIE



met de PROJEKTBLADEN 5 EN 6.



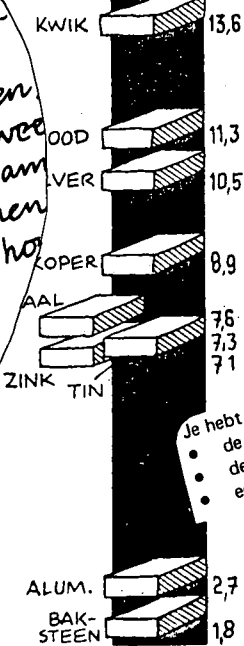
Hovercraft uit: Archimedes 10/3
s met elkaar te maken?
wat je moet kiezen. Je
lucht en geluid wel
denken hoe je dat
ETALEN!

maal „loodzwaar”. Enkele me
ze op het water drijven, maar die
allemaal heel snel door lucht en
r gewone gebruiksvoorwerpen zijn
ardere metalen.
etalen die je kent is ook nogal ver-
ee te geven een paar voorbeelden.
o groot als een baksteen is ongeveer
die van die

aan hebben over
en koken zelf ook
ie alles al duidelijk

.....
volgende diagrammen
van dat smelten twee
eer heb ik een diagram
die twee diagrammen
den zien, maar nee ho

stoets



Je hebt nodig:
• de kassettefilm en een vloed
• de kassetteprojector (zie werkkaart 5)
• een klein projectiescherm

Een Eerste Verkenning in de Natuurkunde

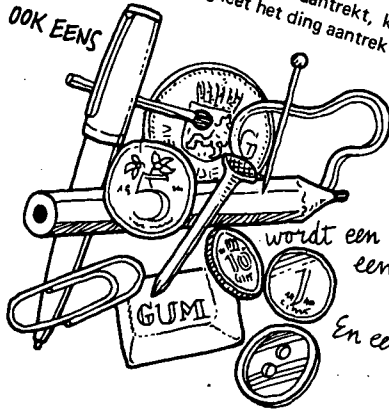
van **LEES DOE MAGNETEN**

TREKT EEN MAGNEET ALLES AAN?

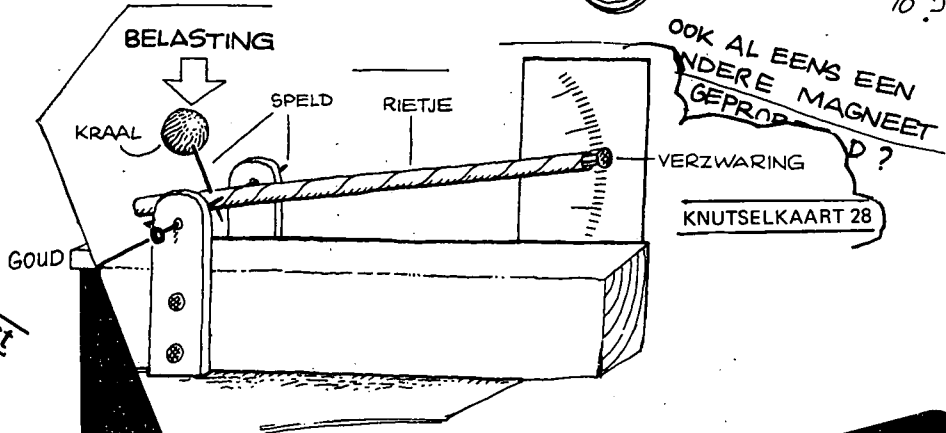
Om uit te zoeken of een magneet zomaar alles aantrekt, kun je een heleboel verschillende dingen verzamelen en steeds proberen of de magneet het ding aantrekt.

PROBEER OOK EENS
JE BRIL
JE VINGER
JE HAREN
JE TRUI

trekt een
magneet
water aan?



wordt een cent, een stuiver,
een gulden aangetrokken?
En een briefje van 10?



OOK AL EENS EEN
ANDERE MAGNEET
GEPROEVD?

KNUTSELKAART 28

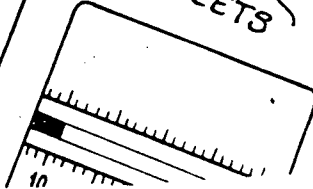
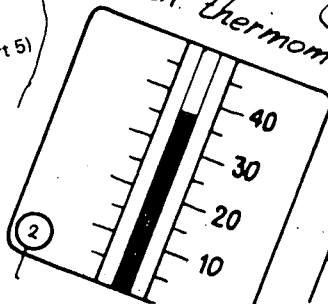
FILMS



DEMONSTRATIEWERKBLAD 6

Opdrachten. thermometer

OVERHEAD-SHEETS



... Opmerkingen als: 't was leuk 't was leerzaam; zijn niet of nauwelijks van waarde voor de toehoorder. Toch spreek ik mijn oordeel over PLON 75/76 uit als: 't was leuk 't was leerzaam.....

.....Ik strooi maar wat kreten: groepswerk, open opdrachten, zeer onconventioneel, practicum, verslaggeving aan de klassen door de groepen, eigen inbreng van de 11'n aan het practicum, verlost van problemen een cijfer te moeten geven, niet langer natuurkunde geven die uitsluitend anticipeert op het eindexamen.....

.... Het gebrek aan zicht op de prestaties van het individu. Hoe onhandig is toch de gemiddelde leerling met gangbaar gereedschap als zaag, boor, tæclubrander. Leerlingen die rustig door de practicumtafel heen zagen bij houtverwerking. Oh, dat overkwam U nooit! Zeker weinig gezaagd in uw leven.....

.....De interesse bij mijn collega's. De jalouzie bij de collega's (en jalouzie is hier een overtrokken woord maar er is geen beter).....

...Als ik nu, oct.'76, naar die huidige derde klassen kijk bij practicum-beoefening scheikunde, want dat geef ik ook, dan blijkt mij een enorme vergroting van de zelfstandigheid in aanpak en in kijken naar het experiment.....

TH. SMILDIGER.

...Ik heb in de afgelopen anderhalfjaar geleerd, dat het vaak goed mogelijk is met goed materiaal leerlingen zelf problemen te laten oplossen. Moeilijker is het zelf ontdekken van een probleem. Maar is het probleem er eenmaal dan wordt de oplossing vaak ook wel gevonden. Erg belangrijk zijn voor mij de ervaringen met het groepswerk. Vooral wanneer leerlingen daar eenmaal mee vertrouwd zijn geraakt is het een zeer positieve ervaring te zien hoe zij samen kunnen werken en hoe ze elkaar tot steun zijn. Ook de verslaggeving aan de klas (door leerl.) over gedane experimenten is een waardevol bestanddeel van de lessen geworden.....

.....Natuurlijk zijn er momenten waarop je in moet grijpen, omdat een groep dreigt vast te lopen. Maar in het begin deed ik dat te vlug. Nu vragen de leerlingen ook minder vaak wat aan mij. De aanvankelijke indruk (mijn hoofd loopt om, want massa's leerlingen hebben we wat te vragen) is wel sterk gewijzigd. Het is ook verwonderlijk wat leerlingen aan organisatievermogen kunnen leren. Hun zelfstandigheid is ook hierbij duidelijk toegenomen. Moeite heb ik nog wel met het feit, dat het "geleerde" zo moeilijk afvraagbaar is. De beoordeling van de individuele leerling is daardoor een probleem.

Samenvattend: de ervaringen van de afgelopen anderhalf jaar had ik niet graag willen missen. Ik heb er beslist zelf van geleerd. Daarom zal ik me ook zonder bezwaar in de komende anderhalf jaar storten.

Dick Hobo

....Dat er keuze is, is wel leuk. Maar aan de verplichte werkbladen is meestal niks aan. Wij vinden dat de leraar meer mee moet werken, want nu kun je dingen verkeerd opvatten. De Tentoonstelling Over Metalen, TOM, is wel een leuk idee, maar er is te weinig tijd voor om te bespreken hoe je de dingen aan moet pakken, daarom denk ik dat het in de soep gaat lopen. De titel van het Werkblad zegt meestal niet veel. Je bent haast nooit zeker en het moet eigenlijk op één of andere manier gecontroleerd worden. Het is goed dat er een amanuensis is, want die kan je assisteren. Er moet ook goed materiaal aanwezig zijn (veren). Je moet ook kunnen lachen. De knutselkaarten zijn leuk, maar je hebt er vaak geen tijd voor.....

Hartelijke groeten, Caro en Marleen

.... Sommige werkbladen slaan nergens op, omdat je er niets of niet veel van leert. Je bent er niet zeker van dat je antwoord goed is en dat wordt meestal niet gecontroleerd.....

..... De PLON maakt leuke tekeningen; die tekeningen zijn wel duidelijk. Soms snap je de vragen niet (logisch). De leerlingengids wordt meestal niet gebruikt. De knutselkaarten zijn een beetje overbodig, want daar heb je zowat geen tijd voor.

Samenvatting: de PLON is wel goed maar, als ze er iets aan verbeteren zodat je meer leert, is het PLON nog beter.....

Dag, Marco+Hans

Het logisch doorzetten van het groepswerk in de cursus werkt op zich net zo min positief of negatief als het konsekvent hanteren van een andere werkvorm. Een verschil echter ten opzichte van bijvoorbeeld doceerlessen is dat een zich duf voelende klas, of op dat moment niet tot activiteiten geneigde klas, zich niet kan terugtrekken op een "passieve luisterstelling". De inzet en de aktiviteitendrang van de groep is veel duidelijker zichtbaar; het werkklimaat en het werktempo is, bij ons in ieder geval, aan grote schommelingen onderhevig. Het hanteren van zulke schommelingen (door enthousiasmeren en afremmen?) is voor ons een (nog?) niet opgelost technisch probleem.....

...De leraarsrol, of lesstijl zo u wilt, is tot onze verbazing veel minder uniform dan wij bij de voorbereiding van dit schooljaar hadden gedacht. Voor dit schooljaar ontliepen de lesstijlen van ons beiden elkaar niet zoveel - wij gebruikten de leerboekenserie van Auer en Hooymayers - en we namen als vanzelfsprekend aan dat dat ook nu met het PLON-materiaal zo zou zijn. Maar bij de kanalisering van het werktempo van de leerlingen en het bepalen van de diepgang van de leerstof blijkt een groot verschil te ontstaan in werkwijze; één van ons tweeën probeert het zuiver individueel te doen, terwijl de ander het voornamelijk klassikaal probeert vast te leggen.....

.....Misschien komt dat omdat de leerstof wordt opgebouwd vanuit voor de leerling bekende verschijnselen en streeft naar voor de leerling relevante (of relevant geworden) kennisvermeerdering. In de groep wordt elke leerling op de gezamenlijke 'leerweg' meegenomen; het controleren of iedereen ook het doel bereikt en het uitstippelen van mogelijke wegen om het alsnog te bereiken is de leraarstaak in de groep. Die relevant gemaakte kennisvermeerdering kan de leerling zich eigen maken in zijn eigen taal. Pas daarna wordt aansluiting gezocht (voor sommigen pas verderop in de cursus) bij de formele taal van het natuurkundeboek van vroeger.

Het leergesprek dat wij als leraar voeren met een groep, proberen we te laten beginnen op het taalniveau van de leerling en eindigt alleen op een formeel of abstract niveau als de leerling die stap maakt. Door die werkwijze hebben wij als leraar van zo'n leergesprek vaak evenveel geleerd als de leerling; geleerd hoe je een voor de leerling onjuiste of onlogische denkstap kunt opdelen tot de barrière is geslecht.....

.....Het 'iets-geleerd-hebben' is voor de meeste leerlingen een heel belangrijke zaak. Veel leerlingen hebben het daar op dit moment moeilijk mee, ofwel omdat ze hun 'leerwinst' duidelijk voor zich willen zien, ofwel omdat ze bang zijn iets verkeerd of maar half geleerd te hebben.

Merkwaardigerwijs heeft dat geen enkele invloed, tot op dit moment, op de inzet en het tempo van de leerlingen; zij hebben sterk het gevoel dat die klacht meer voorkomt uit een onzekerheid, die door de afwijkende werkvorm wordt versterkt. (Illustratief zijn de leerlingcommentaren)

Niet onvermeld mag blijven, dat wij veel plezier beleven aan het lesgebeuren; zowel door de onverwachte problemen als door de onverwachte mogelijkheden. En wat het plezier van de leerlingen betreft, dat is zeker niet minder geworden.

3.2. DBK-VU

Materiaalvoorbeelden van dit projekt werden reeds opgenomen in het Woudschoten-verslag van vorig jaar.

Belangstellenden worden hierna verwezen. Materiaal kan ook ter lening worden aangevraagd op het kontaktadres van het projekt.

Een globaal overzicht van stukjes materiaal voor DBK treft men hierbij aan. Naar dit materiaal werd verwezen in het artikel van C.Mulder in 1.7.

INFORMATIE OVER DE NATUURKUNDE LESSEN NA DE INTRODUKTIEPERIODE

Aan de leerlingen van de tweede klassen.

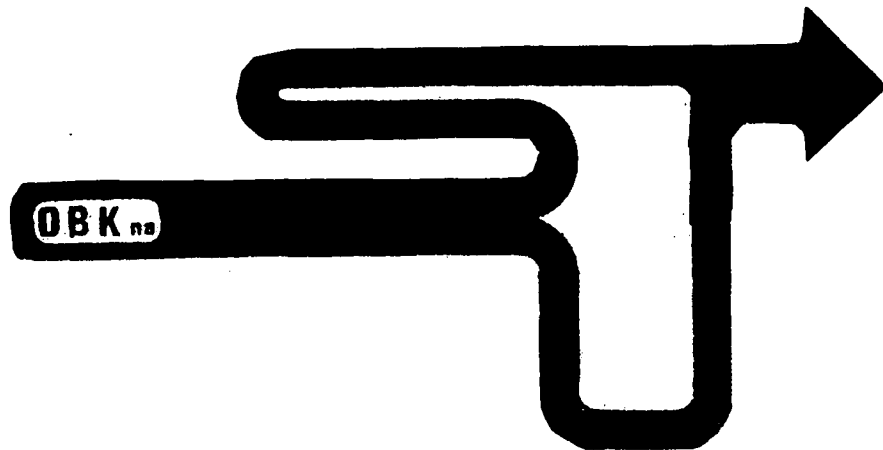
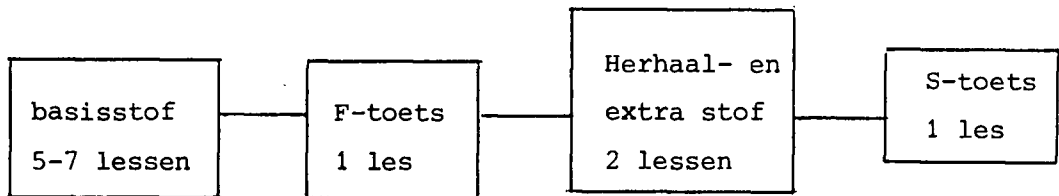


fig. 1.

BLOK 1

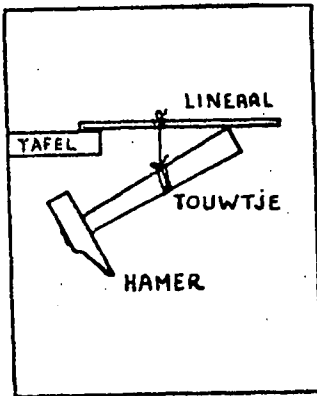
bewegingen

en

evenwichten

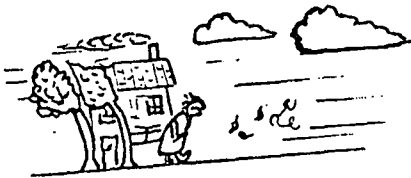
WAT JE MOET KUNNEN AAN HET EIND VAN BLOK 1.

10. Je moet weten dat een voorwerp dat stil ligt, niet in beweging komt wanneer er geen kracht op werkt.
11. Je moet weten dat de snelheid van een voorwerp niet verandert, wanneer er geen kracht op werkt.
12. Je moet weten dat door een kracht de grootte en/of de richting van de snelheid van een voorwerp veranderd wordt.
13. Je moet van de proeven en vragen uit P4 kunnen aangeven welke krachten er belangrijk zijn voor de beweging.
15. Je moet weten dat twee krachten in evenwicht zijn, wanneer ze even groot en tegengesteld van richting zijn.
16. Je moet weten dat een voorwerp dat stil ligt, niet in beweging komt wanneer de krachten op dit voorwerp in evenwicht zijn.
Je moet weten dat de snelheid van een voorwerp niet verandert, wanneer de krachten op dit voorwerp in evenwicht zijn.
Je moet in een eenvoudig voorbeeld kunnen berekenen welke krachten er met elkaar in evenwicht zijn.



P4 SNELHEIDSVERANDERINGEN EN HUN OORZAAK.

hoe de snelheid veranderde	oorzaak van de snelheidsverandering
6. Leg een ijzeren kogeltje vlakbij de pool van een staafmagneet. Wat zie je en hoe komt dat? Doe de proef nog eens maar nu met een grote kogel. Welk verschil merk je op tussen beide proeven? Wat is hiervan de oorzaak?

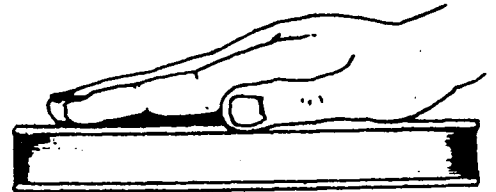


T5 EVENWICHTEN EN KRACHTEN.

H 2 KRACHTEN, SNELHEIDSVERANDERINGEN EN EVENWICHTEN

We doen de volgende twee zeer eenvoudige proeven:

- A. Laat een boek op je hand rusten.
 - B. Laat het boek vallen.
1. Welke kracht speelt er in beide gevallen een rol?
 2. In welk geval is er een evenwicht van krachten?
 3. In welk geval doet de kracht het voorwerp van snelheid veranderen?



WAT JE MOET KUNNEN AAN HET EIND VAN BLOK 2

BLOK 2

Krachten

en

Versnelling

Gewicht en massa

1. Je moet de eenheid van kracht kennen.
2. Je moet weten hoe sterk één newton is.
3. Je moet weten wat er bedoeld wordt met het gewicht van een voorwerp.
4. Je moet twee voorbeelden kunnen geven, waaraan je kunt zien dat het gewicht van een voorwerp niet altijd gelijk blijft.
5. Je moet kunnen aangeven waarom het begrip massa is ingevoerd.
6. Je moet de eenheid van massa kennen.
7. Je moet kunnen aangeven hoe je de massa van een voorwerp bepaalt met a. een krachtmeter.
b. een balans.

Kracht, massa en versnelling.

8. Je moet weten wat een konstante versnelling is.

Werken met een veer; Tabellen en diagrammen.

16. Je moet weten welke krachten met elkaar in evenwicht zijn.

Een bijzondere kracht: de wrijvingskracht.

23. Je moet kunnen aangeven wat de wrijvingskracht is.

P 2 KRACHT EN MASSA

BIJ BEWEGINGEN

P 1 GEWICHT VAN EEN VOORWERP

Hoe "sterk" is 1 newton?

1. Voel eens wat 1 N is door de krachtmeter uit te rekken tot hij 1 N aanwijst. Moet je erg sterk zijn om een kracht van 1 N te kunnen uitoefenen?

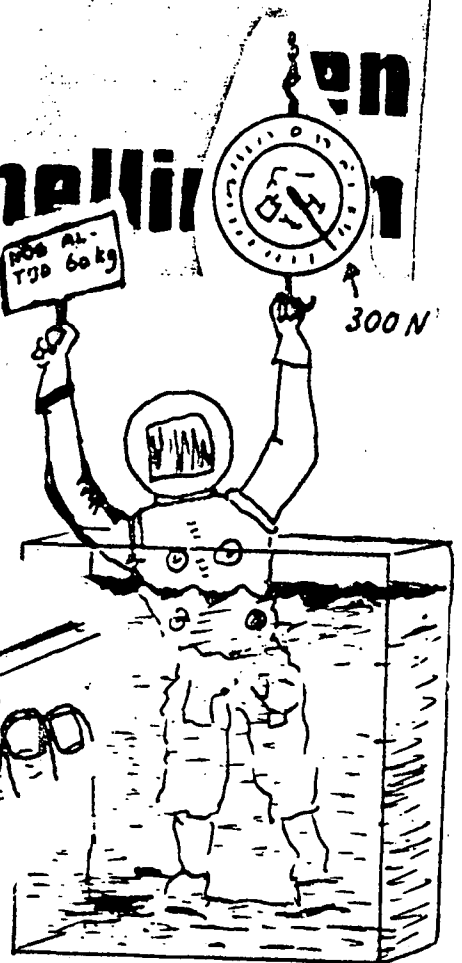
Kun je het met je pink?

Kun jij een kracht van 10 N uitoefenen?

P 3 KRACHT, MASSA EN VERSNELLING

EEN EVENWICHTSPROEF MET EEN VEER

Bepalen hoever een slap veertje wordt ingedruwd.



VOOR EEN DEEL ONDER WATER

HERHAALBLAD

H 1 GEWICHT EN MASSA

Het koffiekontrakt

Dit verhaal speelt zich af in het jaar 2631. Er is zelfs Nederland is niet meer wat het was. Het is veranderd. Er bestaan nu mensen die slordig herhaalstof

- Een klein koffiekontrakt
- H 1. Gewicht en massa
 - H 2. Kracht, massa, versnelling
 - H 3. Tabellen, diagrammen en extrapolatie
 - H 4. Wrijving
 - H 5. Grootheden en eenheden

Extra stof

- E 1. Bepaling van de helling
- E 2. De hellingproef
- E 3. Krachtwerktuigen

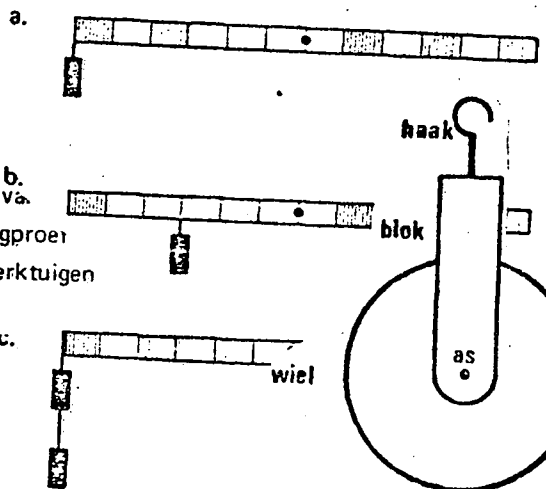


fig. 3

WAT JE MOET KUNNEN AAN HET EIND VAN BLOK 3

BLOK 3

zinken zweven drijven

Soortelijk gewicht

Dichtheid en soortelijk gewicht

Opwaartse kracht en Archimedes

14. Je moet weten wat opwaartse kracht is.
15. Je moet weten hoe je met een kracht-voorwerp kunt bepalen als dat ...
16. Je moet de wet van Archimedes ...
17. Je moet weten wat ...
stof van ...
18. Je ...

P2 DE DICHTHEID VAN EEN STOF

P3 SOORTELIJK GEWICHT

T4 ARCHIMEDES EN DE OPWAARTSE KRACHT

De opwaartse kracht = het gewicht van de verplaatste vloeistof.

Berekenen van de opwaartse kracht.

Bij het berekenen van de opwaartse kracht zijn belangrijk:

1. het volume van de verplaatste vloeistof.
2. het soortelijk gewicht van de vloeistof.

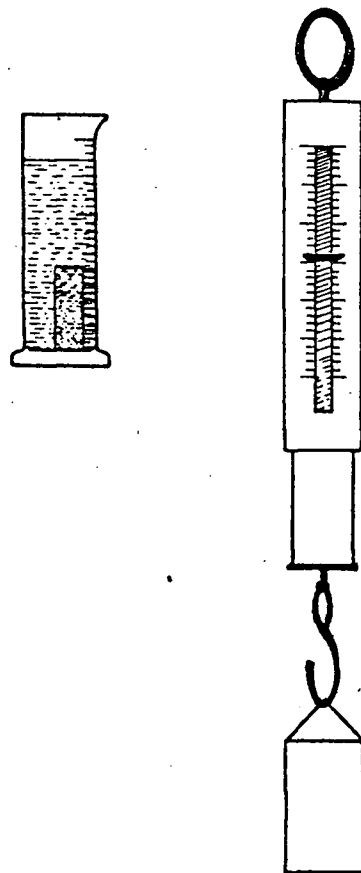


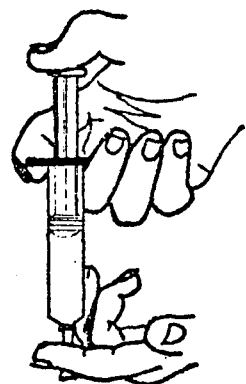
fig. 4

WAT JE MOET KUNNEN AAN HET EIND VAN BLOK 6

BLOK 6

Lucht oefent een kracht uit

1. Je moet twee proeven kennen, waaruit samen blijkt dat lucht naar alle kanten een kracht uitoefent.
2. Je moet met het gasmodel kunnen verklaren, dat lucht naar alle kanten een kracht uitoefent.



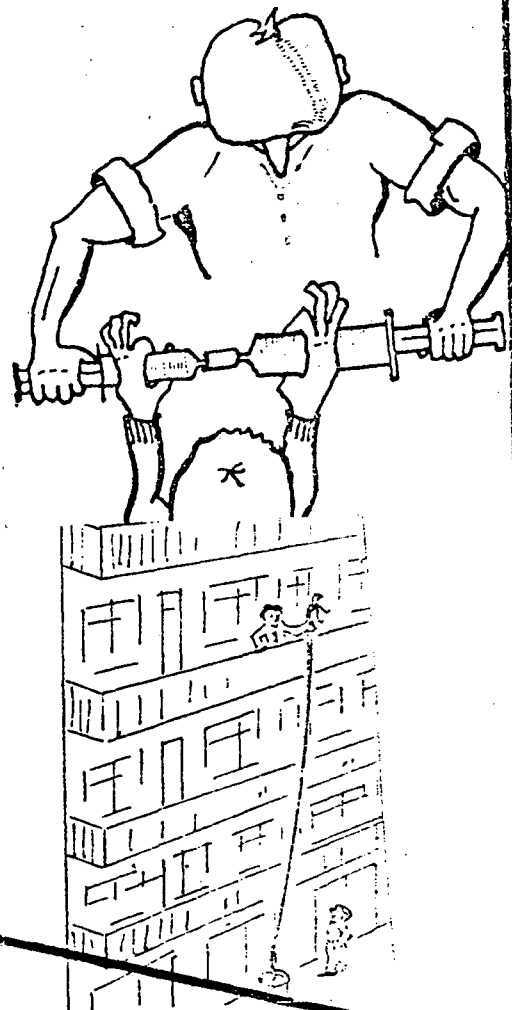
Kracht, oppervlakte en druk

3. Je moet twee proeven kennen, waaruit blijkt dat als je lucht samenperst, niet alleen de kracht waarmee je dat doet belangrijk is, maar ook het oppervlak waaraan die kracht werkt.

P 2 DE RELATIE TUSSEN KRACHT EN OPPERVLAKTE; DRUK

5. Je ... gebruikt wordt.
6. a. Als je een gas in twee verbonden injectiespuiten in evenwicht wilt houden, moet je weten dat de zuigers dan een even grote druk ...

H 1 DE RELATIE TUSSEN KRACHT EN OPPERVLAKTE; DRUK

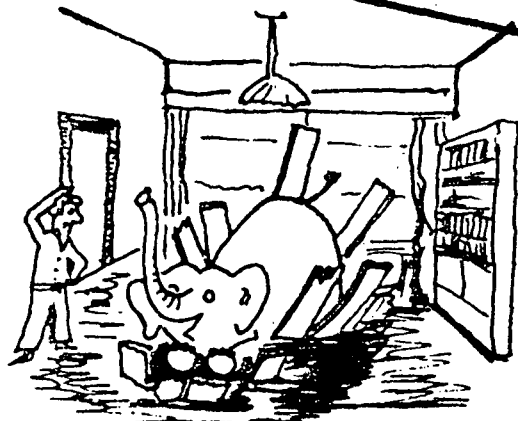


Het meten van de luchtdruk

7. Van de proeven van Berti en Torricelli moet je:
 - a. de juiste opstelling kunnen herkennen.
 - b. weten dat je de luchtdruk meet door de stijghoogte van de vloeistof te meten.
 - c. ... de stijghoogte niet afhangt van de doorsnede van de buis.

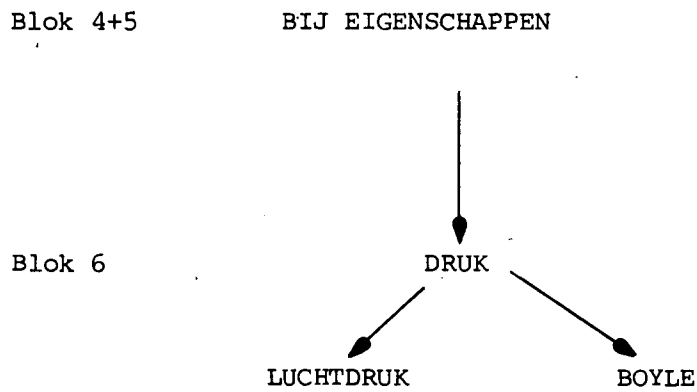
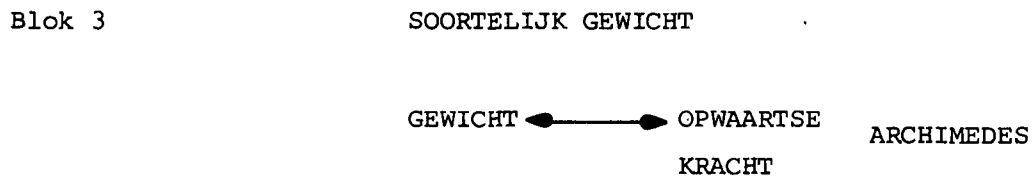
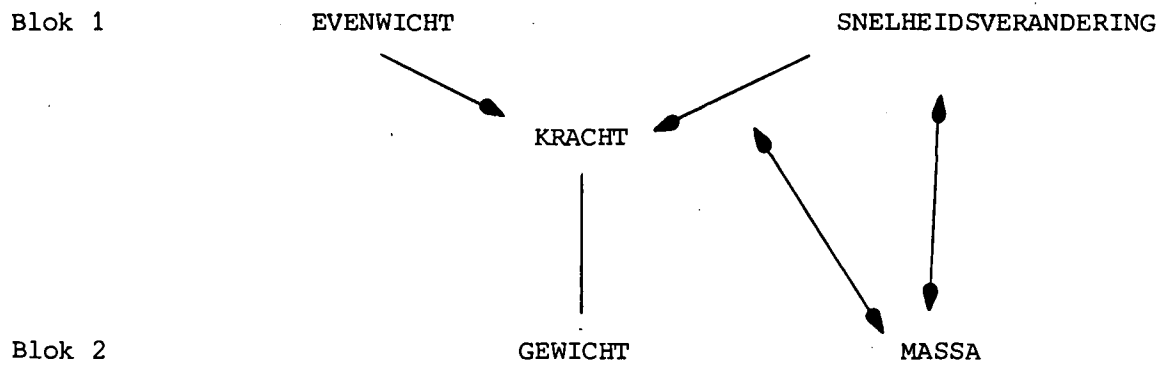
P 3 HET METEN VAN DE LUCHTDruk

8. Je niet ... de stijghoogte is:
 - a. van het wa...
 - b. van het kwik bij de p...
9. Je moet de omrekeningsfaktor van ... eenheden uit een tabel kunnen aflezen.



Herhaalstof

- H 1. De relatie tussen kracht en oppervlakte; druk
- H 2. De wet van Boyle
- H 3. De relatie tussen de temperatuur en het volume van een gas
- H 4. Grafieken
- H 5. Hoe doe je een kwantitatieve proef?
- H 6. Ruimte en vacuüm



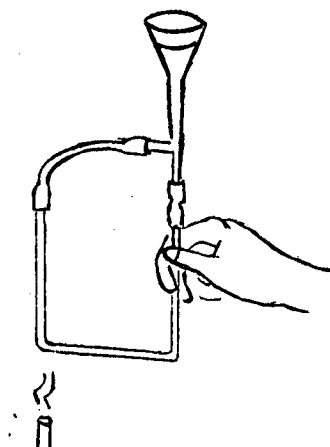
3.3. MAVO-projekt

w10 WARMTE - STROMEND WARM WATER

Wat je nodig hebt: een 'kookraam' of glazen buis (ongeveer 45 cm)
doorzichtig slang, \emptyset 7 mm
T-stuk van glas
trechter

kaliumpermanganaat of zaagsel
brander of kaars

Opstelling :



Wat je moet weten:

- wees voorzichtig, je werkt met glas
- glasslang verbindingen kun je het beste eerst met wat glycerine insmeren
- haal na afloop de verbindingen weer los
- op het vrije uiteinde van het T-stuk plaats je de trechter
- zorg er voor, dat geen luchtbelllen in je buizen blijven; maak bij het vullen met water de lange slang los, zodat de lucht kan ontsnappen.

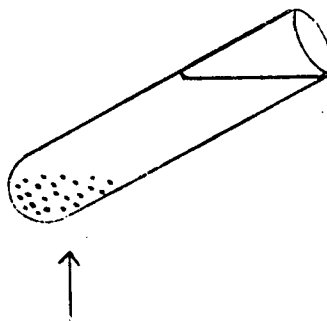
Uitvoering : plaats de brander of kaars onder de buis (zie opstelling) en doe in de opening een of twee korrels kleurstof (of zaagsel)

Noteer je waarnemingen; maak er een tekening bij.

w11 WARMTE - WARMTETRANSPORT-STROMING

Wat je nodig hebt: reageerbuis
brander
zaagsel of aluminiumpoeder + zwakke oplossing van dreft

Opstelling :



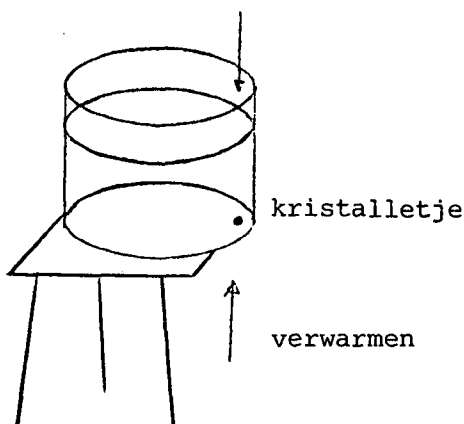
Uitvoering : Verwarm, als het zaagsel of het aluminiumpoeder tot rust is gekomen, de reageerbuis enigszins door de onderkant in je hand te houden of even in de vlam van de brander.

Teken de beweging van de deeltjes; geef duidelijk aan welke baan ze volgen.

w12 WARMTE - STROMEND WARM WATER

Wat je nodig hebt : brander
3-poot + gaasje
groot bekerglas met water
kleurstof (kaliumpermanganaat)

Opstelling



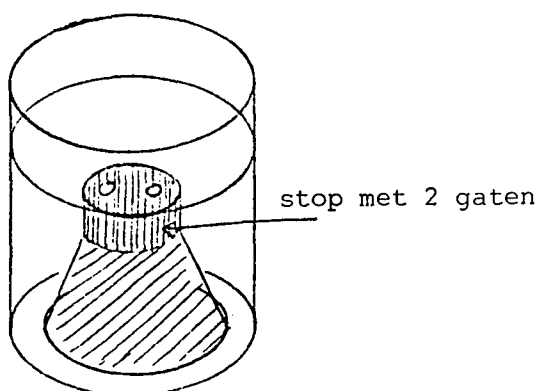
Uitvoering : Zet het bekerglas iets uit het midden op de 3-poot. Steek de brander aan en zet hem op de getekende plaats. Laat nu een kristalletje kaliumpermanganaat in het glas vallen.

Teken de stroming van de kleurstof.

w13 WARMTE - STROMING IN EEN VLOEISTOF

Wat je nodig hebt : groot bekerglas met koud water
erlenmeyer met een stop met twee gaten
kleurstof

Opstelling :



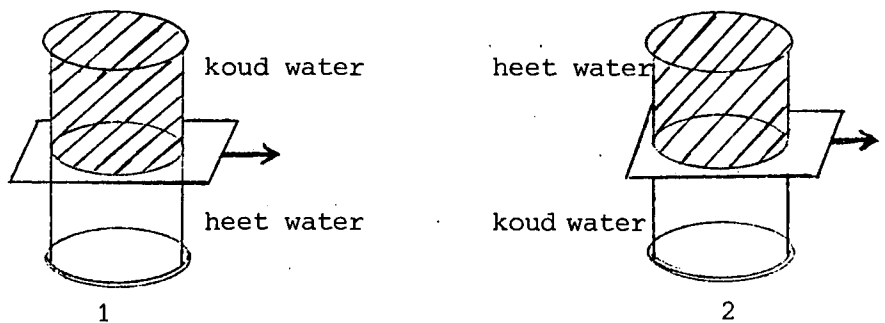
Uitvoering : Vul de erlenmeyer met *gekleurd heet water* en plaats het geheel in het met koud water gevulde bekersglas.

Waarneming ?

w14 WARMTE - STROMING IN EEN VLOEISTOF

Wat je nodig hebt: 2 cilinderglazen
kartonnetje
kleurstof

Opstelling :



Wat je moet weten: warm water heeft een kleinere soortelijke massa dan koud water.

Uitvoering : 1. Vul één glas met heet water en het andere met *gekleurd koud water*.
Leg het kartonnetje over het glas met koud water en zet dit omgekeerd op de andere cilinder.
Trek nu *snel* het kartonnetje weg.
Noteer je waarneming.
2. Herhaal deze proef, maar nu met *gekleurd heet water in de bovenste* en koud water in de onderste cilinder.

Waarneming ?

DOELSTELLINGEN		WARMTE	
LEERSTOFELEMENT		De leerling moet:	
Warmtebronnen		- voorbeelden noemen	
(Teclu) brander		- hanteren	
Thermometer		- aflezen en principe beschrijven (eventueel zelf bouwen)	
Warmte - temperatuurdiagram		- tekenen en aflezen	
Uitzetten		- term kennen en voorbeelden uit praktijk noemen	
Inkrimpen		- term kennen en voorbeelden uit praktijk noemen	
Warmtetransport:	stroming straling geleiding	- termen kennen en van elkaar onderscheiden - principes toepassen - voorbeelden uit de praktijk noemen	
Isolatoren en geleiders		- in de praktijk herkennen; kunnen toepassen; nut ervan omschrijven	
Aggregatietoestanden	faseovergangen kook- en stolpunt diagrammen warmte toe- of afvoer	- namen met voorbeelden noemen - namen met voorbeelden noemen - omschrijven - maken en aflezen, kook- en stolpunt bepalen - op faseovergangen kunnen toepassen	

THEMA : WARMTE LES : 4		MIDDELEN EN WEGEN		
omschrijving leerstofelement	onderwijsleer activiteit	hulpmiddelen	toelichting	nummer verwij- zing
'warmte'-stroming in vloeistoffen	demonstratie/ leerlingakti- viteit	'kookraam' brander kaliumpermanganaat	• leerlingblad W 10	W 10
	leerlingakti- viteit	reageerbuis met zaagsel, brander	• leerlingblad W 11	W 11
	leerlingakti- viteit	groot bekerglas, brander, kaliumpermanganaat	• leerlingblad W 12	W 12
	leerlingakti- viteit	groot bekerglas, flesje met stop met 2 gaten, warm water, kleurstof	• leerlingblad W 13	W 13
	leerlingakti- viteit	2 kleine cilinder- glaasjes met gelijke diameter, kartonnetje warm water, kleurstof	• leerlingblad W 14	W 14

THEMA : WARMTE

LES : 4

MIDDELEN EN WEGEN

VERWIJZINGEN

W 10 Dit proefje kan zowel als demonstratie-
proef worden gedaan als door de leerlingen

W 11 -

W 12 -

W 13 Laat de leerlingen de stroming vooral tekenen
en wijs hun er op dat het gekleurde warme
water boven in het glas blijft.



W 14 Deze activiteit kan ook worden uitgevoerd met
bij voorbeeld twee 1/8 liter slagroomflesjes.
Vertel de leerlingen duidelijk dat ze het
bovenste glas (flesje) vasthouden als zij het
kartonnetje er tussen uit trekken.

3.4. Ioniserende stralen

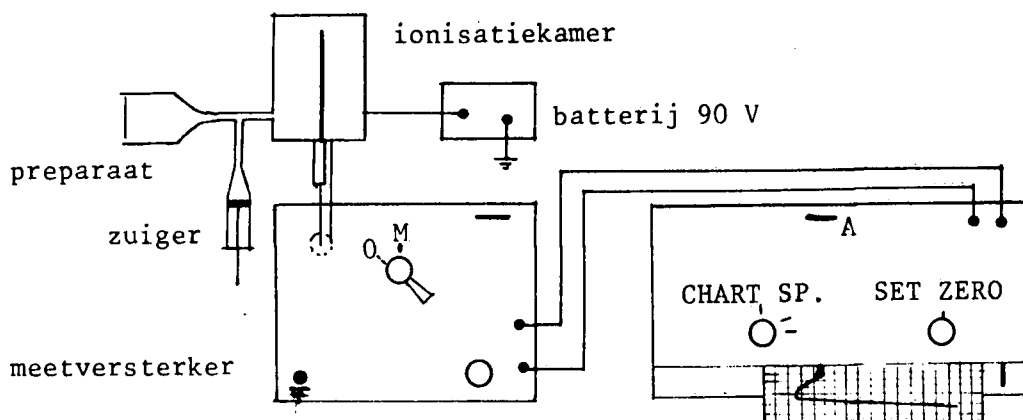
WERKBLAD RADIOAKTIEFVERVAL VAN ^{220}Rn (meting met behulp van een x-t-schrijver)

Doel

Bepaling van de halveringstijd van radongas ^{220}Rn .

Opstelling

De opstelling bestaat uit een ionisatiekamer, waarin radongas uit het plastic flesje gebracht wordt. Het radon, een vervalproduct van het ^{232}Th , ioniseert de lucht in de ionisatiekamer. De gevormde lading wordt als een stroom via een meetversterker door een x-t-schrijver weergegeven. Het preparaat is Thorium-232 ($1\mu\text{Ci}$).



Metingen

1. Zet de meetversterker op 0.
2. Voorzie de x-t-schrijver van een vel mm-papier op de volgende manier.
Kantel met één hand de schrijver naar achteren en schuif het papier met de lange zijde tegen de zwarte geleidingsstrip in de vrijkomende opening. Doe dit zo, dat er aan de voorzijde van het apparaat nog net een rand papier uitsteekt om de pen op te plaatsen.
3. Plaats de pen met de handel, rechts vooraan, op het papier.
4. Regel met de knop 'Set Zero' de pen, zo, dat deze op een dikke lijn vlak onder de pijl komt te staan.
5. Zet de knop 'Chart Speed' op 10 s (het papier zal nu naar voren komen).
6. Draai de knop op de meetversterker van stand 0 in M. Nu niet meer de nulstand regelen.
7. Trek de zuiger van de spuit uit tot deze niet verder gaat en duw deze dan vervolgens weer terug. De pen zal nu circa 15 cm naar links bewegen, alvorens het verval te registreren.
8. Als de pen na enige tijd het eind van het papier heeft bereikt, schakel dan de knop op de meetversterker van M naar 0.

9. Doe de pen omhoog en haal het papier uit de schrijver.
10. Zet de knop 'Chart Speed' op 'Off'.

Uitwerking

De grafiek op mm-papier geeft het verval van radongas weer.

1. Trek eerst een vloeiende kromme door de verkregen grafiek. Teken eveneens de nullijn; dit is de lijn die verkregen zou zijn als er geen gas was ingebracht.
2. Bepaal nu de gemeten halveringstijd van radon, door op drie tijdstippen te meten. (Let op snelheid papiertransport).

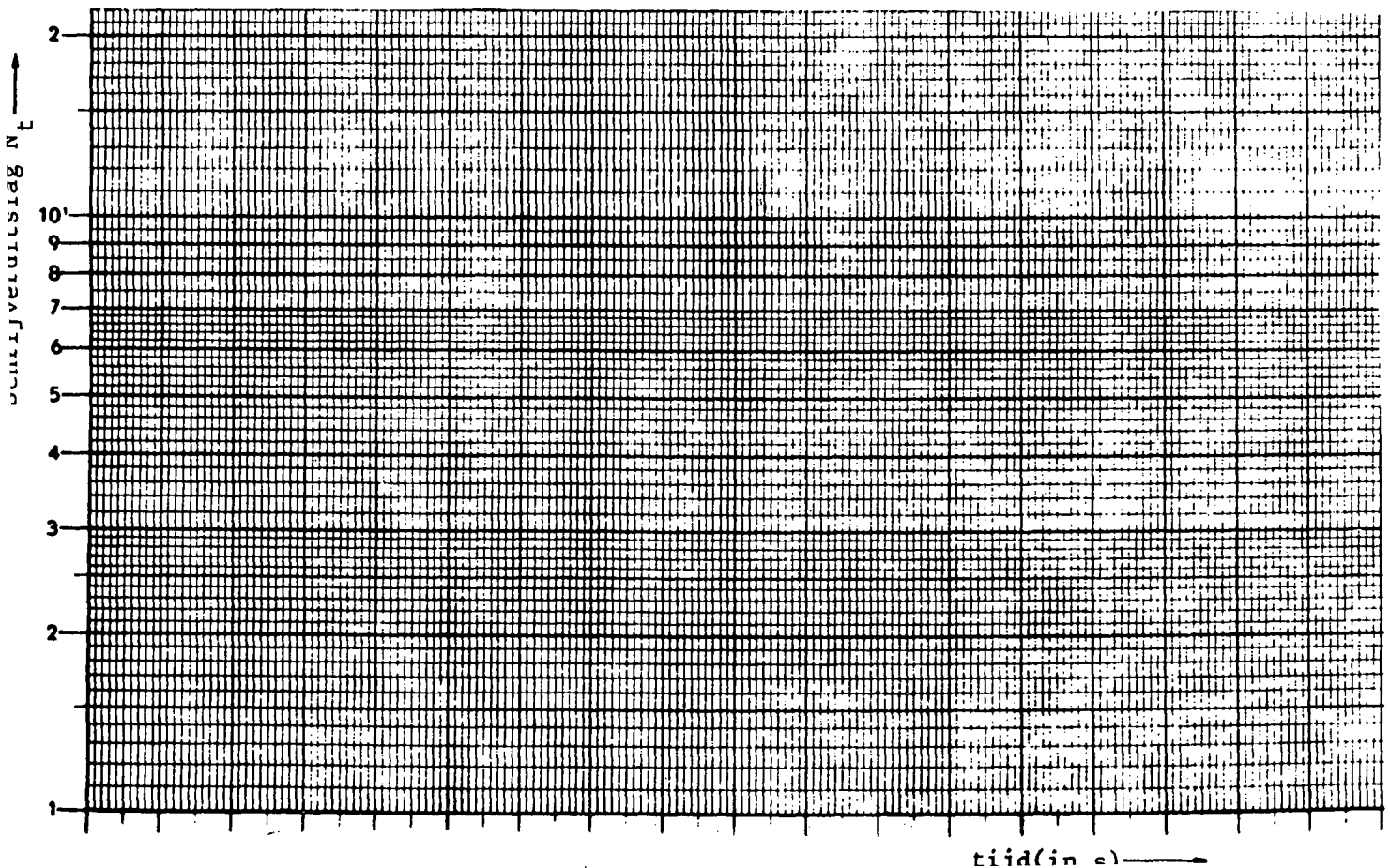
De gevonden halveringstijden zijn:

- 1e. s
- 2e. s
- 3e. s

Gemiddeld is τ voor $^{220}\text{Rn} =$ s.

3. Zet de gevonden grafiek over op enkel-logaritmisch papier (t langs de metrische en N_t langs de logaritmische verdeling).
Welke bijzonderheid merk je op aan de nieuwe grafiek?

4. Wat vind je nu als halveringstijd? $\tau =$ s
5. Welke methode van verwerking is nauwkeuriger en waarom?



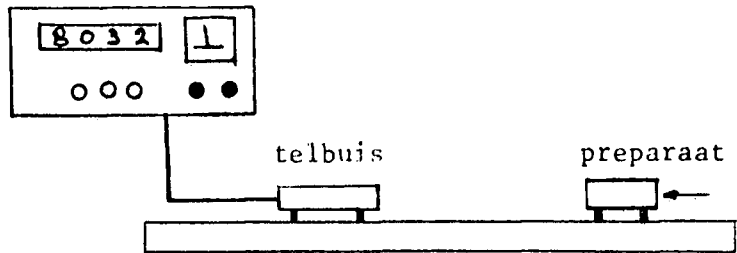
WERKBLAD DE KWADRATENWET

Doel

Het onderzoeken van het verband tussen de stralingsintensiteit van de straling, afkomstig uit een puntvormige radioactieve bron, en de afstand tot deze stralingsbron.

Opstelling

De opstelling bestaat uit een detector, die gekoppeld is aan een pulsteller. Vóór de detector kan een radioactieve bron, strontium-90 ($5\mu\text{Ci}$) op verschillende afstanden geplaatst worden.



Metingen

1. Meet drie maal de achtergrondstraling gedurende 10 s en bereken hieruit de gemiddelde achtergrondstraling. Noteer deze waarde in de tabel.
2. Plaats het preparaat na het afnemen van de deksel in de houder.
3. Meet gedurende 10 s de intensiteit van de straling als de afstand tussen het preparaat en de detector 80 cm is. Doe dit twee maal en noteer je waarneming in de tabel.
4. Herhaal deze metingen bij afstanden van 70 cm, 60 cm, 50 cm, 40 cm, 30 cm en 20 cm.
5. Zet de meetresultaten in de tabel en corrigeer vervolgens voor de gemiddelde achtergrondstraling.

gemiddelde achtergrond straling in 10 s

afstand in cm	70	60	50	40	30	20
aantal pulsen in 10 s						
aantal pulsen gemiddeld						
aantal pulsen gemiddeld min gem. achtergrond						

6. Breng vervolgens de meetresultaten in een grafiek over. Daarbij wordt dubbel logaritmisch papier gebruikt (zie achterzijde van dit blad).

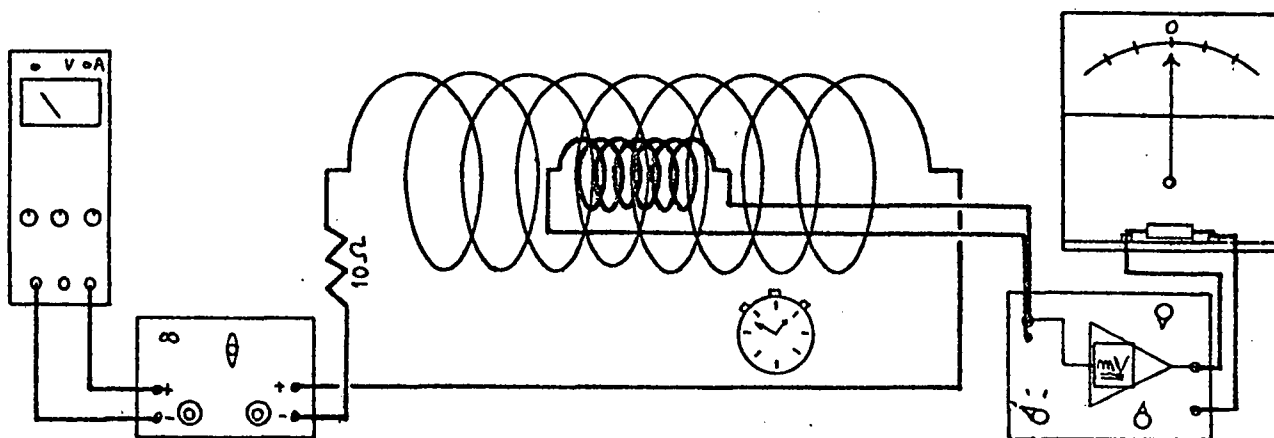
Zie voor een toelichting bij het gebruik van logaritmisch papier achterin de handleiding.

3.5. Leerlingen Experimenten bovenbouw

INDUKTIEWET VAN FARADAY

Doel: Het toetsen van de inductiewet met behulp van een kleine spoel in een grote spoel.

Opstelling:



Theorie: Volgens de inductiewet van Faraday wordt er een inductiespanning opgewekt als in een geleider de magnetische flux verandert.

In formule: $V_{ind} = - \frac{d\Phi}{dt}$ De magnetische flux $\Phi = B \times A$
 Nu geldt voor een ideale spoel $B = \frac{\mu_0 n I}{l}$ (I)

B = magnetische inductie of magnetische fluxdichtheid

μ_0 = permeabiliteit van het vakuüm

n = aantal windingen primaire spoel

I = stroomsterkte door primaire spoel

l = lengte primaire spoel

Nu is de magnetische inductie in de grote spoel gelijk aan de magn. inductie in de kleine spoel (solenoid). De magnetische flux in de kleine spoel is $\Phi = B \times A$

A = oppervlakte doorsnede kleine spoel

Als de solenoïde N windingen heeft, dan is de inductiespanning te berekenen volgens

$$V_{ind} = N \frac{d\Phi}{dt} = N \frac{d(B \times A)}{dt} = N A \frac{dB}{dt} \text{ of}$$

$$V_{ind} = \left(\frac{\mu_0 n N A}{l} \right) \frac{dI}{dt} \text{ (zie I) Deze konstante gaan we exp. bepalen.}$$

Daar de fluxverandering in de primaire spoel gelijk is aan de fluxverandering in de solenoïde kan men $\frac{dI}{dt}$ halen uit de

stroom verandering door de grote spoel.

Omdat de relatieve permeabiliteit van lucht ten opzichte van vakuüm bijna 1 is, kan men met de waarde van μ_0 werken.

Werking:

Om de veranderlijke magnetische flux te verkrijgen maken we gebruik van een stroomstijgingsgenerator. Hiermee kan men de stroom door de primaire spoel lineair op laten lopen (of dalen) van 0 - 1 A. Met behulp van twee potentiometers[†] kan men de stijg- respektievelijk daaltijd variëren. Met een stopwatch kan men de tijd meten die de stroom nodig heeft om van 0 - 1 A te gaan.

[†]Potentiometers zijn regelbare weerstanden.

Metingen:

1. Zet de schakelaar op dalen, de stijgtijd potentiometer op de stand 0,00 en de daaltijd potentiometer op 4.00 (deze blijft tijdens de metingen hierop staan).
2. Voor de eerste meting wordt de stijgtijd knop op 2.00 gezet en de mV meter op nul in de stand 0.1 . Wordt nu de schakelaar op stijgen gezet, dan begint na circa 1 sec. de stroom in de grote spoel op te lopen en de mV meter begint een uitslag te vertonen. *Zet na de meting de schakelaar weer op dalen.*
Het beste kan men de tijd meten door goed naar de mV meter te kijken en de stopwatch te starten als de wijzer begint op te lopen, en op het moment dat de wijzer terug begint te lopen stopt men de stopwatch.
Lees wel voor het stoppen de inductiespanning af en noteer de waarneming in onderstaande tabel.
3. Doe deze meting ook nog voor de andere stijgtijden (zie tabel)

primaire stroom = 0 - 1 A			
stand knop stijgtijd	t in sec	V_{ind} in 10^{-6} V	$\frac{dI}{dt}$ in $10^{-3} \frac{A}{s}$
2.00			
1.80			
1.60			
1.40			
1.20			
1.00			
0.80			
0.60			
0.40			

- Verwerking:
1. Maak een grafiek waarbij $\frac{dI}{dt}$ tegen V_{ind} (korte verticale y-as) wordt uitgezet.
 2. Bepaal uit de hellingshoek de konstante uit de vergelijking:

$$V_{ind} = - C \frac{dI}{dt} \text{ waarin } C = \frac{\mu_0 n N A}{l}$$

Berekening:

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{Vs}{Am} = 1,257 \times 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$$

$$n = 240 \text{ wdg}$$

$$N = 600 \text{ wdg}$$

$$l = 0,58 \text{ m}$$

$$A = 19,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

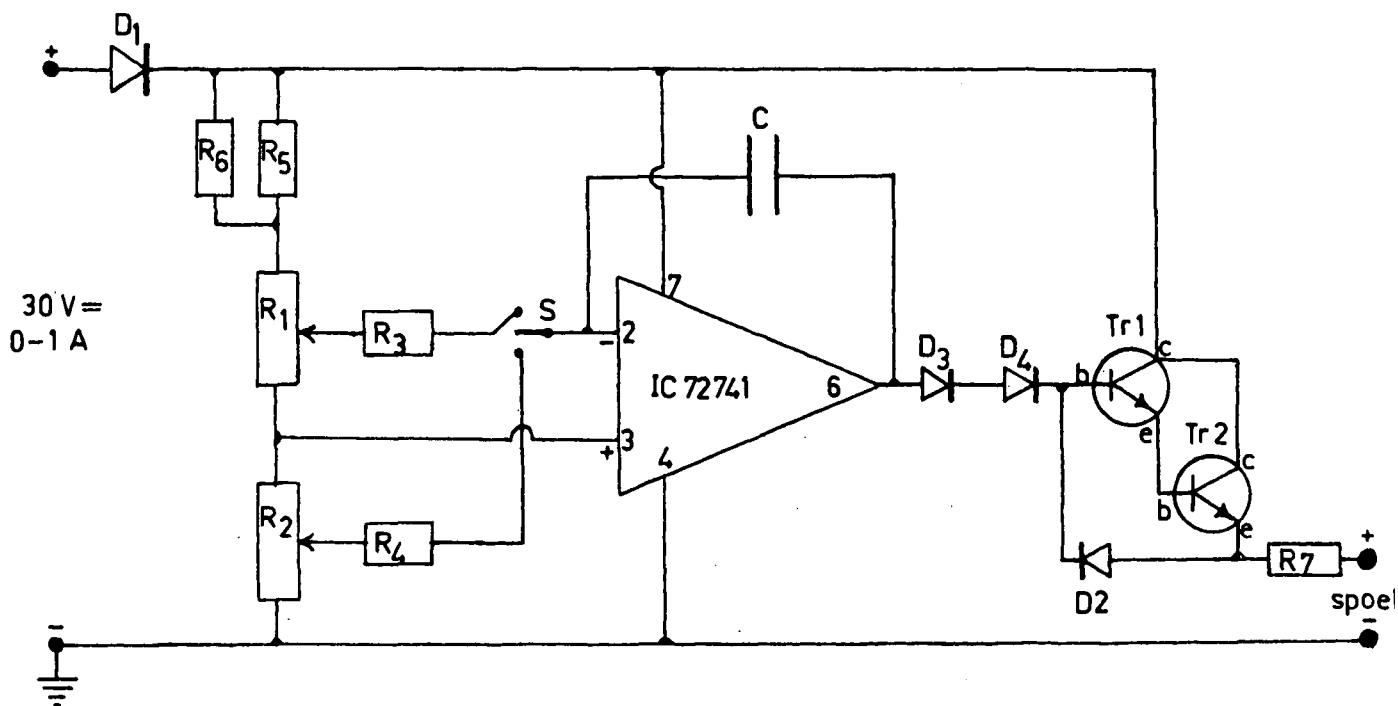
$$C = \frac{\mu_0 n N A}{l} = 6,05 \times 10^{-4} \frac{Vs}{A}$$

Met de grafiek kan men nu controleren of C inderdaad met de berekende waarde overeenkomt volgens

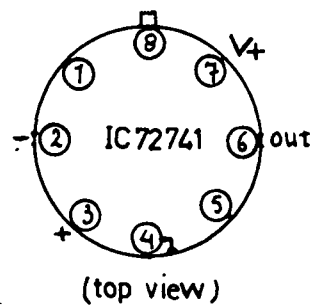
$$C = \frac{V_{ind}}{\frac{dI}{dt}} = \frac{V_{ind} \cdot dt}{dI}$$

STROOMSTIJGINGSGENERATOR

(behorende bij inductiewet van Faraday)



- D₁ = Silicium diode 1N5062.
- D₂, D₃, D₄ = Kleine silicium dioden b.v. BAX 16.
- R₁, R₂ = 10 turn potentiometer 5 kΩ.
- R₃, R₄ = 100 kΩ.
- R₅ = 56 kΩ.
- R₆ = 4,7 kΩ. } R_v = 4,3 kΩ.
- R₇ = 10 Ω (25 Watt, wordt warm.)
- C = 10 μF polyester condensator.
- Tr 1 = Transistor BC 108.
- Tr 2 = transistor 2N3055 (op koelplaat).
- IC = SN 72741 L.





3.6. MODERNE NATUURKUNDE - deel 3a (studiegids)

TEMPERATUUR

Thermisch evenwicht

3.1. Opdracht

- a. In 1.3 en 2.4 is er al op gewezen, dat Celsius definieerde dat kwik regelmatig uitzet tussen 0⁰C en 100⁰C. In plaats van voor kwik had hij dat ook wel kunnen definiëren voor een andere vloeistof. En dat zou dan mogelijk tot gevolg hebben, dat kwik tussen het smeltpunt en het kookpunt van water niet regelmatig zou uitzetten. De keuze van thermometervloeistof is nogal willekeurig, en elke keuze heeft gevolgen voor de temperatuurwaarden tussen de vaste punten, maar niet voor de vaste punten zelf. *De vaste punten zijn immers onafhankelijk van de keuze van de thermometervloeistof.*
Bestudeer hoofdstuk T-3

THEORIE

Thermisch evenwicht

1. Nog eens iets over het temperatuurbegrip

Eén opmerking uit het vorige hoofdstuk verdient nadere aandacht. Daar werd gezegd, dat bij nauwkeurig meten blijkt dat de lengtetoe name per graad celcius van een stof afhangt van het temperatuurgebied waarin gemeten wordt. We kunnen dat ook zo zeggen: De uitzetting van een bepaalde stof is niet precies evenredig met de temperatuur. Ook als we rekening houden met de uitzetting van het glas blijkt bij gelijke stukjes lengtetoe name van een kwikdraad, *ongelijke* stukjes lengtetoe name van een andere stof worden gevonden.

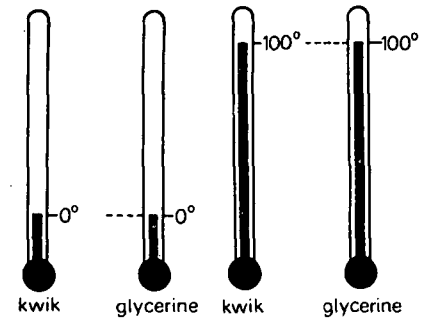
We noemen een concreet voorbeeld. We construeren een glycerine-in-glas-thermometer. We verdelen de afstand waarover de glycerine kolom uitzet tussen smeltend ijs (0⁰C) en kokend water (100⁰C) in 100 gelijke delen. Daarna meten we tegelijk met een glycerine-in-glas-thermometer en een kwik-in-glas-thermometer de temperatuurstijging van water.

Als de kwik-in-glas-thermometer 50⁰C aanwijst, wijst de glycerine-in-glas-thermometer 46,7⁰C aan.

De temperatuur die een thermometer aanwijst hangt af van de thermometerstof, behalve bij de vaste punten.

Het blijkt niet eenvoudig een thermometerschaal vast te leggen die *niet* afhangt van de thermometerstof (De temperatuur op zo'n schaal noemen we de absolute temperatuur). We moeten daarom zoeken naar geschikte thermometrische eigenschappen om bruikbare thermometers te construeren.

De temperatuur die we meten hangt af van de thermometer die we gebruiken.



Regelmatig uitzetten, gemeten met een thermometer, kan onregelmatig uitzetten betekenen, als we met een andere thermometer meten.

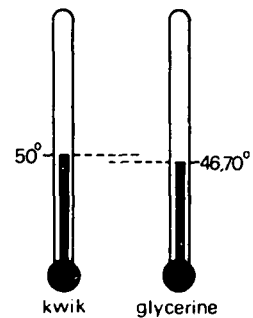


Fig. 3-1. Vergelijking van een kwik-in-glas-thermometer met een glycerine-inglas-thermometer.

b. *Opmerkingen bij T-3.*

Ook al beschikken we over een thermometerschaal (b.v. van de kwik-in-glas-thermometer), dan is daarmee nog niet het *begrip* temperatuur bekend. Dit is in de natuur met *alle* grootheden precies zo. Ladingen kunnen we b.v. in coulombs meten, terwijl we *niet* weten wat lading *is*. Denk zo ook maar aan hun bijbehorende eenheden.

Zoals we proefondervindelijk kunnen nagaan van twee massa's of ze al of niet even groot zijn, zonder dat we de eenheid van massa hebben afgesproken, zo is ook van enkele temperaturen na te gaan of ze gelijk zijn zonder dat er een temperatuurschaal vast ligt.

PRACTICUM

Volumevariatiën van vloeistoffen; thermometer

Benodigd materiaal:

Twee kolfjes van 100 ml, twee capillairbuizen van $1\frac{1}{2}$ m lengte met binnendiameter 1,0 mm. Deze worden door een gummikurk gevoerd en vertikaal op het kolfje geplaatst. Het ene kolfje is volledig gevuld met water. Bij het opdraaien van de kurk en capillair wordt een vloeistofkolom van ongeveer 40 cm omhooggestuwd.

De tweede kolf vullen met alcohol, temperatuur alcohol ongeveer 15 graden, bij het opdraaien van de kurk en de capillair de alcohol volledig $1\frac{1}{2}$ m omhoogduwen in de capillair.

Beide kolfjes samen in groot bekerglas, gebruik van viltstift en maatband.

Inleiding

Wanneer men vloeistoffen energie toevoert door warmte dan treedt er verandering van het volume op van die vloeistof. In omgekeerde richting verandert het volume eveneens.

In de natuurkunde heeft men dit effect gebruikt om er thermometers op te baseren. Hierbij doet zich echter een duidelijk fundamenteel probleem voor. Om een goede thermometer te krijgen eist men dat de vloeistof een regelmatige volumevariatie heeft bij het veranderen van de 'temperatuur' van de omgeving waarin de thermometer is geplaatst. Het woord temperatuur staat hier tussen aanhalingstekens, het is een vertrouwd woord voor ons allen maar wat bedoelen we er eigenlijk mee ?

Doel

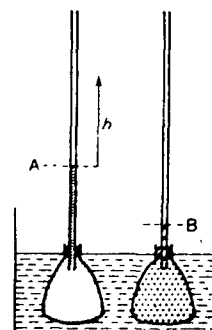
We vergelijken twee vloeistoffen met elkaar voor wat betreft het volumege drag, wanneer deze vloeistoffen dezelfde invloed tot de omgeving ondergaan.

Opstelling

De twee kolfjes van 100 ml worden samen in een groot bekerglas geplaatst. In het bekerglas bevindt zich verder water dat men warmer of kouder kan maken door er water van een andere temperatuur bij te voegen. Een thermometer die van een schaalverdeling is voorzien is gemakkelijk voor het bepalen van het meetgebied maar is zeker niet essentieel.

Het water in de bak of in het bekerglas heeft bij de aanvang van de proef een temperatuur van ongeveer 10 graden Celsius.

De niveaus A en B zijn de beginniveaus.



3.7. FIZZIX

Statische elektriciteit

In onze tijd, met zijn vele kunststofprodukten, is het niet moeilijk het verschijnsel statische elektriciteit letterlijk aan den lijve te leren kennen. Wanneer je een trui of een vest uittrekt, hoor je daarbij vaak een duidelijk geknetter.

In het donker zie je dan tamelijk grote groenachtige vonken overspringen. En waarschijnlijk heb je al meerdere malen meegemaakt dat je een klein venijnig schokje kreeg als je iets vast wilde pakken dat zomaar ergens stond te staan.

Wel, in zulke gevallen heb je te maken met statische elektriciteit. Ook de oude Grieken kenden dat verschijnsel trouwens al. Die wisten dat wanneer je barnsteen wrijft, het daarna in staat is lichte voorwerpjes aan te trekken. Je kunt hetzelfde doen door een plastic kammetje of je balpen even flink langs je trui te wrijven. Ze zijn daarna in staat b.v. papier-snipperen aan te trekken. We zeggen dat zo'n voorwerp door het wrijven een elektrische lading heeft gekregen.

Statische elektriciteit wordt daarom ook wel wrijvingselectriciteit genoemd. Woorden als 'elektron' en elektriciteit' zijn afgeleid van het Griekse woord voor barnsteen: ηλεκτρον (elektron).

Het spreekt vanzelf dat sommige onderzoekers op een gegeven moment met dit verschijnsel gingen experimenteren. Met allerlei soorten materiaal werd geprobeerd of ze door wrijven elektrisch geladen konden worden. Bij glas b.v. gaat dat uitstekend, vooral als het gewreven wordt met een zijden doek. Een andere stof die veel gebruikt wordt bij proefjes over statische elektriciteit is eboniet. Eboniet is een rubberprodukt dat je erg goed kunt opladen door het te wrijven met een stuk kattevel. Ook de vele soorten plastic kunnen door wrijving gemakkelijk elektrisch geladen worden. Al die plastic soorten zijn echter moeilijk van elkaar te onderscheiden. We zullen daarom onze proefjes doen met de materialen die voor dat doel al eeuwen gebruikt worden: glas en eboniet.

proef E1

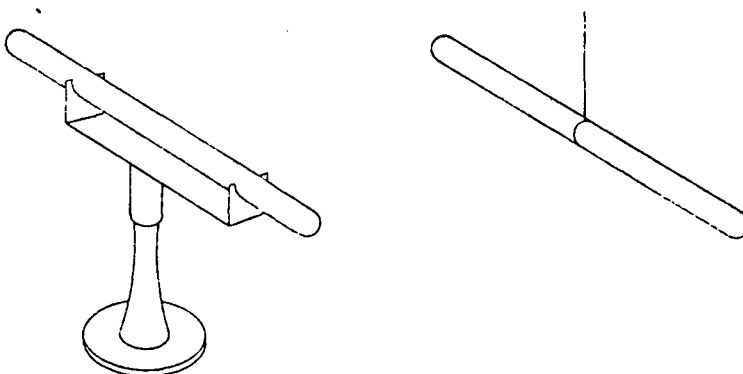


Fig.3.10.2

We wrijven met een stuk kattevel of een wollen lap over één uiteinde van een ebonieten staaf. Zonder dit uiteinde verder aan te raken leggen we het staafje op een draaistatiefje of hangen het op aan een dun draadje. Nu wrijven we over een uiteinde van een tweede ebonieten staaf. We houden de gewreven uiteinden bij elkaar, zonder dat ze elkaar raken. De draaibaar opgestelde staaf draait nu weg op zo'n manier dat blijkt dat de geladen staven elkaar afstoten.

Diffusie

Hoe komt iemand eigenlijk op het idee dat alle materie is opgebouwd uit onzichtbaar kleine deeltjes ?

Waar Leukippos en Demokritos hun denkbeeld vandaan haalden, is niet duidelijk. Het was voor hen namelijk letterlijk een denkbeeld; zij deden geen proeven. Op zoek naar een antwoord kunnen wij dat wel doen.

We bekijken eerst een paar voorbeelden van het verschijnsel diffusie.

Diffusie is de spontane verspreiding van een stof over de hele ruimte die zij tot haar beschikking heeft.

Proef 1:

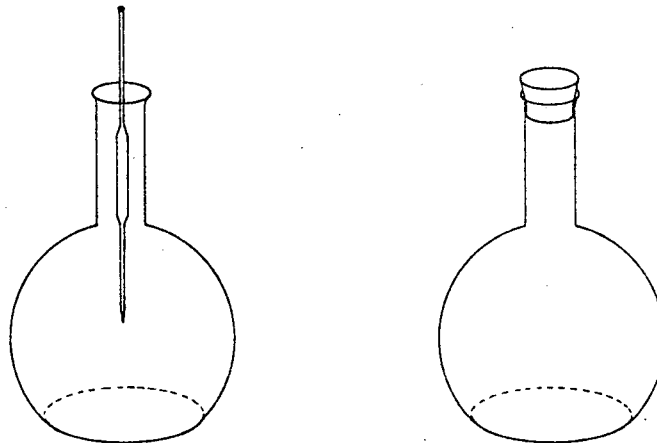


Fig.3.11.1

Op de bodem van een fles laten we een paar druppels vallen van een vloeistof die broom wordt genoemd. In korte tijd verspreidt zich een bruine damp door de hele fles.

3.8. Groepsonderwijs (Vituscollege, Bussum)

Voorbeeld stuk leergang 3e klas.

EE1.

ELECTRICITEIT

1. Wrijf een plastic staaf (electriciteitsbuis) met een doek en houd hem bij wat papiersnippers. Houd hem ook eens naast een dun straaltje water uit de kraan. Wat neem je waar ?
2. Waaruit blijkt dat de plastic staaf energie heeft gekregen ?
3. Ga eens na of het verschijnsel uit 1. tijdelijk of blijvend is.
4. Wrijf een keer met je hand over de plastic staaf nadat deze met een doek is opgewreven. Controleer of de verschijnselen uit 1. nog aanwezig zijn. Wrijf ook eens over een uiteinde en onderzoek dan beide uiteinden op genoemde verschijnselen.
5. Probeer het experiment ook eens met een messing staaf uit te voeren. Resultaat ?
6. Wrijf onderstaande stoffen met een doek en onderzoek ze op de eigenschap die je in 1. hebt gevonden. Kijk hierbij zeer nauwkeurig. Gebruik b.v. een vloeitje.
 - plastic
 - piepschuim
 - eboniet
 - glas
 - koper
 - rubber
 - aluminium
 - perspex
 - ijzerVul zelf de reeks aan en maak een lijstje van stoffen die wel en die niet waarneembaar door wrijving een papiersnippertje aantrekken.

Wat valt je op van de twee groepen ?
Welke namen heb je die groepen al eens gegeven ?
7. Onderzoek eens of het verschil maakt met welke stof je een plastic staaf wrijft ? Hoe doe je dit ?
8. Is het mogelijk een plastic staaf alléén in het midden papiersnippers te laten aantrekken ?
Hoe ?
9. Onderzoek eens welke van de onderstaande stoffen door een gewreven plastic staaf worden aangetrokken.

papier, glas, tin, ijzer, plastic, wol, hout, piepschuim, aluminium.
Maak een lijst en vul die zelf aan. Conclusie ?
Welk vreemd gedrag vertoont aluminiumfolie ?

- 10a. Stel een aan de uiteinden gewreven plastic staaf vrij draaibaar op en nader een uiteinde
1. met je hand
 2. met een niet gewreven plastic staaf
 3. met een stuk ijzer
- Wat zie je ?
Is dit duidelijk ?

- b. Stel een niet gewreven plastic staaf draaibaar op en herhaal de proeven uit a.
Wat zie je ?
Is dit duidelijk ?

11. Stel een gewreven plastic staaf vrij draaibaar op en
- a. nader een uiteinde met een andere gewreven plastic staaf.
Wat zie je ?
 - b. nader een uiteinde nu met een gewreven perspex staaf.
Wat gebeurt er ?
 - c. en met een gewreven glasstaaf ?

12. Stel een gewreven perspex staaf draaibaar op en nader
- a. een uiteinde met een niet gewreven plastic staaf. Wat zie je ?
Is dit duidelijk ?
 - b. nader een uiteinde van de gewreven perspex staaf met een andere gewreven perspex staaf. Wat zie je ?
 - c. nader een uiteinde met een gewreven plastic staaf.
 - d. ook met een gewreven glas staaf.
 - e. hoe zou dit proefje verlopen wanneer je een gewreven glas staaf vrij draaibaar zou opstellen en hierbij dezelfde experimenten uitvoeren ?

13. a. Vul onderstaand lijstje in. Geef aan of de krachten die de stoffen op elkaar uitoefenen afstotend of aantrekkend zijn. Zet een + in een hokje waar de krachten aantrekkend zijn en een - als ze afstotend zijn en een 0 alser niets te merken is.
- b.

	niet gewr.	gewr. glas	gewr. plastic	gewr. perspex	gewr. eboniet
niet gewr.					
gewr. glas					
gewr. plastic					
gewr. perspex					
gewr. eboniet					

- c. Formuleer een conclusie. Welke 2 soorten kun je maken.
- d. Welke gewreven stof die je kent gedraagt zich t.o.v. gewreven plastic hetzelfde als gewreven perspex ?
- e. Onderzoek gewreven eboniet en ga na met welke stof eboniet te vergelijken is.

14. a. Nader een goed gewreven plastic staaf langzaam met een vinger totdat je de staaf aanraakt. Wat voel je ?
b. Ken je nog meer van die verschijnselen ?
c. Wanneer je pas je haar hebt gewassen en je kamt je droge haar wat gebeurt er dan ?
d. Wanneer je in volkomen duisternis een kunststof blouse uittrekt, wat zie je dan soms ?

15. De verschijnselen uit 14. kennen we in het groot ook als natuurverschijnselen. Welke ?

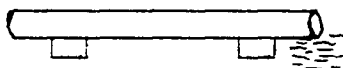
Wanneer een stof als plastic sterk gewreven is kun je wanneer je met een vinger er bij komt soms een schok voelen die sterk hetzelfde gevoel geeft als je een elektrische schok krijgt ? Ook het optreden van vonken duidt op een verband met electriciteit.

We zeggen daarom ook wel dat een gewreven plastic staaf electrisch is of electrisch geladen.

De twee groepen stoffen uit 13. worden p-electrisch en n-electrisch geladen genoemd.

Gewreven perspex en glas zijn p-electrisch geladen.

16. Wat zou de reden kunnen zijn dat een ijzeren staaf niet op de gewone manier geladen kan worden ?
17. In onderstaande opstelling is een ijzeren staaf geïsoleerd opgesteld. Onder één uiteinde liggen wat papiersnippers.

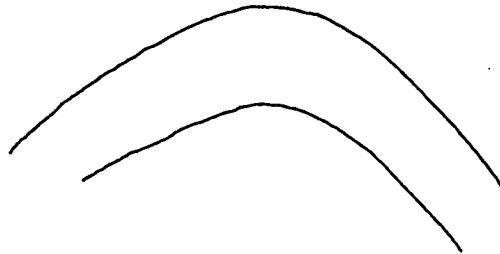


- a. Raak nu de staaf aan het linker uiteinde met een geladen plastic staaf aan. Wat gebeurt er ? En haal de staaf weg.
- b. Raak nu de staaf even met je hand aan. Wat gebeurt er ?
Hoe wijkt dit af wanneer je de ijzeren staaf door een plastic staaf zou vervangen ?
- c. Raak nu de ijzeren staaf met een geladen perspex staaf aan.
Wat gebeurt er ?
- d. Hoe zal de ijzeren staaf in de gevallen a. en c. geladen zijn ?
Hoe zou je je hiervan kunnen overtuigen ?
Vraag eventueel een demonstratie.
18. Wat is het verschil in manier van ontladen bij een
- a. geladen plastic staaf en een geladen ijzeren staaf ?
- b. Omschrijf nog eens wat je onder een geleider en een isolator verstaat ?
19. Een plastic staaf kun je plaatselijk laden. Kan dit met een geleider ook ?

3.9. Beginonderwijs fysica

N 6 - Bochten nemen

- 1a. Heb je wel eens een bobsleewedstrijd gezien?
Hoe gaat dat? Hoe maakt een bobsleeër een bocht?
Voor deze opdracht kun je eventueel een filmpje bekijken.
Vraag dat je amanuensis of je leraar.
- b. Wat voel je als er een scherpe bocht wordt gemaakt bij autorijden?
- c. Wat moet een skieër doen om de bocht door te komen?
Wat zal hij daarbij ervaren?
- d. Aan welke kant wordt in een bocht van een rivier de oever
uitgeschuurd?
Hoe komt dat?
Wat gebeurt er op de lange duur met die bocht?



Van de speeltuin ken je waarschijnlijk nog wel het draaiplato. Je moet er op gaan staan en dat het draaiplato in beweging brengen. We gaan nu met behulp van een verkleinde uitgave (model) ervan het draaiplato onderzoeken. Het gewone draaiplato staat schuin. We zullen een horizontaal plato gaan bekijken.

- 2a. Waar zou je het beste kunnen gaan staan om niet van een draaiend draaiplato geslingerd te worden?
We gaan dat als volgt onderzoeken.
Zet op een plato een voorwerp aan de rand en eenzelfde soort dichter bij het midden.
Breng het plato in beweging. Voer de snelheid langzaam op. Welk voorwerp gaat er het eerste af?
Is het gemakkelijk om je staande te houden als het plato sneller gaat draaien?
- b. Zijn er punten van overeenstemming in gebeurtenissen in de zweefmolen en op het draaiplato?
- c. Denk je dat iemand met een fors postuur gemakkelijker of moeilijker aan de buitenkant van het draaiend plato kan blijven staan dan een tenger iemand?
Onderzoek dat door een zwaar voorwerp en een licht voorwerp op dezelfde afstand van het middelpunt van het draaiplato te leggen.
- d. Maakt het verschil uit of je staat of ligt op het plato?

Leg daartoe twee gelijke voorwerpen (blokken) op dezelfde afstand van het middelpunt van het plato. Zet het ene voorwerp rechtop, het andere op zijn kant. Voer de snelheid geleidelijk op en ga na welk blok het eerste eraf gaat.

Herhaal de proef door de voorwerpen op andere plaatsen op het draaiplato te zetten.

- e. Zou het verschil maken of je met gladde zolen of met rubberprofiel zolen op het draaiplato staat?

Neem een plato dat voor de helft bedekt is met schuurpapier, of bevestig een vel schuurpapier op het plato. Leg twee gelijke voorwerpen op dezelfde afstand van het middelpunt van het plato. Voer de snelheid op.

Welk voorwerp gaat er het eerste af?

- 3a. In welk van de twee gevallen zal eenzelfde voorwerp op dezelfde afstand van het middelpunt eerder van het draaiplato afgaan, mét of zonder schuurpapier? Hoe zou dat komen?

- b. In welk van de twee gevallen is er de meeste tegenwerking?

Als je zelf probeert om een voorwerp te duwen over een ruw oppervlak, dan kost dat veel moeite, je hebt meer kracht nodig dan bij een glad oppervlak. Je moet dan harder 'wrijven'. We zeggen dan dat op schuurpapier de *wrijving* groter is. Ook als we het voorwerp op een ruw oppervlak niet in beweging kunnen krijgen, dan zeggen we dat de *wrijving* groot is.

- 3c. Op een draaiplato met schuurpapier ligt een voorwerp (niet op het middelpunt). Ook bij snel draaien gaat het voorwerp er niet af. Is er wrijving?

- 4a. Ga na in welke richting het voorwerp van het draaiplato afgaat. Beschrijf dat nauwkeurig. Maak er een schets van.

- b. Bekijk hoe een mes op een slijpsteen geslepen wordt. In welke richting worden de metaaldeeltjes weggeslingerd? Maak een schets.

H 5 In het dagelijks leven kennen we de centrifuge bij de wasmachine. Als je in N - 2 de centrifuge nog niet bekeken hebt en ook nog niet beschreven, ga dat dan hier doen. Kijk anders in je verslag. Probeer er thuis achter te komen hoe het komt dat het wasgoed in een centrifuge droogt.

6 In de industrie en in het ziekenhuis worden ook centrifuges gebruikt, bijvoorbeeld om melk of bloed te centrifugeren. Ze zien er heel anders uit dan de centrifuge van de wasmachine. Je leraar of amanuensis zal je nu zo'n centrifuge laten zien. Probeer er bij deze demonstratieproef achter te komen waarom dit óók een centrifuge heet.

- a. Bekijk een centrifuge en ga de werking na.

We laten de centrifuge eerst langzaam en daarna sneller draaien.

Wat neem je waar? Vergelijk de centrifuge met de zweefmolen en het draaiplato.

- b. Als de buisjes gevuld worden met vloeistof en je gaat hard centrifugeren, gaat de vloeistof er dan uit? Hoe komt dat?

- c. Wat zal er gebeuren als je olie met water mengt, eerst schudt, en daarna laat staan?
Geef een verklaring.
- d. We vullen het ene buisje met een goed geschud mengsel van olie en water, het andere buisje met suikerwater.
Voorspel eerst wat er bij centrifugeren gebeurt. Vervolgens gaan we de proef doen. Wat is het resultaat? Hoe verklaar je dat?
- e. Waarom heet dit apparaat ook centrifuge?
- 7a. Hoe wil het water gaan, dat in een rivier stroomt en een bocht nemen? Kun je zo verklaren dat er een steeds grotere bocht ontstaat? Kun je hier het woord 'kracht' gebruiken? Doe dat.
- b. Hoe wil de bobslee eigenlijk gaan? Moet de slee gedwongen worden om de bocht te nemen? Hoe gebeurt dat dwingen dan?
- c. Zou je bij het draaiplato en de centrifuge het 'erafslingeren' ook zo kunnen verklaren?
Zo ja, probeer dat dan.
- d. Wat zou gemakkelijker door de bocht gaan, een zware vrachtauto of een lichte auto?
Verklaar nu dat een zwaar voorwerp eerder van het plato afgaat dan een licht voorwerp.
- e. Hoe wil in het algemeen een bewegend voorwerp verder bewegen? Wat moet je doen om het van richting te laten veranderen? Kun je hier het woord kracht gebruiken?
8. Maak een overzicht van de punten van overeenkomst bij de voorwerpen uit dit hoofdstuk.
Geef de overeenkomst met + aan:

	bobslee	ski	water in rivier	centrifuge	auto
Is er een kracht 'naar buiten'?					
Is er een kracht 'naar binnen'?					
Is er dwang nodig om de voorwerpen door de bocht te laten gaan?					
Wil het voorwerp rechtdoorgaan zonder dwang?					
Een zwaar voorwerp gaat moeilijker door de bocht dan een licht voorwerp.					
Bij grotere snelheid gaat het voorwerp makkelijker 'uit de bocht'.					

Bij beschrijvingen zoals hier gebruikt men ook wel een woord als 'regelmaat'. Bijvoorbeeld: het plato draait regelmatig rond. Men zegt ook wel: bij het eraf slingeren van verschillende soorten voorwerpen vindt men een zekere regelmaat, of: je vindt een zekere regelmaat bij het steeds sneller draaien van de zweefmolen.

Hier heeft het woord 'regelmaat' een andere betekenis dan bijvoorbeeld in 'regelmatig' thuiskomen.

- Wat bedoel je met het woord 'regelmatig' in regelmatig thuiskomen?

N 5/N6 - Samenvatting

1. Wat heb je ontdekt?

- Regels voor het slingeren.
- Regels voor de veerbeweging.
- Regels voor het draaiplato.
- Overeenkomst tussen de gebeurtenissen in N 6.
- Waarom gaat een voorwerp bij draaiing naar buiten?
- Wat is wrijving? Wat heeft dat met 'tegenhouden' te maken?

2. Welke proeven heb je gedaan om dat vast te stellen?

3. Welke begrippen heb je geleerd?

- Slingering
- Slingertijd
- Uitwijking
- Wrijving.

Verdere bijzonderheden?

Bij de wip, het kantelen, enz., heb je gezien dat al die zaken met elkaar te maken hebben en op elkaar lijken doordat je woorden als zwaartepunt en draaipunt ging gebruiken.

Op die manier kom je tot de ontdekking dat dingen die helemaal niet op elkaar lijken toch met elkaar te maken hebben, zoals ook bij het draaiplato, de zweefmolen, de rivier die de oever uitslijpt, en de auto die een bocht neemt.

Door daaraan te denken hebben ingenieurs de wasmachinecentrifuge uitgevonden. We zullen nog heel wat voorbeelden tegenkomen. Door te kijken naar die overeenkomst kunnen we heel wat nieuwe dingen ontdekken.

We ontdekken ook welke begrippen belangrijk zijn in de natuurkunde. Met die paar begrippen kun je snel en gemakkelijk konklusies trekken, en je kunt: andere zaken, die er niet zoveel toedoen voor je probleem, weglaten. Zo hebben we bij het kantelen van een kist alleen maar zwaartepunt, gewicht en draaipunt nodig om te weten hoe, en of hij zal kantelen. Het materiaal wat erin zit is dan van geen belang. Of we mensen of voorwerpen op een draaiplato zetten is voor de problemen, zoals we die in N 6 gezien hebben, niet zo belangrijk.

Maak van onderstaande V - opdrachten een verslag en lever dat de volgende les in.

- V 9a. Als je een touw met een voorwerp eraan boven je hoofd wilt ronddraaien, dan moet dat ronddraaien met een zekere snelheid gebeuren. Wat denk je dat je voelt bij het ronddraaien?

3.10. Leer- en werbladen onderbouw

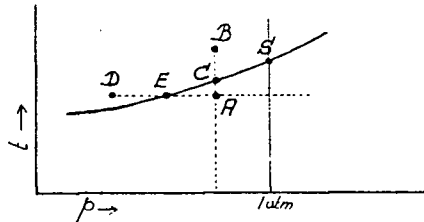
Les 13. Verandering van fase (toestandsdiagrammen)

13.1. Om de wederzijdse betrekkingen tussen de verschillende aggregatietoestanden van een stof, mede in relatie tot druk en temperatuur, overzichtelijk te maken, gebruiken we in de natuurkunde vaak diagrammen. We geven daarvan enkele voorbeelden.

Om de smeltemperatuur goed te kunnen bekijken nemen we een t-p-diagram. (N.B. altijd eerst de verticale as noemen !)

Hieronder is getekend een t-p-diagram van zwavel:

- . horizontaal is uitgezet de druk op de stof
 - . verticaal is uitgezet de temperatuur van de stof
 - . de getrokken lijn geeft de smeltemperatuur als functie van de druk
- S is de smeltemperatuur bij 1 atm, dus S is het smeltpunt !
(deze lijn heet wel de smeltlijn)



Bekijken we nu in dit diagram het punt A:

- punt A geeft een toestand weer, waarbij de temperatuur lager is dan de smeltemperatuur bij de gegeven druk;
- punt A geeft dus een toestand aan, waarbij een lichaam van zwavel vast is !

Hoe krijgen we dat lichaam vloeibaar ?

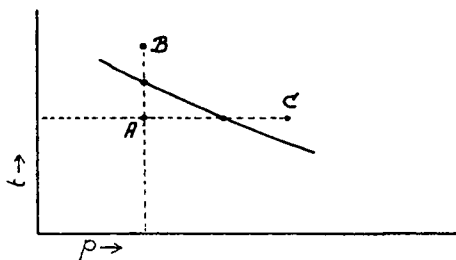
- . De eenvoudigste en meest voor de hand liggende procedure is om langs de verticale lijn door A te gaan naar B: de temperatuur stijgt.
- . daarbij blijft de druk constant; deze lijn heet dan ook een isobaar.
- . we passeren het punt C; in dit punt zal de stof smelten, want in C is de temperatuur van het lichaam gelijk aan de smeltemperatuur; in B is ons lichaam dus vloeibaar.
- . Een tweede manier echter is om langs de horizontale lijn door A te gaan in de richting van D: de druk daalt.
- . daarbij blijft de temperatuur constant; deze lijn heet dan ook een isotherm.
- . we passeren het punt E; in dit punt zal de stof smelten, want in E is de temperatuur gelijk aan de smeltemperatuur; in D is ons lichaam dus vloeibaar.

Voorlopig kunnen we concluderen:

- . de punten boven de smeltlijn geven een toestand aan, waarbij het lichaam vloeibaar is
- . de punten beneden de smeltlijn geven een toestand aan, waarbij het lichaam vast is
- . de punten op de smeltlijn geven een toestand aan, waarbij het lichaam zowel vast als vloeibaar kan zijn alsook ten dele het een en het ander.

Dit t-p-diagram van zwavel laat ons een stijgende smeltlijn zien.

Het t-p-diagram van ijs en water laat namelijk een dalende smeltlijn zien.

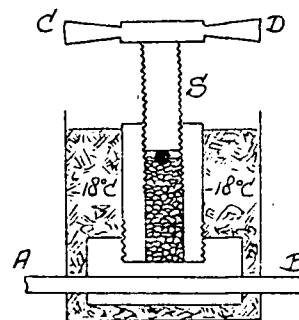


Punt A geeft een toestand weer, waarbij de temperatuur beneden de smelttemperatuur ligt: we hebben dus ijs.

- . om dit ijs te doen smelten kunnen we warmte toevoeren bij constante druk; de temperatuur stijgt en we komen via een isobaar proces in B; daar is het ijs al lang water geworden;
- . we kunnen ook de druk verhogen; als het ons gelukt om daarbij de temperatuur constant te houden, komen we via een isotherm proces in C; maar ook in C is het ijs al lang geen ijs meer, maar water.

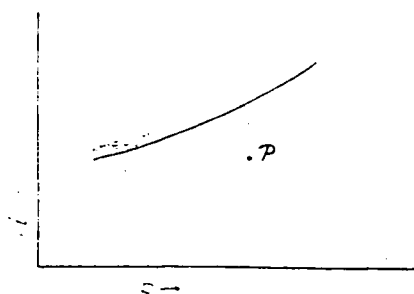
Een illustratie van dit laatste proces is de proef van Mousson: een ijzeren cylinder, waarvan de bodem met een staaf AB was vastgezet, werd gevuld met ijs; op dat ijs werd een stalen kogel gelegd. Met de hefboom CD werd de schroef S aangedraaid, waardoor op het ijs in de cylinder een grote druk werd uitgeoefend. Gedurende deze proef werd de cylinder met een koudmakend mengsel op een temperatuur van -18°C gehouden.

Door de schroef S terug te draaien werd de druk opgeheven. Toen de bodem afgeschroefd werd, bleek de kogel onder in de cylinder te liggen: het ijs moest dus gesmolten geweest zijn, hoewel de temperatuur -18° was.



N.B. Het blijkt mogelijk te zijn een vloeistof-lichaam te ontmoeten, dat zich bevindt in een toestand, in nevenstaand t-p-diagram aangegeven door het punt P.

Deze merkwaardige toestand, waarbij de stof zich beneden de smelttemperatuur nog in de vloeibare fase bevindt, kan bereikt worden door voorzichtige afkoeling. Een kleine evenwichtsverstoring is echter al voldoende om onmiddellijk een snel verlopend stollingsproces op gang te brengen.



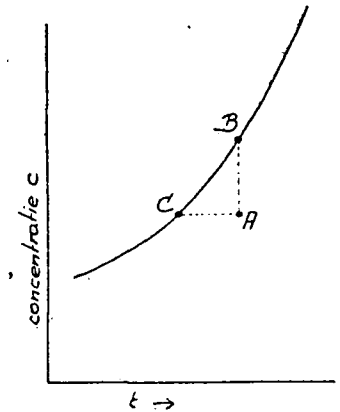
In deze toestand heet de vloeistof onderkoeld. Zo is ijzel onderkoelde regel, die bij het vallen op de grond of enig ander obstakel onmiddellijk befrist.

- 13.2. Een tweede diagram is de ons al bekende grafiek van de oplosbaarheid, uitgezet tegen de temperatuur:
 horizontaal de temperatuur t
 verticaal de concentratie c
we zouden dus moeten spreken van een c - t -diagram

De getrokken lijn laat ons bij elke temperatuur de bijbehorende oplosbaarheid vinden; deze lijn is dan de oplosbaarheidslijn(-kromme).

Kijken we nu in dit diagram naar het punt A;

dit punt geeft de toestand van een oplossing met temperatuur t en concentratie c ;
deze c is kleiner dan de bij t behorende maximale concentratie;
de oplossing is dus onverzadigd.



Het is duidelijk dat zo elk punt beneden de oplosbaarheidslijn een oplossing voorstelt, die onverzadigd is. Een punt op de oplosbaarheidskromme geeft een oplossing, die precies verzadigd is.

En een punt boven de oplosbaarheidskromme ?

Dat zou een oplossing moeten zijn met een meer dan maximale concentratie ! In beginsel zijn dus de punten boven de oplosbaarheidslijn niet te identificeren met oplossingen !

Stel nu, dat we ons bevinden in A: we hebben een onverzadigde oplossing. Hoe kan ik nu vanuit deze oplossing komen tot een verzadigde oplossing en eventueel dus tot kristalvorming ?

We vinden weer twee mogelijkheden:

- . we kunnen isotherm in de richting gaan van B:
 bij constante temperatuur vergroten we de concentratie;
 - dit laatste kan gebeuren
 - 1e. door meer oplosbare stof aan de oplossing toe te voegen
 - 2e. door oplosmiddel aan de oplossing te onttrekken !
 Dit laatste doen we eenvoudig door het oplosmiddel uit de oplossing te laten verdampen; we noemen dit het 'indampen' van een oplossing; zijn we eenmaal in B aangekomen, dan slaat de opgeloste stof in kristalvorm neer.

Voorbeeld: zoutwinning uit zeewater in zoutpannen.

- . we kunnen langs een lijn van constante concentratie in de richting van C gaan; we verlagen dus de temperatuur; in C aangekomen zien we dat de stof begint uit te kristalliseren.

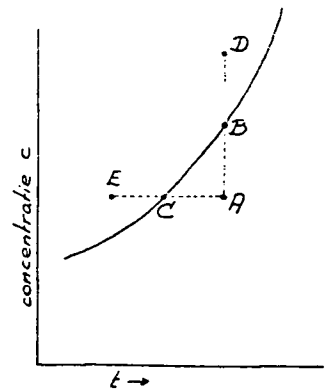
Nu blijkt de overgang van de opgeloste toestand naar de kristallijne toestand voor de meeste stoffen iets 'moeilijks' te hebben in die zin, dat het even een probleem is om 'op gang te komen'.

We komen dan ook in de praktijk de volgende gevallen tegen:

- gaan we al indampende bij constante temperatuur van A in de richting van B en hebben we een 'schone' oplossing, d.w.z. vrij van verontreinigingen en stofdeeltjes e.d., dan zal, bij

B aangekomen, de stof dikwijls niet onmiddellijk gaan kristalliseren, omdat ze 'geen begin kan vinden'; omdat wij intussen rustig doorgaan met indampen, zitten we even later in D en nog steeds is het uitkristalliseren niet begonnen:

we hebben nu een oplossing met te hoge concentratie, een oververzadigde oplossing.



We kunnen hiermee niet onbeperkt doorgaan; een keer zal het kristalliseren beginnen, en als het eenmaal begonnen is, keert de concentratie snel terug tot de maximaal toegestane !

Hetzelfde kan ons overkomen als we gaan in de richting van A naar C: voordat we het weten zitten we in E en hebben we weer een onverzadigde oplossing.

De punten boven de oplosbaarheidskromme stellen dus blijkbaar toch oplossingen voor, onverzadigde oplossingen. De door deze punten voorgestelde toestanden zijn echter niet stabiel: een stootje tegen de bak of een steentje in de oplossing doet onmiddellijk de oplossing zich verplaatsen naar een punt op de oplosbaarheidslijn!

13.3. Ons derde voorbeeld van een diagram lijkt op het vorige.

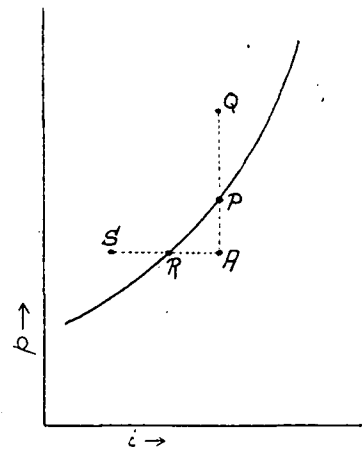
We bekijken de grafiek van de maximum-spanning van een damp als functie van de temperatuur:

horizontaal de temperatuur t ,
verticaal de druk p ;

dit is dus een p-t-diagram.

We bekijken het punt A. Hier hebben we een hoeveelheid damp, waarvan de druk kleiner is dan de maximum-spanning bij de heersende temperatuur. De damp is dus onverzadigd.

Er is bij deze damp geen vloeistof; deze zou immers onmiddellijk gaan verdampen !



Hoe kom ik nu vanuit toestand A tot een toestand, waarbij de damp verzadigd is ? We bekijken weer twee manieren:

- . we verhogen bij constante temperatuur de druk:
we bewegen ons van A in de richting van P, dus langs een isotherm.

Als we in P aangekomen zijn, kan de druk niet groter worden, tenzij eerst alle damp is gecondenseerd; wie doorgaat naar Q zit al in het 'vloeistofgebied' van het diagram.

- . of we verlagen bij constante druk de temperatuur:
we bewegen ons van A in de richting van R, dus langs een isobaar

Als we in R aangekomen zijn, kan de temperatuur niet lager worden, tenzij eerst alle damp is gecondenseerd; wie doorgaat naar S zit weer in het vloeistofgebied van het diagram.

Als voorlopige conclusies hebben we dus al:

boven de kromme: vloeistofgebied

onder de kromme: dampgebied

Opmerkingen:

1. Gaan we vanuit het punt S naar rechts, d.w.z. verhogen we bij constante druk de temperatuur van de vloeistof, dan zal die vloeistof als we in R aankomen gaan koken!

De kromme, die het damp- en vloeistofgebied scheidt heet dan ook de kooklijn !

2. Gaan we al afkoelende bij constante druk van A in de richting van R en hebben we 'schone' damp, zonder stofdeeltjes e.d., dan bestaat de kans, dat het condenseren bij R niet onmiddellijk inzet; we komen dan in S en onze damp is nog steeds damp;

Ook hiermee kunnen we niet onbeperkt doorgaan; eens zal het condenseren beginnen en eenmaal begonnen gaat het door totdat weer een stabiele toestand is bereikt.

Deze oververzadiging is zeer belangrijk in de meteorologie. Opstijgende waterdamp koelt af, wordt daardoor verzadigd en zelfs oververzadigd, maar condenseert niet bij afwezigheid van (zo genoemde) condensatiekernen. Begint echter de waterdamp eenmaal ergens te condenseren, dan zet deze condensatie versneld door en ontstaan de grote druppels.

Mist- en regendruppels bevatten meestal een condensatiekern, een stof- of roetdeeltje of een fijn zandkorreltje. Vandaar dat wasgoed in de regel vuil wordt en dat rijden in de mist allerlei vieze aanslag achter laat.

3. Ook het omgekeerde gebeurt: gaande van S in de richting van A kunnen we R passeren, zonder dat de vloeistof gaat koken. Dit verschijnsel, kookvertraging genaamd, treedt op, wanneer de dampbellen 'geen begin kunnen krijgen'. Dit is bijvoorbeeld het geval, als we uitgekookt water, dus water, waaruit eerder al eens door koken alle lucht verdreven is, opnieuw aan de kook brengen. Door het ontbreken van luchtbelletjes in het water wordt nu het ontstaan van waterdampbellen vertraagd. De temperatuur van het water stijgt tot wel 4 à 5 50°C boven de kooktemperatuur. Dan ontstaat plotseling één zeer grote dampbel; daarbij daalt de temperatuur enkele graden en begint het spelletje weer van voren af aan.

Om dit soort water wat regelmatig en rustiger te laten koken voegt men 'kooksteentjes' aan het water toe, kleine stukjes poreus aardewerk, die altijd weer vol blijken te zitten met onvermoede hoeveelheden lucht.

- 13.4. Van het feit, dat verdampen warmte kost, kunnen we ons op vele manieren overtuigen:

- . oude grootvaders goten vroeger de thee uit het kopje op het schoteltje:
 - groter oppervlak
 - snellere verdamping - deze kost warmte - wordt onttrokken aan de thee - deze koelt dus sneller af.

- bij overmatige hitte helpt sprenkelen of betten met eau de cologne (= alcohol!). Deze verdampt snel en onttrekt de daarvoor benodigde warmte aan de omgeving, die daardoor afkoelt.

- we doen de volgende proef:
in een kolf bevindt zich ether;
de kolf is afgesloten met een kurk, waardoorheen een kort buisje, een lange buis en een reageerbuis met enig water gestoken zijn. (zie de figuur)

Indien we nu de lucht afzuigen aan de korte buis, wordt door de buis lucht aangevoerd, die in de vorm van luchtbellen door de ether gaat. Deze passerende lucht bevordert een snelle verdamping van de ether:

- . de ether verdampt
- . koelt daardoor af
- . zodat het water in de reageerbuis bevriest !

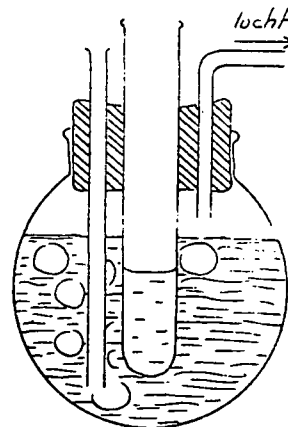


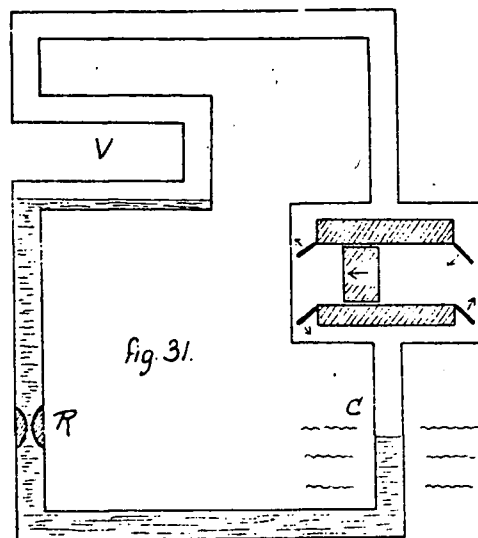
fig. 30

- Op een dergelijk principe berust de werking van de koelkast. Een gemakkelijk verdampende vloeistof met grote verdampingswarmte wordt rondgepompt door een gesloten systeem.

De zuig-perspomp P zuigt de damp boven de vloeistof in V, de verdampers, weg. Door de drukverlaging wordt de verdamping bevordert, de vloeistof koelt af.

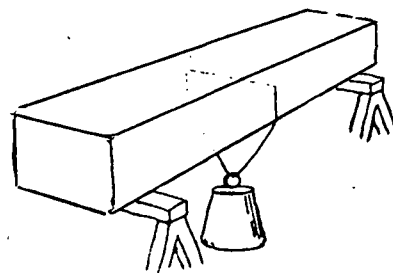
Door het persgedeelte van de pomp wordt de damp in C, de condensor, weer gecomprimeerd. Door deze verhoging van de druk zal de damp condenseren. De daarbij vrijkomende warmte wordt door koeling (luchtkoeling, stromend water, o.i.d.) afgevoerd.

Door het regelventiel R komt de nu weer tot vloeistof gecondenseerde damp in V. Daar begint de kringloop opnieuw.



Opdrachten

1. Een staaf ijs steunt op twee schragen en staat opgesteld in een ruimte, waarin de temperatuur constant op -5°C wordt gehouden. Over de staaf is een staaldraad geslagen, die een gewicht draagt van 25 kg.

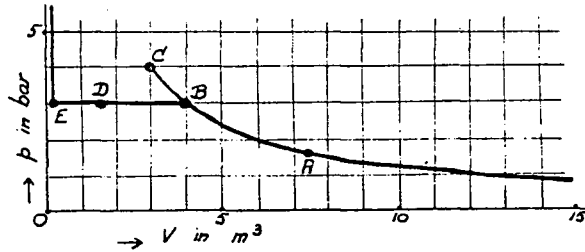


We zien de staaldraad langzaam door het ijs snijden, terwijl toch de staaf ijs één geheel blijft.

Verklaar dit.

(Dit is de zogenaamde 'herbevrozingsproef' of 'regelatieproef')

2. In onderstaan p-V-diagram van een hoeveelheid vloeistof/damp is de getrokken lijn een isotherm: bij alle toestanden, die worden voorgesteld door punten van deze lijn, is de temperatuur 27°C.



- welk punt geeft de toestand, waarbij alleen vloeistof aanwezig is ?
- welk punt geeft een toestand, waarbij alleen oververzadigde damp aanwezig is ?
- hoe groot is van deze hoeveelheid stof in gasvorm de constante uit de wet van Boyle-Gay Lussac ?

3.11. Mastery Learning (S.G. v. Oldenbarnevelt, Rotterdam)

algemeen

1

LSE 2

rust en beweging

werkprogramma

BASISSTOF

onder-deel	onderwerp	plaats in boek	plaats in stencils	vragen in boek
5	snelheid ($v=s/t$)	blz.39(2.2) t/m blz.41		9 t/m 14
diagnostische toets				
eind toets LSE 2				
EXTRA STOF				
onder-deel	onderwerp	plaats in boek	plaats in stencils	vragen in boek
13	de strafs chop		blz.15,16	

samenvatting

1. NIEUWE GROOTHEDEN

grootheid	symbool	eenheid
afstand	s	[m]
tijd	t	[s]
snelheid	v	[m/s]
versnelling	a	[m/s ²]
kracht	F	zie LSE 3
verschil	Δ (delta)	
som	Σ (sigma)	

2. DEFINITIES

snelheid	$v = \frac{s}{t}$
versnelling:	$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$

- snelheid konstant: eenparige beweging
- snelheid verandert: eenparig versnelde of vertraagde beweging (a konstant)

3. WETTEN

Eerst wet van Newton:

$\Sigma F = 0$ betekent eenparig

\vdots \vdots

Basisstof in boek: 'Terreinverkenning in de natuurkunde'

Dr.S.Auer & Dr.H.P.Hooijmaijers

2.2. Snelheid

Een veelgebruikt hulpmiddel bij het vergelijken van bewegingen is het begrip snelheid.

9. Auto's hebben een snelheidsmeter. Wat betekent het getal 90 op zo'n snelheidsmeter ?

De snelheid van voertuigen wordt bijna altijd uitgedrukt in km/uur. Natuurkundigen geven evenwel bij voorkeur de snelheid op in m/sec. In elk geval wordt de eenheid van snelheid afgeleid van de eenheden van lengte en tijd. De snelheid van een voertuig wordt bepaald door eerst de afgelegde weg te meten en deze dan te delen door het tijdsverloop waarin de verplaatsing optrad.

10. Een auto vertrekt om 8.30 uur uit Amsterdam en arriveert om 11.00 uur in Vlissingen. De afstand Amsterdam-Vlissingen bedraagt 210 km.
- Bereken de 'snelheid' van de auto
 - Kun je nu met zekerheid zeggen op hoeveel km van Vlissingen de auto zich bevonden heeft om 10 uur ? Motiveer je antwoord.

Wat we in de omgangstaal vaak snelheid noemen, namelijk de afgelegde weg gedeeld door de tijd, noemen we in de natuurkunde de *gemiddelde snelheid*. De snelheid verandert immers voortdurend. Een beweging waarbij de snelheid niet verandert, noemt men een *eenparige beweging* (afb.37).

Dus:

* Onder de gemiddelde snelheid van een lichaam verstaat men de door het lichaam afgelegde weg gedeeld door de tijd die voor de beweging nodig geweest is.

* Onder een eenparige beweging verstaat men een beweging, waarbij de gemiddelde snelheid over elk deel van de weg dezelfde grootte heeft.

Eenparige bewegingen komen in de praktijk niet voor. Wel verandert bij sommige bewegingen de snelheid zo weinig dat deze bewegingen nagenoeg eenparig zijn. Vrachtautochauffeurs zien soms kans om op autowegen een vrijwel constante snelheid aan te houden.

11. Bij de controle op de naleving van de snelheidsbepalingen legt men vaak twee draden op de weg. Wat moet men meten om de gemiddelde snelheid rijdende auto te bepalen ?

diagnostische toets

Deze toets is alleen bedoeld om vast te stellen welke onderdelen van de leerstof die aan de toets vooraf ging door jou nog niet begrepen zijn. Je krijgt voor deze toets dus geen cijfer.

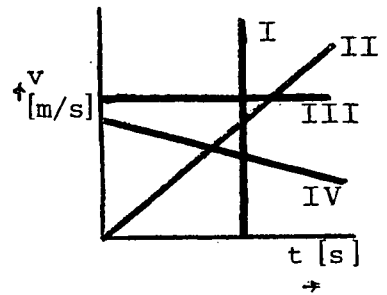
Voor de manier van aangeven van de antwoorden op de gestelde vragen: zie 'antwoordblad diagnostische toets LSE 2'.

5. Een snelheid van 9 (km/u) komt overeen met een snelheid van
 - a. 2,5 (m/s)
 - b. 5 (m/s)
 - c. 15 (m/s)
 - d. 25 (m/s)

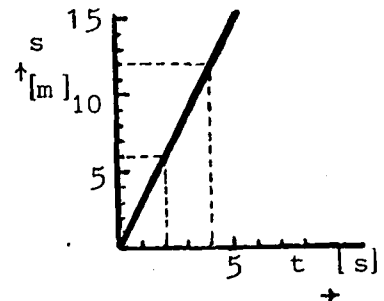
6. In de natuurkunde gebruikt men als eenheid van snelheid
 - a. (m/s)
 - b. (km/u)
 - c. (m/u)
 - d. (km/s)

7. Onder het begrip 'gemiddelde snelheid' verstaan we
 - a. het quotiënt van afstand en tijd
 - b. het quotiënt van de afgelegde weg en de tijdsduur waarin deze weg wordt afgelegd.
 - c. het quotiënt van tijd en afgelegde weg
 - d. het quotiënt van tijd en afstand

8. Eén van de lijnen in het hiernaast staande diagram geeft de grafische voorstelling van een eenparige beweging. Welke lijn is dat ?
 - a. I
 - b. II
 - c. III
 - d. IV



9. Wat is de grootte van de snelheid, die met behulp van het hiernaast staande diagram kan worden bepaald ?
 - a. 0,33 (m/s)
 - b. 3 (m)
 - c. 3 (m/s)
 - d. de snelheid is niet te bepalen, want die verandert voortdurend van grootte.



antwoordblad diagnostische toets

Naam: _____ Klas: _____ Datum: _____

Omcirkel met potlood het juiste antwoord. Slechts één juist antwoord per vraag is mogelijk. Als je van mening bent dat bij één vraag twee of meer goede antwoorden staan, omcirkel dan het volgens jou beste antwoord. Ga niet gokken als je het antwoord op een vraag niet weet. Het gaat er bij deze toets niet om zo goed mogelijk te gokken, maar om te kijken welke onderdelen van de leerstof je nog niet zo goed begrepen hebt en die je dus moet gaan herhalen.

Als je bij het omcirkelen een fout maakt, stuf dan het verkeerd getrokken cirkeltje goed uit en verbeter het antwoord.

antwoorden:

- | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|
| 1. | a | b | c | d | - |
| 2. | a | b | c | d | - |
| | a | b | c | d | |
| : | : | : | : | : | |
| 19. | a | b | c | d | - |

aantal fouten:

herhalen/extra stof

Wijze van verbeteren bij het nakijken:

Op het korrektieblad staan de juiste antwoorden op de vragen.

Als je eigen antwoord fout is zet je hierboven in de laatste kolom de letter van het juiste antwoord neer, terwijl je je eigen, foute antwoord doorstreept.

Voorbeeld:

5 a b c d a

korrektieblad diagnostische toets

Een diagnostische toets kent drie soorten vragen. Opklimmend in moeilijkheidsgraad onderscheiden we achtereenvolgens:

- kennis vragen (K)
- toepassings vragen (T)
- inzicht vragen (I)

Bij kennis-vragen gaat het om dingen die je weet of had kunnen weten door de aangegeven leerstof te leren. Bij toepassingsvragen moet je die kennis in een nieuwe situatie toepassen.

Bij inzicht-vragen gaat het vaak om het kombineren van kennis en toepassingen van twee verschillende onderdelen van de leerstof.

Bij de nu volgende antwoorden vind je in de kolommen deze indeling van de vragen terug onder de kop K,T,I.

Verder vind je op dit blad de aanduidingen die je bij de foute antwoorden verwijzen naar de onderdelen van het werkprogramma voor deze leerstofeendheid. Als je gaat herhalen ga je deze verwijzingen achtereenvolgend na.

vraag	antwoord	K,T,I	herhalingsprogramma (verwijzing naar werkprogramma of stencils 'herhaling basisstof')
.	.	.	
.	.	.	
5	a	T	herh.stencil blz. 7,8
6	a	K	herh.stencil blz. 7,8
7	b	K	herh.stencil blz. 7,8
8	c	I	herh.stencil blz. 7,8; evt. uitleg vragen
.	.	.	
14	c	I	herh.stencil blz. 7,8; bij antwoord d uitleg vragen
.	.	.	
.	.	.	
19	a		

Voor het herhalen heb je maximaal twee lesuren de tijd. De eindtoets over LSE 2 wordt in het eerstvolgende lesuur na de herhalingslessen afgenomen.

herhaling basisstof

SNELHEID

De snelheid van een eenparig bewegend lichaam wordt gegeven door:

$$\text{SNELHEID} = \frac{\text{AFGELEGDE WEG}}{\text{TIJDSDUUR NODIG VOOR HET AFLEGGEN VAN DEZE WEG}}$$

In formule-vorm ziet deze afpraak er zo uit:

$$v = \frac{s}{t}$$

De afstand moet zoveel mogelijk uitgedrukt worden in meters en de tijd in seconden, zodat de snelheid in [m/s] komt te staan.

Het grootste probleem zal waarschijnlijk het rekenwerk zijn, omdat het voorgaande alleen bestaat uit (handige) afspraken. Daarom volgt het onderstaande voorbeeld.

Een trein rijdt de afstand van Rotterdam naar Utrecht (64 km). Hij legt deze afstand af in 90 minuten. Bereken de snelheid van deze trein in de daarvoor afgesproken eenheid.

Voor de oplossing van dit vraagstuk staan twee manieren ter beschikking:

- omrekenen van de gegeven van dit vraagstuk in [m] en in [s], en dan de gegevens in de bovenstaande formule invullen.
- beginnen te rekenen met de bovenstaande formule en daarna het antwoord omrekenen in [m/s].

Methode a. is eigenlijk de beste methode.

Hieronder volgt de oplossing van het vraagstuk volgens beide genoemde methoden:

- a. gegeven: afstand $s = 64 \text{ [km]} = 64000 \text{ [m]}$
tijd $t = 90 \text{ [min]} = 90.60 = 5400 \text{ [s]}$

gevraagd: snelheid v

berekening: $v = \frac{s}{t}$

hierin de gegevens invullen levert:

$$v = \frac{64000}{5400} \quad (= \frac{640}{54}) = 11,85 \text{ [m/s]}$$

antwoord: de snelheid van de trein is 11,85 [m/s]

- b. gegeven: afstand $s = 64 \text{ [km]}$
tijd $t = 90 \text{ [min]}$

gevraagd: snelheid v

berekening: $v = \frac{s}{t}$

hierin de gegevens invullen levert:

$$v = \frac{64}{90} = 0,71 \text{ [} \frac{\text{km}}{\text{min}} \text{]}$$

dit getal omrekenen naar [m/s]

$$v = 0,71 \text{ [} \frac{\text{km}}{\text{min}} \text{]} = \frac{0,71}{60} \text{ [} \frac{\text{km}}{\text{s}} \text{]} = \frac{0,71 \cdot 1000}{60} \text{ [} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{]} \\ = 11,85 \text{ [m/s]}$$

antwoord: de snelheid van de trein is 11,85 [m/s].

herhaling basisstof

Maak nu zelf de volgende drie vraagstukken:

1. Een auto rijdt met een snelheid van 120 [km/u] de afstand van Cillaarshoek naar Rotterdam (24 km). Hoe lang doet de auto over de rit.
2. Jan heeft voor zijn verjaardag een nieuwe step gehad. Hij rijdt een uur lang met een snelheid van 5 [km/u]. Hoe groot is de afstand die Jan in dat uur heeft afgelegd ?
3. De afstand over zee van Amsterdam naar Göteborg (Zweden) is 600 km. De snelheid van de boot die de veerdienst Amsterdam-Göteborg onderhoudt is 28,6 [km/u]. Hoe lang duurt de overtocht ?

ANTWOORDEN

1. Voor de oplossing van dit probleem gebruiken we nu alleen maar methode a.

gegeven: snelheid $v = 120$ [km/u] = 33,3 [m/s]

afstand $s = 24$ km = 24000 m.

gevraagd: tijdsduur t

berekening: $v = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v}$

hierin de gegevens invullen levert:

$$t = \frac{24000}{33,3} = 721 \text{ [s]}$$

antwoord: de tijdsduur is 721 [s].

2. De formule voor de snelheid moet hierbij op de volgende manier gebruikt worden:

$$v = \frac{s}{t} \rightarrow s = v \cdot t$$

(Als je met dit in een andere vorm schrijven van formules moeilijkheden hebt, kijk dan alvast in het hok 'kruislings vermenigvuldigen' op blz. 5 van de stencils van LSE 3).

antwoord: de afstand bedraagt 5000 m.

3. antwoord: de tijdsduur bedraagt 75600 [s] of 21 [u].



instructie extra stof

DE STRAFSCHOP

Zoals je wellicht weet wordt het voetbalspel gespeeld met een bal. Die bal heeft zich de laatste jaren enorm ontwikkeld. Vroeger schreef men over het 'bruine monster dat de lat scheert', tegenwoordig wordt het gestippelde ding 'in de rebound tegen het nylon gedrukt'.

Vroeger gebruikten voetballers een bal met veters die bij nat weer loodzwaar werd, die bij ouderdomsverschijnselen nauwelijks in beweging was te brengen en die in geen geval met de veterkant gekopt moest worden (op straffe van bloedende hoofdwonden).

Tegenwoordig speelt hoog en laag met een leren bal die voorzien is van een waterafstotend plastic laagje. Bij nat weer is deze bal ideaal.

De moderne, geplastificeerde leren bal is lichter dan de oude bal, en daardoor gemakkelijker in beweging te brengen. Daardoor heeft hij dan ook een vrij grote gemiddelde snelheid als hij wordt weggeschoten. De Westduitse televisie maakte onlangs cijfers bekend van een universitair onderzoek naar de gemiddelde snelheid van een goed geschoten bal.

Spelers met een zogenaamd hard schot zorgen voor een snelheid van 92 km/u. De gemiddelde snelheid die een doorsnee voetballer aan de bal geeft, bedraagt volgende het onderzoek 83,6 km/u.

In het onderzoek liet men Uwe Seeler, de voormalige midvoor en topscorer van het Westduitse elftal, strafschoppen nemen op een doel dat afwisselend werd verdedigd door doelman Wolter van Hertha BSC en Karguss van Hamburger SV, onlangs uitgeroepen tot de beste Bundesliga-keeper van het lopende seizoen. Men wilde daarbij nagaan hoe groot de kans was dat een goed genomen strafschoop gestopt kan worden.

Nadat men de gemiddelde snelheid van een geschoten bal dus becijferd had op 83,6 km/u, werd de reactie-snelheid van de beide topkeepers gemeten. In de veronderstelling dat met name Karguss, die in het verleden een reputatie had opgebouwd als erkend strafschoop-stopper met een gemiddelde van meer dan één op twee, een snellere reactie zou hebben dan de gemiddelde burger, toonden de onderzoekers zich verbaasd dat beide keepers op de gemiddelde reactie van 0,21 [s] uitkwamen. Karguss en Wolter moesten in het onderzoek een knop indrukken, zodra ze in het ene geval een piepgeluid hoorden, en in het andere geval op een scherm een streep zagen. Zowel op geluid als op beeld weken de reacties van de keepers niet af van het gemiddelde resultaat.

Vervolgens toonde men aan dat een goed genomen strafschoop, dat wil zeggen één die zuiver in de hoek van het doel geschoten wordt met een gemiddelde snelheid van 83,6 km/u, nooit gestopt kan worden door een keeper die in het midden van zijn doel staat, zich aan de regels houdt en dus niet beweegt voordat de strafschoop genomen is.

Vragen:

1. reken de snelheid van 83,6 km/u om in m/s.
2. hoe lang doet de bal bij een gemiddelde snelheid van 83,6 km/u over de afstand van 11,5 m van de penalty-stip naar de hoek van het doel ?
3. hoe groot is de snelheid van een keeper, als we ervan uitgaan dat hij de 100 m in 11,0 s aflegt (het onderzoek ging dus uit van een onwaarschijnlijk snelle keeper !) ?
4. hoe lang doet de keeper uit vraag 3 dan over het afleggen van de afstand van 3,66 m van het midden van het doel naar de hoek ?
5. hoe lang heeft die keeper dan de tijd om te reageren op het schot, om te beslissen naar welke hoek hij moet gaan en hoe hoog de bal daar zal komen ?

De keeper heeft dus, gezien het antwoord op vraag 5 precies 0,10 s om te reageren. Omdat uit de metingen was gebleken dat de reactie-snelheid van de keepers 0,21 s bedraagt, is iedere keeper op een goed genomen strafschop in het gunstigste geval 0,11 s te laat.

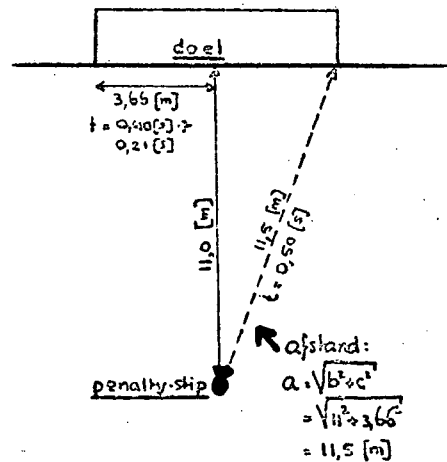
Via zeer vertraagde beelden met Uwe Seeler achter de bal en afwisselend Wolter en Karguss in het doel, toonde de Westduitse televisie de juistheid van het universitaire onderzoek aan.

Ook toonde men via beelden dat strafschoppen die worden gestopt of slecht genomen zijn, òf worden gekeerd dankzij een te vroeg bewegende keeper.

De stelling dat 'de vrees van de keeper voor de strafschop ongegrond is' blijkt dus alleen te berusten op slecht genomen strafschoppen of onreglementair handelende keepers.

ANTWOORDEN

1. $\bar{v} = 23,2 \text{ [m/s]}$
2. $\bar{v} = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{11,5}{23,2} = 0,50 \text{ [s]}$
3. $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{100}{11,0} = 9,09 \text{ [m/s]}$
4. $\bar{v} = \frac{s}{t} \rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{3,66}{9,09} = 0,40 \text{ [s]}$
5. tijd om te reageren:
 $t = 0,50 - 0,40 = 0,10 \text{ [s]}$



3.12. Handleiding Natuurkunde t.b.v. de P.A.

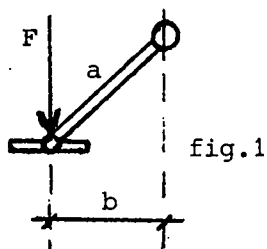
Studieproef 101.01.1

moment = kracht x arm (loodrecht)

Bergplaats: boven op kast A

Zie handleiding, hfd.01., pag 06 en 07

Omschrijving:



Hoewel het begrip: moment = kracht x arm in het algemeen wel duidelijk is, wordt toch vaak de fout gemaakt, dat men als arm de constructieve verbinding beschouwt tussen de plaats waar de kracht werkt en het draaipunt. Bij de fiets-trapper (zie fig. 1) denkt men dan het moment te zijn: $F \times a$ in plaats van $F \times b$. Hierin is b de loodrechte afstand.

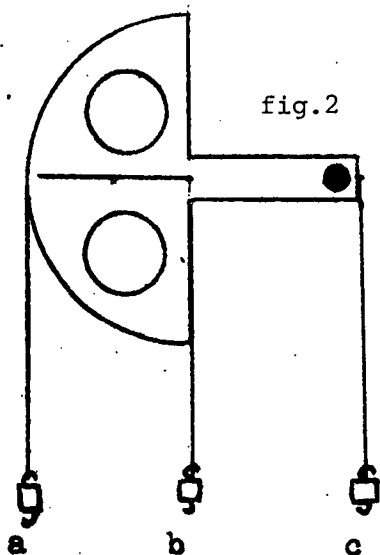


Fig.2: Het ontworpen apparaat heeft ten doel deze fout aan te tonen. Het linkerdeel bestaat uit een halve cirkel waaromheen een draad geslagen is. Het rechterdeel is een staafvormig gedeelte. Aan het uiteinde hiervan is ook een ophangdraad bevestigd. Tenslotte is er nog een ophangdraad precies onder het draaipunt. Deze 3 draden aangeduid met a, b en c. Van het draaipunt uit is een rode metalen staaf aangebracht, naar links. Deze geeft de arm aan, die geldig is voor het moment aan de linkerzijde.

In alle standen van het apparaat is deze arm constant en gelijk aan 20 cm. Voor de arm aan de rechterzijde moet de loodrechte afstand tussen draad b en c worden opgemeten. Deze verandert bij toepassing van meer of minder gewichten aan de rechterzijde.

Uitvoering: Gebruik de standaard (ophang) gewichtjes van 50 gram. Hang 1 gewichtje aan ieder der 3 draden. Het apparaat is nu in evenwicht. Zowel de afstand tussen a en b als die tussen b en c is nu 20 cm. Hang vervolgens aan de rechterzijde (draad c) een tweede gewichtje bij. Meet vervolgens de loodrechte afstand tussen draad b en c. Deze zal nu 10 cm zijn. Vervolgens een 3e gewichtje: afstand wordt 6,6 cm en tenslotte een 4e gewichtje: afstand wordt 5 cm. Aangezien het apparaat steeds in evenwicht is moet het (vaste) moment links: 50×20 steeds gelijk zijn aan het moment rechts: totaal gewicht rechts x loodrechte afstand draad b-c. Wij zien dus dat de loodrechte afstand als arm dient te worden beschouwd en niet het materiaal tussen ophangpunt draad c en draaipunt.

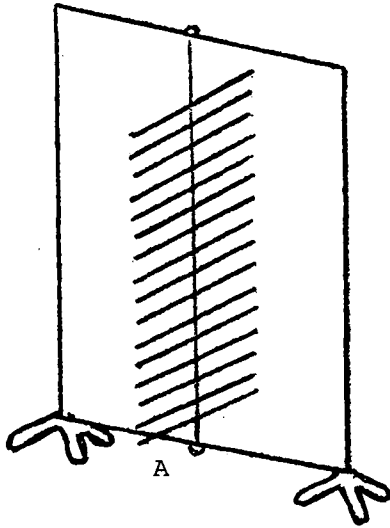
Studieproef 105.02

golfapparaat

Bergplaats: boven op kast B

Bestudeer eerst hdl. hfd.05: par. 05 t/m 09

Omschrijving:



In een stalen frame op 2 voetjes is verticaal een stalen horlogeveer gespannen.

Op deze veer zijn horizontaal een groot aantal metalen staafjes bevestigd.

Wordt d.m.v. een der staafjes een golfbeweging in de veer opgewekt, dan plant deze zich voort langs de gehele veer.

Lopende golven

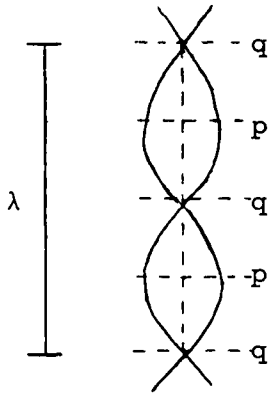
1. Beweeg staafje A van uit het midden naar rechts en direkt daarop weer terug naar het midden. Blijf A vasthouden ! Punt A heeft nu een (halve) trilling gemaakt. Er zal zich nu een 'lopende golf' vormen die naar boven gaat. De staafjes wijzen de verdraaiing van de horloge-veer aan. Kijk daartoe tegen de uiteinden van de staafjes. Deze zijn rood gekleurd.
2. De golf weerkaatst bovenaan en komt dan weer terug. Vervolgens kaatst hij weer beneden enz. Hij gaat vele malen op en neer.
3. Terwijl de golf zelf verticaal beweegt, bewegen de staafjes zelf horizontaal. Is dit nu een transversale of een longitudinale golfbeweging ? Zie hfd. 05 !

Staande golven: zie par.05-14

Deze proef lukt het beste, beginnend met volledig stilstaande staafjes !

4. Probeer nu, continu, A van het midden uit naar rechts en terug te zwaaien in een bepaald tempo. Blijf A vasthouden ! Probeer in ca. 1 sec. heen en terug te zwaaien. Tel: 'een en twintig' (dit is ca. 1 sec). Men kan na enig proberen het juiste tempo zelf aanvoelen aan de gedragingen van de veer. Na enig proberen ontstaat in het apparaat een zgn. staande golf. Deze gaat niet meer op en neer !

De uiteinden van de staafjes bewegen nu als volgt:



staafjes p bewegen zeer heftig..... de 'buiken'
staafjes q staan praktisch stil ... de 'knopen'
de afstand λ (labda) is de golflengte.

Probeer deze op te meten.

Wat is nu de voortplantingssnelheid van de oorspronkelijke lopende golf als de frekwentie bij A op 60 trillingen/min. dus 1/sec. kan worden gesteld?

19. Experimenten met optische spektra

Zeer veel informatie over de bouw van een atoom, en de structuur van de materie komt uit de studie van de spektra.

De bedoeling van de onderstaande proef is kennis te maken met enkele soorten spektra. Zoals bekend kan een atoom in verschillende nauwkeurig bepaalde energietoestanden voorkomen. De elektronen die om de atoomkern bewegen beschrijven vaste banen. In die banen hebben de elektronen zowel kinetische als potentiële energie.

Door energie aan het atoom toe te voeren is het mogelijk in de buitenste schil een elektron in een hogere baan te brengen. We zeggen dat het atoom in een aangeslagen of ge-exciteerde toestand komt.

De normale toestand van het atoom noemen we ter onderscheiding de grondtoestand.

Een zeer nauwkeurig bepaalde hoeveelheid energie is nodig om het atoom te exciteren. Deze energie kan op verschillende wijzen aan het atoom toegevoerd worden.

opdracht: Zoek enkele manieren waarop een atoom kan ge-exciteerd worden.

Een atoom dat zich in een aangeslagen toestand bevindt zal na enige tijd naar de grondtoestand terugkeren. (10^{-8} sec.!)

Deze terugkeer gaat gepaard met het uitzenden van straling, volgens de vergelijking:

(vul zelf in)

De bovenstaande theorie verklaart het ontstaan van de lijnenspektra van de atomen. Er zijn echter nog andere spektra bekend die teruggaan naar de bouw van het atoom of van de molecule.

Emissiespektra

Een spektrum uitgezonden door een ge-exciteerde stof noemen we een emissiespektrum.

Er bestaan drie types van emissiespektra

(a) Het continue spektrum

Een continue spektrum bestaat uit een aaneengesloten verzameling van golflengten. Deze spektra worden uitgezonden door tot gloeihitte verwarmde lichamen. Voorbeelden hiervan zijn de zon, de gloeidraad van een lamp, een lichtende bunzenbrandervlam (koolstofdeeltjes!).

(b) Het lijnenspektrum

Dit spektrum bestaat uit scherp gedefinieerde, geïsoleerde golflengten. Dit soort spektrum wordt uitgezonden door elementen die zich in de gasfase bevinden.

Voorbeeld: Na-damp in een gasvlam.

(c) Het bandenspektrum

1-ste proef

Een bandenspektrum bestaat uit groepen van lijnen, waarvan sommige zo dicht bij elkaar komen te liggen, dat wij ze als 'banden' interpreteren.

Als voorbeeld van een bandenspektrum kunnen we de blauwe kegel van een bunzenbrandervlam vermelden.

Absorptiespektra

Als een stof zich in een lichtbundel bevindt, afkomstig van een lichtbron met continu emissiespektrum, dan lijken dikwijls sommige golflengten geabsorbeerd te worden. De geabsorbeerde golflengten zijn karakteristiek voor de absorberende stof, en zijn van dezelfde golflengte als die stof bij excitatie zelf zou uitzenden.

Opdracht: Treedt er hier een echte absorptie op? Waar is de energie dan naar toe?

De donkere lijnen of banden die we in zo'n spektrum vaststellen, noemen we absorptiespektrum.

Als voorbeeld vermelden we hier de fijne donkere lijnen die we in het zonnespektrum aantreffen, en die we Fraunhoferse lijnen noemen.

Deze lijnen ontstaan door absorptie van het continue zonlicht door de fotosfeer van de zon.

Opdracht: Zoek op wat we met fotosfeer bedoelen!

In deze proef gaan we enkele 'vlammenspektra' waarnemen.

We gebruiken daarvoor een zakspektroskoop. De juiste gebruiksaanwijzing vind je bij het instrument. Let erop deze spektroskoop met de grootste zorg te behandelen, want het is een teer instrument.

Onderzoek de spektra van de volgende lichtbronnen, en maak in het praktikumschrift de nodige aantekeningen:

- 1) van een lichtende bunzenbrandervlam (dit is de vlam die ontstaat als de luchttoevoer afgesloten wordt)
- 2) van de blauwe kegel van een hete bunzenbrandervlam
- 3) van een brandende elektrische gloeilamp
- 4) van de zon
- 5) van een natriumvlam.
Verhit hiertoe een stukje puimsteen op een pijpstenen driehoekje. Dit stukje puimsteen is doordrenkt van een keukenzoutoplossing.
- 6) van een lithiumvlam.
Doop een platinadraadje in een oververzadigde oplossing van lithiumchloride in zoutzuur. Breng de naald in het hete deel van de bunzenbrandervlam.
- 7) Voer hetzelfde proefje uit met strontium, maar maak de platinanaald voor gebruik volledig schoon.

Geen oplossingen mengen! (anders bederf je het plezier van diegenen die de proef na jou komt uitvoeren!).

2-de proef

In deze proef zullen we enkele spektra bekijken in gasontladingsbuisjes. Aangezien je hier met zeer hoge spanningen gaat werken (tot 25 000 V) en dit een zeker risico inhoudt, moet je voor deze proeven de hulp van de amanuensis of leraar inroepen.

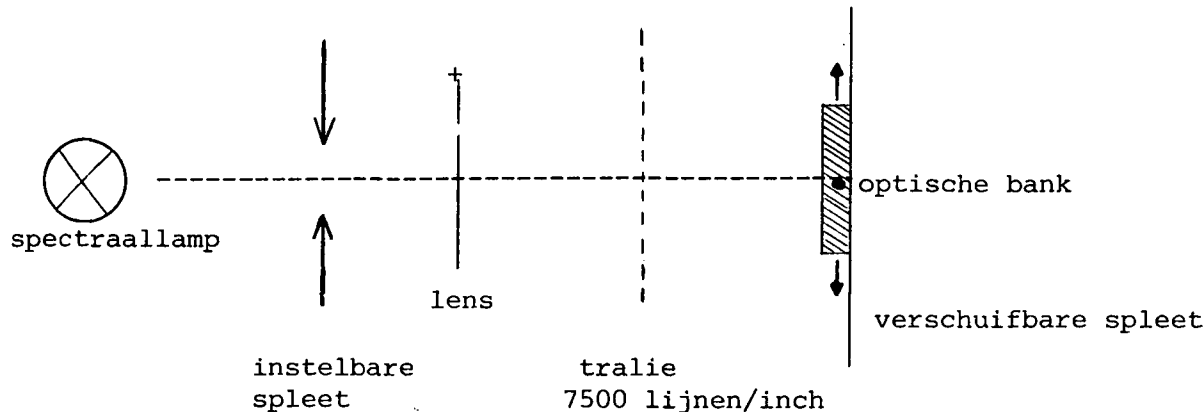
- 1) Bekijk het spektrum van een met waterstof gevuld gasontladingsbuisje.
Maak aantekeningen, en probeer te achterhalen met wat men onder 'reeksen' verstaat (Balmer, Paschen.....)
- 2) Bekijk het spektrum van een met helium gevuld gasontladingsbuisje.
Probeer te ontdekken of je analogieën ziet met het waterstofspektrum.

3-de proef

In deze proef gaan we het spektrum meten dat uitgezonden wordt door gasvormig THALLIUM. We maken daarvoor gebruik van een 'spektraal'-lamp.

Bouw de onderstaande opstelling:

Het geheel is opgesteld op een optische bank. De tekening is in bovenaanzicht gemaakt.



Schakel de spektraallamp in. Je moet er rekening mee houden dat deze een zekere 'opwarmtijd' nodig heeft. Regel de spleet zo, en stel de lens zodanig op dat er een fijne evenwijdige bundel licht op de tralie valt.

Gebruik de tralie van 7500 lijnen/inch.

De traliekonstante bedraagt dan:

$$d_{\text{tralie}} = \dots\dots\dots (\text{eenheid?})$$

Met het oog kijken we door de verschuifbare spleet naar de tralie. We zoeken door verschuiven het 0-de orde maximum.

Waar in zie je het nulde-orde maximum?

Noteer de plaats van het nulde-orde maximum. (je kunt alles in de overzichtstabel op de volgende bladzijde noteren)

Zoek nu in het eerste orde maximum de verschillende lijnen op, en noteer hun plaats. Meet dit zowel links als rechts van het eerste-orde maximum.

Meetresultaten:

plaats van het 0-de orde maximum:

plaats van de lijnen in het 1-ste orde maximum:

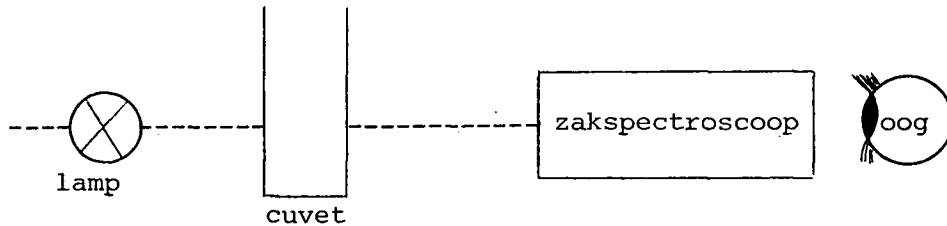
lijn	plaats links	plaats rechts	afstand tot 0-de orde		gem. plaats	$\text{tg}\alpha$	$\text{sin}\alpha$	λ (in Å)
			links	rechts				
1								
2								
3								
4								
5								

Bereken voor de verschillende lijnen de golflengte, en leg uit hoe je de golflengte bepaald hebt.

4-de proef

In deze proef zullen we het absorptiespektrum waarnemen.

Bouw daartoe de volgende opstelling:



- 1) Vul het cuvet met alcohol. Wat neem je waar in de zakspektroscoop?
- 2) Vul het cuvet met een alcoholische oplossing van chlorophyl. Wat neem je waar in de zakspektroscoop?

Opdrachten

- a. Waar tref je chlorophyl aan?
- b. Leg uit waarom je eerst een waarneming gedaan hebt met zuivere alcohol, en daarna met de alcoholoplossing van chlorophyl.
- c. Bekijk het cuvet ook (met de spektroskoop) in zijaanzicht. Wat neem je waar?

huiswerk

- 1) Geef voor elk van de bovenstaande proeven aan welk spektrum je waargenomen hebt.
- 2) Ga aan de hand van een theorieboek na hoe een spektroskoop gebouwd is. Je moet twee principes kunnen vinden. Leg het verschil tussen beide principes uit.
- 3) Probeer aan de hand van het tabellenboekje te achterhalen welke elementen er in de chromosfeer van de zon voorkomen.
- 4) Veelal wordt de spektroskopie gebruikt om snel de samenstelling van een stof te vinden. We noemen dit de 'droge' analyse. In de scheikunde voert men testreacties uit om de samenstelling van een onbekende stof te vinden. We noemen dit 'natte' analyse.

In moderne laboratoria wordt hoofdzakelijk van droge analyse gebruik gemaakt. Leg uit waarop deze methode gebaseerd is, en waarom ze veel sneller is dan de klassieke scheikundige analyse.
- 5) Leg uit waarom je bij zonlicht het gras als 'groen' ervaart.
- 6) Welke kleur zou gras hebben als de zon om de ene of andere reden uitsluitend violet (paars) licht zou uitzenden?

3.14. Leerlingenproeven (Trajectumcollege, Utrecht)

Proef 8. Proef van Kundt

Inleiding Op een perspexbuis AB is een luidspreker gemonteerd, die de luchtkolom in AB in trilling brengt.
Om te kunnen zien of de lucht in staande golfbeweging is, is in de buis fijn kurkvijlsel gestrooid.
De buis is aan het einde afgesloten en is te vullen met bv. CO₂ of O₂ zodat ook met andere gassen is te werken.

- Proef a. Stel m.b.v. een toongenerator en een versterker een toonhoogte in waarbij duidelijk knopen en buiken te zien zijn (buis is gevuld met lucht)
Bepaal de golflengte bij 4 toonhoogten.
b. Idem maar nu met CO₂
c. Idem maar nu met O₂
Laat het gas gedurende enkele minuten door de buis stromen.

Verslag a. Bepaal m.b.v. onderstaande tabel de voortplantingssnelheid van geluid in lucht, CO₂ en O₂

<u>toonhoogte</u>					<u>voortplantingssnelheid</u>
λ lucht					\bar{v} lucht
λ CO ₂					\bar{v} CO ₂
λ O ₂					\bar{v} O ₂

- b. Controleer of $v \sim \sqrt{\frac{1}{M}}$ waarbij M het mol. gewicht is.
(neem voor lucht het gemiddelde mol. gewicht)

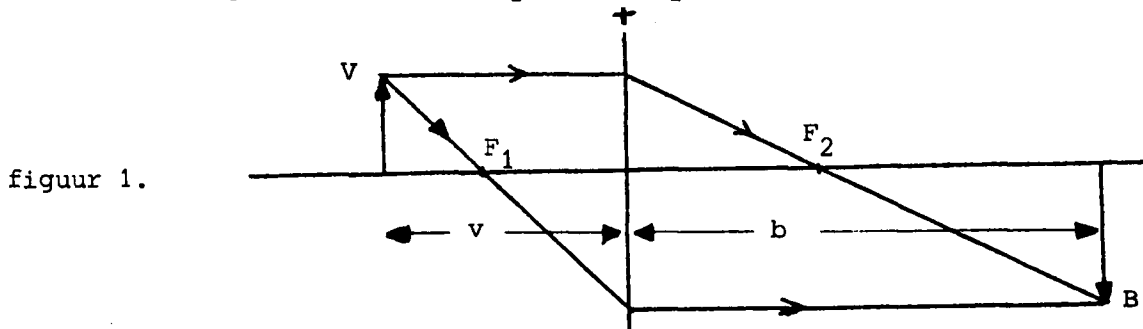
3.15. Praktikum Instructies (Chr. Lyceum Visser 't Hooft, Leiden)

3e-klas proef.

Praktikumproef licht VI. Afbeeldingen

Benodigdheden: lamp, statief, F-diafragma, lens in houder, scherm, rolmaat en schuifmaat.

1. We gebruiken in deze proef een positieve lens.



figuur 1.

We kunnen bij fig. 1 denken aan een diaprojectie. Daarbij is V het dia (voorwerp) en B het op het scherm geprojecteerde beeld. Om het beeld scherp te krijgen moeten we de lens op een bepaalde stand instellen. Bij een andere afstand tussen projecteur en scherm moeten we de lens verschuiven om een scherp beeld te krijgen. Kennelijk is er een verband tussen de voorwerpsafstand v en de beeldafstand b . We gaan onderzoeken hoe dat verband is.

Zie voor de definities van v en b figuur 1.

2. Bevestig de lamp zo laag mogelijk aan het statief. Schuif het F-diafragma op de lamp. Dit F-diafragma dient als voorwerp V. Zet de lens en het scherm neer en maak een scherp beeld op het scherm. Hoe is het beeld ten opzichte van het voorwerp? Omgekeerd.... ja/nee Links-rechts verwisseld.... ja/nee.

3. Stel nu verschillende voorwerpsafstanden v in en meet telkens de bijbehorende waarde b van het scherpe beeld. Zorg voor voldoende spreiding tussen de verschillende waarden van v . Bijvoorbeeld 25 cm v 80 cm. Meet ook steeds de lengte van het beeld en van het voorwerp, en noteer alle waarnemingen in de tabel.

v in cm	b in cm	beeld-lengte	voorw. lengte	b/v	beeldlengte / voorw. 1
.....
.....
.....
.....
.....
.....

langs de horizontale as. Neem gelijke schaalverdelingen op beide assen! Verbind dan de bij elkaar horende puntenparen door rechte lijnen. Merk op dat dit diagram van een heel andere betekenis is dan de tot nu toe in de natuurkunde getekende grafieken! Wat valt er in het getekende diagram op? door één punt S.

5. Beantwoord nu de volgende vragen:

- a. Hoe kan men met het diagram voor gegeven v de bijbehorende b bepalen?

 - b. Wat volgt uit de omkeerbaarheid van de stralengang omtrent de plaats van S t.o.v. de b -as en de v -as?
 - c. Klopt dit in het diagram?
 - d. Hoe loopt de lijn als we een voorwerp, bv. een huis of de zon zeer ver weg plaatsen?
 - e. Wat is de betekenis van de koördinaat van S op de v -as (of de b -as)?

 - f. Wat is de betekenis van b/v ?
- Merk op: dit getal kan groter dan één of kleiner dan één zijn; het is natuurlijk wél altijd positief!

Naam: klas

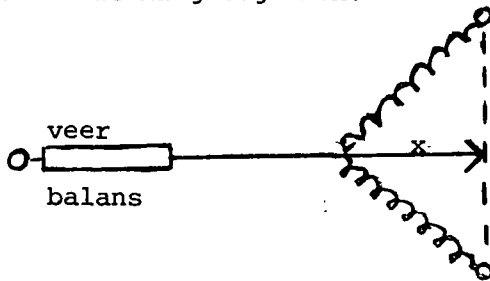
Bovenbouw experiment

Arbeid en energie

Benodigheden: ca. 1,5 homogeen tafeloppervlak, metalen cilinder met ophanghaak, veerbalans tot 100 gf, idem tot 1 kgf, veer met spanhaak, tafelklem, kort touwtje, maatlat, rolmaat.

Doe in verband met de beschikbare tijd eerst alle metingen en ga dan met de uitwerking beginnen.

1.



Met deze proef wordt de omzetting van potentiële veerenergie in arbeid van de wrijvingskracht bestudeerd. We doen dit door de veer in de spanhaak een uitwijking te geven en de messingcilinder weg te schieten over het tafelblad. Uit de uitrekking van de veer en de afgelegde weg over de tafel wordt nu de wrijvingskracht bepaald. Werk dit zelf verder uit.

Je zult zien dat je allereerst de veerconstante moet bepalen. Dit kun je het beste doen door in een grafiek de veerkracht F_v als functie van de uitrekking x uit te zetten. Meet deze veerkracht met de veerbalans op de manier, die de tekening hierboven aangeeft, en vul de tabel in:

x in cm	5	8	20	12	15
F_v in N					

Houd er rekening mee, dat de veerbalans is geijkt voor vertikaal gebruik en dat je de kracht, welke gemeten is in gf, zult moeten omrekenen in N. De veerconstante vind je uit devan de gevonden lijn. Uitkomst: $C = \dots\dots\dots$

- 2. We gaan nu m.b.v. de spanhaak met de veer de rechtopstaande cilinder weg-schieten. Zorg er voor dat het wrijvingsvlak goed schoon en voldoende lang is. Meet de uitwijking x van de veer en de afgelegde weg s van de cilinder. Doe elke meting 5 maal.

x in cm	5	10	12	14	15
s ₁					
2					
3					
4					
5					
gemiddeld					
fout in s					

Teken een grafiek van de gemiddelde waarde van s als functie van x^2 .
(waarom x^2 ?) Geef de fout in s duidelijk in de grafiek aan.
Bepaal uit deze grafiek de grootte van de wrijvingskracht: $F_{wmax} =$

3. Probeer of je met de veerbalans (m.b.v. het touwtje) de cilinder met konstante snelheid over het gebruikte wrijvingsvlak kunt voortslepen. Meet de gemiddelde wrijvingskracht $F_{wmax} =$ Is dit in overeenstemming met de metingen van deel 2?

3.16. Syllabus Mechanica en diversen (S.G. Snellius Amstelveen)

Krachten I

P 3

Boek: Raat, Nieuwe Natuurkunde voor wvo-havo 1.

2e klas.

Nodig:

2 verschillende krachtmeters (10 N en 20 N)

blokjes lood, hout, messing, ijzer van gelijke afmetingen

2 magneten

a) Krachten "voelen"

Iedereen heeft wel een idee, wat een "kracht" is. In de natuurkunde is een idee echter niet genoeg. Je moet precies weten, wat waar mee te maken heeft. De volgende proefjes zijn bedoeld, om je iets van krachten te laten ervaren, zonder dat je nu direkt hoeft te snappen hoe alles in elkaar zit. Het belangrijkste is, dat je van een aantal eigenschappen bewust wordt.

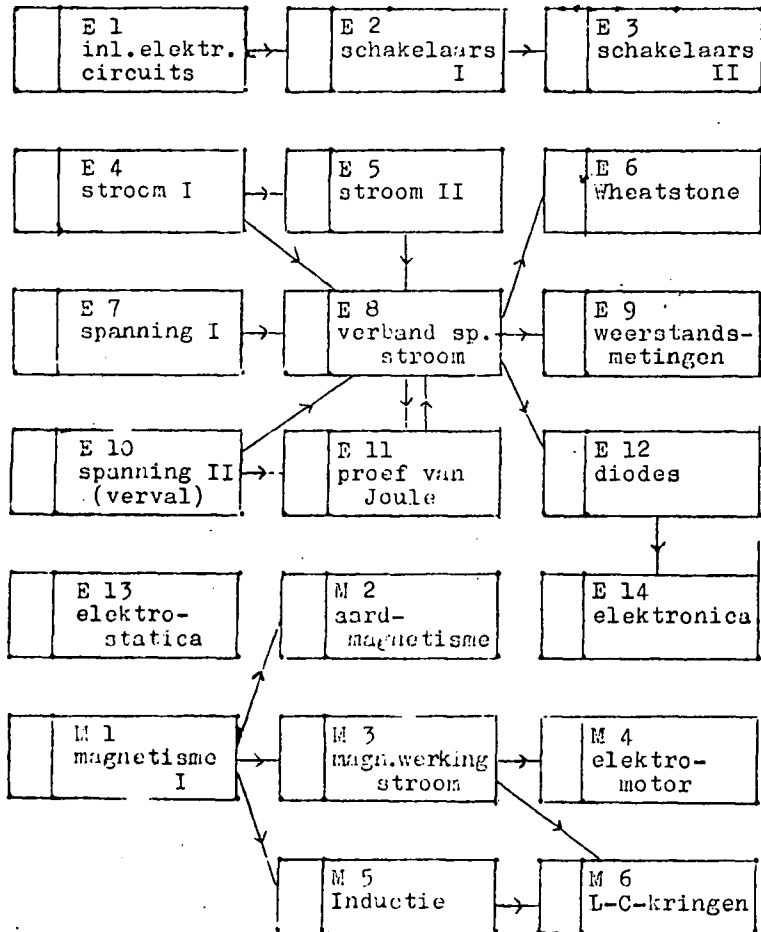
Hoewel sommige proefjes wat kinderachtig lijken, moet je ze toch serieus uitvoeren. Laat je niet afleiden, en schrijf zoveel mogelijk op, wat je ervaart. Later moet je kunnen terugvinden, wat je wel en wat je niet ontdekt hebt.

1. Neem een krachtmeter en hang deze aan een vinger. Trek vervolgens met een vinger van je andere hand aan de haak van de meter en kijk daarbij naar de schaalverdeling van de meter. Trek langzaam van "0" (nul, staat de meter inderdaad op nul als er niets aanhangt?) tot de maximale stand en langzaam terug. Onderzoek de volgende dingen: (schrijf van alles wat je probeert wat op, bv.: "als je de meter verder uittrekt, voel je de kracht groter worden".)
 - voel je verschil tussen de kracht op je trek-vinger en op de hang-vinger?
 - voel je verschil, of je de meter vertikaal of horizontaal houdt?
 - voel je verschil tussen de ene en de andere krachtmeter?
2. Neem een blokje lood in je hand, zodat je de zwaartekracht op het blokje op je hand voelt. Vergelijk deze kracht met die van de andere blokjes op je hand. Onderzoek welke het "zwaarst" is en welke het een na zwaarst, enz. (op het gevoel! Later mag je het met de krachtmeter controleren.)
3. Neem weer het loden blokje in de hand. Beweeg nu de hand met blokjes "plotseling" naar beneden en daarna "plotseling" weer omhoog. Schrijf op welke verschillen in kracht je voelt. Probeer het een paar keer, zo dat je goed weet hoe het zit. Maak daarna plotselinge bewegingen van links naar rechts (en terug) Wat merk je dan aan de kracht op je hand?

B) Krachten meten

We gebruiken de aanwijzing van de krachtmeters om krachten te meten. De eenheid is daarbij 1 N, afkorting van 1 Newton. Waar deze eenheid vandaan komt, is voor de proef niet belangrijk. (Zie zonodig het boek paragraaf 3.4.).

Naam: _____ Klas: _____

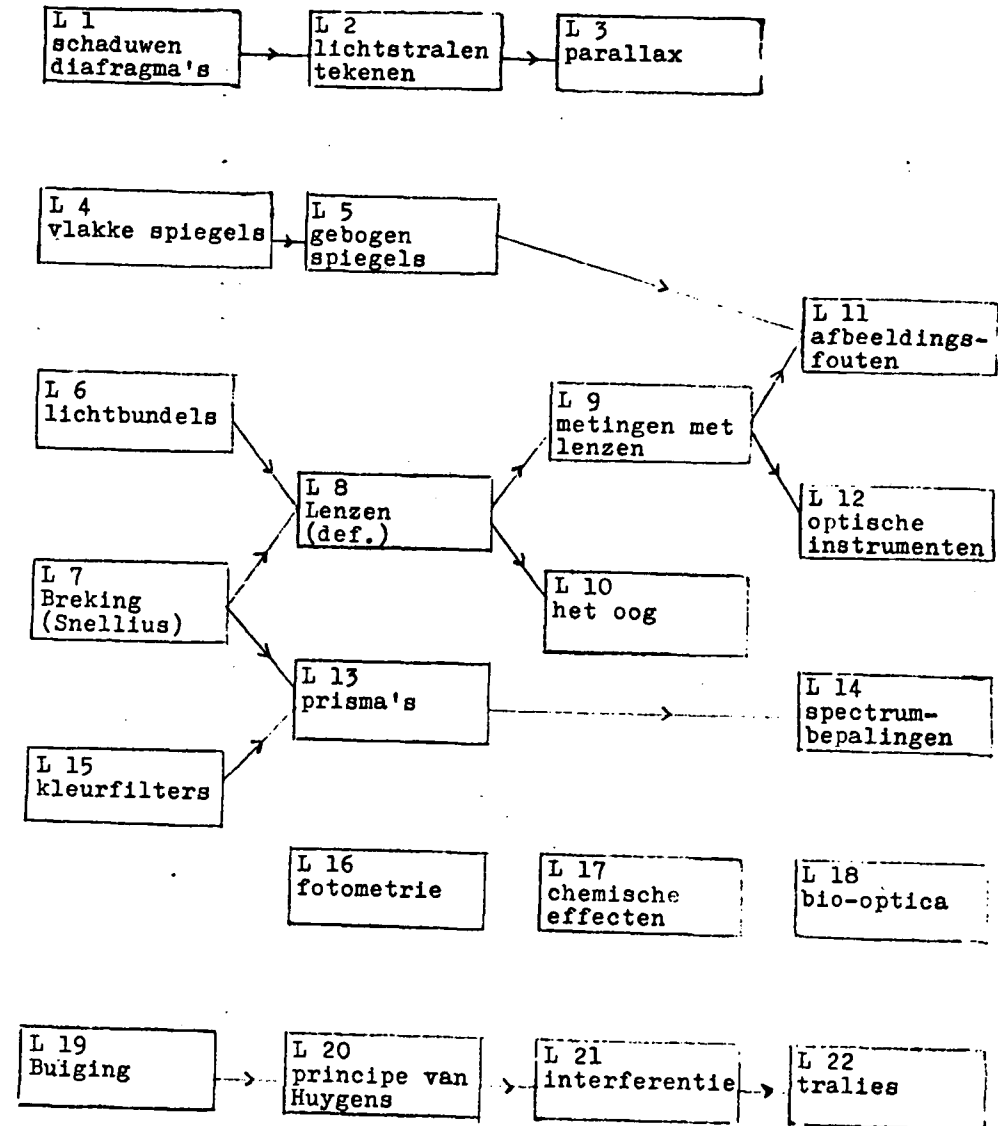
**"Gebruiksaanwijzing" :**

De proeven aan de linkerzijde van het papier zijn zogenaamde "begin-proeven", die gedaan kunnen worden zonder speciale voorkennis of ervaring. (Hier genummerd E1, E4, E7, E10, E13 en M1).

Als zo'n proef af is, kan men daarna doen :

- of een andere beginproef
- of een aansluitende vervolgproef (zie de pijlen)

Volgorde vrij naar keuze (enige beperking : benodigde apparatuur moet beschikbaar zijn). Bij twijfel over start wordt steeds E1 geadviseerd. Voor het practicum zijn ongeveer 14 lesuren beschikbaar. In die periode moeten ongeveer 6 à 8 proeven compleet af zijn. Hiervan zijn verplicht (minimum) E4, E7, E8 en M1. Proeven E5, E9 en E10 hebben het karakter van "herhalingsproeven". E2, E3, E6 is meer "verrijkingstof".



1. Meet de zwaartekracht op de blokjes, door ze stilhangend aan de haak van de krachtmeter te hangen.
(Welke kan je het best gebruiken?)

blokje	hangend	slepend

Maak voor je waarneming een tabel, b.v. zoals hiernaast.
2. Laat een blokje aan de meter zakken, tot het blokje op de tafel rust. Let daarbij goed op de aanwijzing van de meter tijdens het zakken! Schrijf duidelijk op wat er gebeurt. (Noteer de aanwijzing van de meter "hangend", "zakkend" (in het begin, later, aan het eind) en "op tafel". (Herhaal de proef met verschillende snelheden)
3. Kantel het blokje op tafel, en trek het horizontaal voort over de tafel via de krachtmeter. ("slepen"). Noteer de aanwijzingen in de kolom "slepend" van de vorige proef. Wat merk je voor bijzonders op?
4. Neem beide krachtmeters en bevestig ze met de haken aan elkaar. Trek vervolgens de ophang-ogen uit elkaar, terwijl je de schaalverdeling van beide meters tegelijk kunt bekijken. Wat merk je op? Bekijk de situatie bij verschillende standen en schrijf een konklusie op.

c) Bijzondere krachten

Bij de volgende proef gebruiken we de magneten. Deze zijn zeer breekbaar, laat ze dus niet vallen. De roodgeschilderde kant noemen we de noordpool van de magneet; de witte kant heet de zuidpool.

1. Neem één magneet en houd deze bij elk van de blokjes.
 - Van welk materiaal is het blokje, dat wordt aangetrokken?
 - Van welk materiaal zijn de haakjes?
 - Merk je verschil of de magneet "vlakbij" of "veraf" is?
2. Probeer de sterkte van de magneetkracht zo goed mogelijk te bepalen in het geval je de magneet tegen het aangetrokken blokje aanhoudt. Probeer zowel noordpool als zuidpool.
 - Is de magneetkracht groter dan, kleiner dan of gelijk aan de zwaartekracht op het blokje? ("Voorzichtig" proberen!)
 - Hang het blokje aan de krachtmeter en trek deze met de magneet verder uit, tot deze "loslaat". Hoe groot is de magneetkracht?
3. Neem beide magneten, en voel de krachten ten opzichte van elkaar. Schrijf op wat je merkt bij de nadering noordpool-zuidpool, noordpool-noordpool en zuidpool-zuidpool. Meet ook de magneetkracht als beide magneten aan hetzelfde blokje trekken.

Uitwerking:

Maak tekeningetjes van elke situatie. Een kracht kan je aangeven als een pijl in de richting van de kracht. Hoe groter de kracht, hoe langer de pijl. (Neem b.v. voor een kracht van 1 N een pijl van 1 cm lengte)

Bestudeer uit het boek paragraaf 3.2. en 3.3. en maak de bijbehorende

vragen. Beantwoord ook de volgende vragen met volledige verklaringen:

- Als je het blokje over tafel sleept, is de kracht veel minder dan als het blokje hangt. Hoe komt dit, de zwaartekracht is dan toch niet verdwenen?
- Als een voorwerp aan een krachtmeter vrij valt, hoe groot is dan de aanwijzing van de krachtmeter?
- Hoe komt het dat de krachtmeter, horizontaal liggend op tafel zelfs "önder nul" staat?
- Kan de krachtmeter ook "op z'n kop" gebruikt worden? Hoe zit het dan?

Kleurfilters

L 15

Nodig:

- + verschillende lichtbronnen:
 - gloeilampje (verschillende spanningen)
 - kaars
 - lucifers
 - gasvlam
 - TL-buis
- + set gekleurde diaglaasjes
- + set kleurkaarten

De meest licht-doorlatende stoffen laten niet "alles" door. Glas en water zijn daarbij niet zulke duidelijke voorbeelden, maar onderzoek dit eens bij een dikke laag! De wereld ziet er door een zonnebril donkerder uit dan door een "gewone" bril.

De volgende proef gaat over gekleurde glaasjes. Het is de bedoeling dat je met behulp van wat je ziet een eenvoudige theorie opstelt over het lichtdoorlaten en licht absorberen van allerlei stoffen, waarbij je speciaal let op de betekenis van een kleur.

- + Doe een gloeilampje aan en kijk door steeds één glaasje naar het lampje. Schrijf daarbij op: (i) de kleur van het glaasje; (ii) of het lampje "donkerder" of "lichter" was dan met een ander glaasje. Let daarbij bv. op de licht-donker-kontrasten, bv. tussen de gloeidraad en de omgeving. Om de diverse glaasjes te kunnen vergelijken kan je ze het beste "rangschikken" in volgorde van best-doorlatend tot slechtst-doorlatend.
- + Herhaal de proef waarbij je de spanning terugdraait, zodat je het lampje nog net ziet gloeien. Geef aan in hoeverre de "volgorde" uit de vorige proef verandert.
- + Doe dezelfde waarnemingen met de andere lichtbronnen.

Waarschijnlijk zal je opmerken dat het licht van lichtbronnen, die "wit" licht uitzenden, door alle glaasjes te zien zal zijn. Onderzoek of dit ook het geval is met bronnen, die rood, geel of blauw gekleurd licht uitzenden! (Welke van de bovenstaande bronnen kan je dan kiezen?)

- + Maak een "gekleurde" lichtbron door voor een lampje of lichtkastje een gekleurd glaasje te zetten. (Of zet een lampje onder gekleurd

cellofaan.) Kijk naar dit gekleurde licht door achtereenvolgens een rood, groen en blauw glaasje. Zet de waarnemingen in een tabel:

kleur lichtbron	kleur glaasjes			
	rood	groen	blauw	(geel)
wit				
rood				
groen				
blauw				

Geef van elk geval aan: de kleur van de gloeidraad
de helderheid van het licht (relatief)

Welke van de bekeken glaasjes zou je "zuiver" noemen en welke "onzuiver"?

Vervolgens bekijken we de kleur van voorwerpen, die zelf geen licht uitzenden.

- + Bekijk een gekleurde kaart in het daglicht (of in de bundel licht van een witte lamp) door de verschillende gekleurde glaasjes. Maak weer zo'n tabel als bij de vorige proef. Wat merk je op over de kontrasten van de verschillende gekleurde partijen op de kaarten?
- + Belicht de kaarten met verschillende kleuren licht. Waarom blijven de contrasten beter waarneembaar dan bij de vorige proef?
- + Belicht een voorwerp met twee verschillende kleuren licht (bv. rood en groen) tegelijk vanuit twee verschillende punten. Geef aan hoe het voorwerp en de "schaduwen" verlicht zijn.

Probeer de fysische betekenis van "wit licht" onder woorden te brengen. Geef een omschrijving van de aanduidingen "elementaire kleuren" en "mengkleuren".

Uitwerking:

- + Bestudeer uit het boek (Raat deel 2) par. 10.4
- + Maak uit het boekje "Diskussievragen" de nummers 197, 198, 199, 216, 218 en 223.

DEEL 4: *Verslagen van de discussiegroepen en de deelnemerslijst*

	blz.
<u>INHOUD</u>	
4.0. Suggesties voor discussie-onderwerpen voor de subgroep- besprekingen op zaterdag 18 december van 13.15 uur - 14.30 uur	190
4.1. Verslag groep Van Aalst (PLON)	192
4.2. Verslag groep Migchielsen (DBK)	193
4.3. Verslag groep Bijker	195
4.4. Verslag groep Heij (Mechanica)	196
4.5. Verslag groep Biezeveld (Leerlingenproeven)	198
4.6. Verslag groep M. de Mink	199
4.7. Verslag groep Verhagen	200
4.8. Verslag groep N.N.	201
4.9. Verslag discussiegroep Vitus	202
4.10. Deelnemerslijst	203

4.0. Suggesties voor discussie-onderwerpen voor de subgroep-besprekingen op zaterdag 18 december van 13.15 uur - 14.30 uur.

U heeft op deze konferentie kennis kunnen maken met het materiaal van een groot aantal grote en kleine projekten/activiteiten met een verschillende organisatiestructuur en werkend onder verschillende randvoorwaarden.

Voorbeelden van aspecten waarin de projekten/activiteiten wat organisatiestructuur en randvoorwaarden betreft verschillen zijn ondermeer:

- de wijze van subsidie (overheid, uitgever, helemaal geen subsidie)
- vakprojekt (alleen natuurkunde) of schoolprojekt. In het laatste geval wordt ook de mesostruktuur van de school erbij betrokken, soms heel sterk (middenschool), soms niet sterk (mavo-projekt).
- projektinitiatief en ook de uitvoering ligt in hoofdzaak meer bij centrale organen (CMLN, Ministerie, Universiteit, etc.)
- aanpak van deelaspekten van leerplanontwikkeling (DBK, mavo) en aanpak van veel aspecten tegelijk (totaal aanpak) binnen één vak (PLON) of binnen vele vakken tegelijk (middenschool)
- leraren ontwikkelen zelf materiaal (taakuren) en zijn daar zelf verantwoordelijk voor (geen externe begeleiding) of leraren ontwikkelen zelf materiaal (minder taakuren) maar krijgen externe steun of leraren ontwikkelen zelf weinig en proberen het door een centrale groep ontwikkelde materiaal uit (intensieve begeleiding, vrijgestelde ontwikkelaars en evaluatoren)
- sekties of individuele personen werken op eigen houtje voor zichzelf en uitsluitend voor eigen leerlingen
- etc.

Op grond van alles wat U gezien en gehoord heeft zouden wij de volgende twee suggesties willen doen voor de groepsdiskussie.

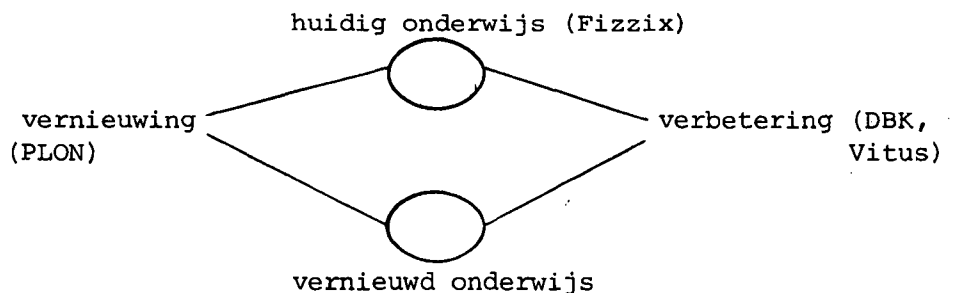
- A. U besluit gezamenlijk nog eens te praten over één of twee der tentoongestelde projekten. In dat geval kan de groep ons waarschuwen, omdat wij er dan voor kunnen zorgen, dat er projektmedewerkers van de besproken projekten aan de groep worden toegevoegd.

B. U gaat in op de volgende vragen:

- welke voor- en nadelen zijn er aan te geven t.a.v. de opzet van de verschillende op deze konferentie tentoongestelde projekten/aktiviteiten en op welke wijze komt dat in het ontwikkelde materiaal tot uiting ?
- Als U zelf zou moeten kiezen voor het meewerken aan materiaal-ontwikkeling, op welke wijze en in wat voor organisatie verband zoudt U dat het meest zinvol vinden en waarom ?

4.1. Verslag groep Van Aalst (PLON)

1. PLON leert vaardigheden aan, die in het huidige examen niet getoetst worden, dus behoefte aan een ander na-programma en een ander examen.
2. Achteraf wordt vastgesteld wat het definitieve PLON-programma is, niet vooraf. PLON ziet dit als essentieel als je aan 't vernieuwen bent. Deze vaagheid kan voor mensen die mee willen doen, dan wel frustrerend werken.
3. Kritiek op PLON tijdens hun werk is op grond van het voorgaande pas mogelijk als je er zelf in zit omdat de uitgangspunten naar buiten niet helder zijn tijdens het ontwikkelingswerk. Dat kan als zwak worden gevoeld.
4. Achteraf vaststellen is een kenmerk voor vernieuwing maar..... als je je vragen stelt, weet je al een belangrijk deel van de oplossing, probeer die dan eerst boven tafel te krijgen. Echter: je stelt je vraag ook nog niet, je zit met een brok onvrede en je werkt aan het vinden van wat je probleem is.
5. Er is een onderscheid tussen vernieuwing en verbetering en dit verklaart iets van het verschil tussen de projecten.
6. Harde kreet:



4.2. Verslag groep Migchielsen (DBK)

Het grootste deel van de tijd werd door de 'niet-deskundigen' gebruikt om informatieve vragen te stellen. Deze vragen werden door de heren Botterweg en Ellermeijer beantwoord. Hieronder volgt, in chronologische volgorde, de reeks antwoorden, zodanig bewerkt dat uit het antwoord blijkt welke vraag is gesteld.

- DBK is na Woudschoten vorig jaar gestart. Eind van dit kursusjaar vindt evaluatie van het eerste stuk plaats.
- We streven ernaar, dat alle leerlingen de basisstof bevatten (ll. moet 70% van de basisvragen kunnen beantwoorden). Lukt dit niet, dan programma aanpassen.
- Wat basisstof betreft, zijn alle werkvormen toe te passen. Met de extra stof ligt dat wat moeilijker.
- DBK hoeft niet door alle vakken op school tegelijk te worden ingevoerd (dat zou ook veel te omvangrijk zijn). Het kan erg goed per vak.
- Determinatie --- hoe vaak komt ll. toe aan extra stof (zelfdeterminatie door ll.)
-- hoe maakt ll. extra stof (afraffelen of goed werkstuk)
- Nu niet één cijfer, maar een van twee kanten gefundeerd oordeel over resultaten, prognoses etc. (door leraar en ll.).
- Ook bij DBK spelen zaken als klassesfeer, manier van lesgeven door leraar, etc. hun rol.
- Zeker de allerzwaksten verbeteren zich tussen de F-toets en de S-toets. In hoeverre dat geldt voor andere ll. moet nog geanalyseerd worden.
- F-toetsen bestaan uit meerkeuzevragen, S-toetsen kunnen open zijn. F-toetsen niet open, omdat het niet bij te benen is, om de ll. individueel te beoordelen en op de voor hem beste manier te helpen (klassikaal, per groep, indiv.).
- S- en F-toetsen zijn aan elkaar gelijk en worden bij het huidige onderzoek wel wisselend gebruikt.
- Beoordeling (rapport) op S-toetsen. Geen cijfers voor extra stof. Eventueel speelt bij determinatie na de derde klas de extra stof een rol. Extra stof moet zo gemaakt worden, dat ll. het graag doet en niet doet om een hoger cijfer te krijgen.
- Er bestaat geen spanning tussen de groep die extra stof doet en de groep die bezig is met herhaling. Om te zorgen dat elke ll. wel eens aan extra stof toekomt, is mogelijk: extra stof-les inlassen voor de hele klas of herhalingsstof thuis laten maken.
- Geen strikte controle op het maken van herhalingsstof -- eigen verantwoordelijkheid van de leerling.
- Nog geen ontmoedigde lln. ontdekt, die nooit aan extra stof toekomen. We zorgen voor afwisseling in de herhalingsstof.

Hoe verder?

- Niet centraal opstellen van leerpakketten.
- Wel een koördinatiepunt in de vorm van een informatiecentrum.
- Fonds voor basiswerk dringend gewenst.

Evaluatie van de konferentie.

- Uitbreiding tot 250 man erg goed
- Gelukkig geen glamourkonferentie.

4.3. Verslag groep Bijker*

1. Over het verschil tussen het DBK-VU-project en het Mastery-Learning-project.

Tijdens de discussie, waarbij vertegenwoordigers van beide projecten aanwezig waren, bleek er grote overeenkomst te zijn tussen de *DBK-strategie* en de *Mastery-Learning-strategie*, terwijl er daarentegen grote verschillen bestaan tussen het *DBK-VU-project* en het *Mastery-Learning-project* uit Rotterdam.

De woorden "DBK" en "Mastery-Learning" worden door de beide projecten gebruikt om dezelfde leerstofpresentatie-strategie aan te duiden. Een klein verschil in de uitwerking is dat bij het DBK-project de formatieve toets en de eindtoets principieel gelijkwaardig zijn, terwijl bij het ML-project de diagnostische toets en de eindtoets essentieel verschillen.

De beide projecten verschillen echter in die zin fundamenteel, dat bij het DBK-VU-project een nieuwe leergang wordt geschreven, terwijl bij het ML-project de Mastery-Learning-strategie wordt toegepast op een bestaande natuurkundeboek.

2. Over centralisatie en decentralisatie bij leerplanontwikkeling en les-materiaalontwikkeling

De (korte) discussie leidde tot twee concrete suggesties, beide bedoeld om een synthese te bevorderen tussen een top-down-strategie en een down-top-strategie van onderwijsvernieuwing.

- a. Er is behoefte aan een centrale pool van alles wat er aan natuurkunde leerstofmaterialen ontwikkeld is en wordt.
Aan deze centrale informatieverschaffing worden twee eisen gesteld:
 - 1) het ontwikkelde materiaal moet ergens ter inzage beschikbaar zijn
 - 2) er moet regelmatig (in het NVON-blad, als vaste bijlage bij de Woudschotenkonferentiestukken, als aparte rondzendbrief?) een index van de beschikbare materialen gepubliceerd worden.
- b) Bij de materiaalontwikkelaars in het onderwijsveld is behoefte aan een meetinstrumentarium voor de evaluatie van de ondernomen onderwijsveranderingen. Bij de ontwikkeling van een dergelijk instrumentarium zou hulp van gespecialiseerde deskundigen als bijvoorbeeld van het PLON erg vruchtbaar kunnen zijn.

* De groep bestond oorspronkelijk uit belangstellenden voor het Mavo-project voor Fizzix en voor Mastery Learning. Na splitsing van de groep en het maken van nadere afspraken, kon de discussie rond het laatste thema gekoncentreerd worden.

4.4. Verslag groep Heij (Mechanica)

Het 1e probleem, waarmee de groep gekonfronteerd werd, was het ontbreken van de plotseling zoek geworden informant.

Besloten werd in eerste instantie te spreken over de eigen ervaringen op het gebied van het mechanica-onderwijs in de onderbouw en daarna over de conferentie.

Over de eigen ervaringen:

2e probleem: Kun je $F = ma$ in de onderbouw kwijt?

DBK van de VU heeft een hoofdstuk over mechanica in de onderbouw waar $F = ma$ verwerkt, maar de moeilijkheden blijken onoverkomelijk. Kwalitatief het verband tussen kracht en versnelling wil nog wel lukken,

Hooymayers en Auer werken in 2vwo met pijlen, dit gaat aardig, maar dezelfde methode in 2-havo blijkt de mist in te gaan.

Moderne Natuurkunde blijkt zelfs de versnelling als formalisme in 2-gymnasium niet zonder problemen aangebracht te krijgen.

Een school, die een eigen onderbouwmethode maakt, gaat niet verder dan het begrip, dat krachten versnellingen veroorzaken.

Leerlingen worden op de fiets gezet (bij voorkeur in de hoogste versnelling) en om de 20 m. na het startpunt getimed. Er moet dan vanuit de s-t grafiek (via interpolatie) een v-t tabel gemaakt worden. Een leerling achterop levert het kwalitatieve verband tussen F en a , waarbij a nog niet precies gedefinieerd is.

Sommigen zien mogelijkheden in het gebruik van de tijdtikker, zoals die ook bij Nuffield wordt gebruikt. Nader onderzoek is nog niet verricht. Algemeen is de klacht, dat met of zonder voorbereiding in de onderbouw, de moeilijkheden in de 4e klas erg groot blijven.

3e probleem. Statica in de onderbouw?

Een aantal personen in de groep vinden het belangrijker voor de leerlingen, die in 2 en 3 voor het laatst natuurkunde krijgen, dat zij kennis maken met de statica, althans minstens de hefboomwet. Deze kennismaking gaat meestal via de draaibare liniaal met gaatjes, waarin gewichten gehangen kunnen worden. (bv. MN). Echter waar verder gegaan wordt (bv. roeien of kruiwagen) blijken de meeste leerlingen het af te laten weten. (geen wonder overigens, want in de groep blijkt men het al niet eens te zijn over de ligging van het draaipunt bij een roeiboot).

De meesten zijn gelukkig met het verdwijnen van ingewikkelde statica-sommen uit de onderbouw (bv. diverse losse en vaste katrollen) maar sommigen betreuren het dat ook een aantal aardige, inzicht gevende, proefjes verdwenen zijn, zoals bukken met je hakken tegen de muur, en twee vingers onder een stok houden en naar elkaar toe bewegen.

4e probleem: gram, gramkracht of Newton?

Een opiniepeiling levert de volgende meningen op:

geen grf maar newton, omdat dan in de bovenbouw niet meer omgeschakeld hoeft te worden.

er is voor leerlingen wel verschil tussen massa en gewicht als je kg en newton gebruikt, maar niet als je kg en kgf gaat gebruiken.

ondanks de problemen, die dit oplevert wel een verschil tussen gram en newton, mits alle veerbalansen in newton geijkt zijn. (advies van anderen: als je een veerbalans in gram hebt, doe er dan een plakkertje met 0,01 N over)

voorkeur voor newton, hoewel bij opwaartse kracht en gasdruk gewerkt wordt met gramkracht, omdat dit dan veel eenvoudiger is. krachten bij invoering meteen in newton, de kilogram wordt gerelateerd aan het volume. spreek wel over de newton, maar werk in de praktijk met gramkrachten. CITO konformeert zich aan newtongebruik.

5e probleem: Hoe werk je met Newton bij opw. kracht en druk? De oplossing wordt gezocht in het gebruik van veerbalansen, die in newtons zijn geijkt, maar voor deze proeven geven de veerbalansen dermate onnauwkeurige resultaten, dat er geen duidelijke konklusies uit te trekken zijn.

De resterende tijd wordt gesproken over de vraag:
hoe is het bij iedereen overgekomen?

We menen te kunnen stellen, dat vrijwel alles wat tijdens deze twee dagen is aangeboden, steeds weer goed past in de situatie waar het is gegroeid en de vraag blijft hoe het in andere situaties zal passen (soms werd zelfs uitdrukkelijk door inleiders gezegd dat het slechts in die situatie paste, waarin het was ontstaan). Iemand, die meedoet met het DBK-project van de VU, zegt dat hij de methode als geheel aanvaard, maar in details er wel van afwijkt. Hij vraagt zich af of in de toekomst bij verder uitgroeien van het deelnemertal zich ook diverse stromingen zullen gaan ontwikkelen.

Na de vraag: gaan we nu iets anders doen op school dan we tot nu gedaan hebben, ziet iemand de volgende kringloop:
klassiek lesgeven - groepswerk - discussie - projecten - klassiek en hij staat dit met de opmerkelijke verkoopcijfers van het natuurkundeboek van Middelink.
Waarschijnlijk zal iedereen de moeilijke weg van zelf ontdekken, goed- en afkeuren moeten doorlopen, omdat op gezag van anderen aanvaarden dat een methode wel of niet goed is voor de meesten niet acceptabel is. Men staat in het algemeen wel positief tegenover de methode, die het PLON aan het ontwikkelen is, maar op de vraag of de leerlingen wel op het juiste niveau worden afgeleverd is geen afdoend antwoord gekomen. Verder is er nog een probleem bij deze manier van onderwijzen: leerlingen kunnen blijven zitten met foutieve antwoorden op de vragen in de tekst, daarom voelen sommigen veel voor een theoretische 'body' in de tekst.

Laatste vraag: als verschillende scholen met de verschillende methoden aan het werk gaan, wordt het voor een leerling dan niet onoverkomelijk om van de ene school naar de andere over te stappen? (of zorgen de verschillende leraren op één school al voor een nog grotere diversiteit?)

4.5. Verslag groep Biezeveld (Leerlingenproeven)

1. Weinig leraren deden nog veel praktikum in de bovenbouw. Angst voor tijdgebrek en organisatorische problemen speelden een rol. De mensen die al wel in die klassen praktikum deden gaven wat tips door.
2. Een vraag was, in hoeverre amanuenses kapabel zijn om te assisteren.
3. Tijdens het bewandelen van een zijpad, bleek, dat vrij veel mensen op Middellink overgaan. Soms met enige gêne, werd er bij gezegd. De zekerheid die een traditioneel boek geeft werd kennelijk wel gewaardeerd. Daartegenover waren anderen juist blij met de komende verplichting van praktisch S.O.

Over het algemeen vond men deze bespreking niet zo nuttig.

De markt is zeer in de smaak gevallen. Maar wel bleek behoefte aan een hoekje voor een 'vlooiemarkt'. Ter toelichting: veel leraren hebben leuke kleine vondsten op school, maar de brief voor de konferentie waarin werd uitgenodigd een stand te bemannen, heeft wellicht de mensen met het ene leuke idee afgeschrikt.

Net zoals je op een kringbijeenkomst elkaar van alles laat zien, zo zou dat op 'Woudschoten' ook moeten kunnen.

Over de lezingen werd gezegd, dat goede lezingen best mogen, maar dat slecht voorbereide lezingen zonde van de tijd zijn. Wij vonden dus, dat je niet zo maar kan zeggen, dat er minder lezingen moeten komen.

De instructiegroepen op vrijdagavond zijn zeer in de smaak gevallen. Het was jammer, dat je maar uit twee groepen kon kiezen.

Het was een goede konferentie!

4.6. Verslag groep M. de Mink

Opmerkingen over de projecten en de konferentie:

- + Vitus slaat goed aan, was ook nieuw voor de meesten.
 - + Markt slaat goed aan, ook vanwege sociale kontakten.
 - + Konferentie is belangrijk als referentiekader voor je eigen werk ("ik doe het toch wel redelijk").
 - Er komt geen algemeen beleid uit (zoals bij IOWO)
 - De keerzijde van de medailles werden te weinig belicht.
 - + Succes van nieuw projekt is een normale zaak.
 - Fizzix en andere schoolmethodes zijn niet zomaar over te dragen. Er zit een zeker gevaar in om deze allemaal op de markt te brengen zonder begeleiding van de leraar (= meer dan handleiding).
 - Helaas nog te weinig van doorwerking van projecten naar bovenbouw.
-
- o Hoe is de trend van Middelink ooit te rijmen met die van het PLON?
 - o Naarmate de leraar minder enthousiast is is de keuze van de methode kritischer. N.B. geen enkele methode is "teacher proof".
 - o Wat is de trend op langere termijn? Kun je niet een paar stapjes overslaan? Of is dit juist onverstandig?
 - o Eigen methode eerst goed uitspitten voor je iets anders neemt.
 - o Leerplanontwikkelaars etc. s.v.p. ook vóór de klas.

4.7. Verslag groep Verhagen

Een ronde langs de discussiedeelnemers naar aanleiding van de vraag "Wat is je nu het meest opgevallen?" levert een aantal opmerkingen op zoals: veelheid van ideeën, ieder werkt op zijn eigen manier, tegenstelling in uitgangspunten, vallen en opstaan is belangrijk, stimulerend, bovenbouwmateriaal valt erg tegen, sociaal gebeuren, graag dieper doorstoten. Mede door de aanwezigheid van een plonner en enkele dbk-mensen kreeg de bijeenkomst ook een informatief karakter t.a.v. deze projecten. De discussie bewoog zich vanaf het begin rond het centralisatie-decentralisatie dilemma.

Door het materiaal (gedeeltelijk) zelf te schrijven groei je mee en past het materiaal precies bij je lessen. Van de andere kant is het zeer belastend, frustrerend en is er een gevaar van eenzijdigheid. Er zijn veel mensen die zich niet te pletter willen werken, maar die toch vernieuwend bezig willen zijn. Voor dit probleem kan samenwerking een oplossing bieden. Een te groot samenwerkingsverband leidt tot bureaucratie en moeilijk overleg. Het dbk-project ondervindt dit nu het project tot 23 scholen is uitgebreid en het plon vindt 14 scholen niet meer vergaderbaar. Er zijn belangrijke verschillen tussen plon en dbk. Het plon heeft experimenteerkontraat met een aantal scholen, dat kontraat houdt o.a. een intensieve begeleiding van de kant van het plon in. Daarnaast zijn er een aantal scholen die met het materiaal werken, en met de gegevens die vrij zijn gekomen uit de proefscholen, maar die niet mogen rekenen op een intensieve begeleiding. Het plon heeft een zeer duidelijk centraal karakter en werkt meer vernieuwend dan aanpassend. Bij het dbk-project kun je instappen en beginnen, waarbij uiteraard wel een tegenprestatie verlangd wordt. Het heeft in mindere mate dan het plon een vernieuwend karakter. Centrale projecten als het plon, en in veel mindere mate ook het dbk-project, hebben enkele grote nadelen. Het grootste nadeel is de konsumptieve houding van de scholen, waardoor de groei die uit het ontwikkelen van materiaal voortkomt belemmerd wordt.

Als een centraal project nodig is, moet er vanaf het begin een zeer hoge inbreng van de docenten van de meewerkende scholen zijn.

Misschien is het toch nog wel de beste oplossing om in groepen van 10 tot 20 leraren te werken, waarbij deze groepen dan deskundigen in moeten kunnen schakelen op momenten dat ze dat nodig achten. Dan zou er dus een soort "deskundigenbank" moeten komen.

4.8. Verslag groep N.N.

Leerplanontwikkeling: centraal of niet?

Voordat het opgegeven onderwerp besproken wordt, komen allerlei meningen en bedenkingen t.a.v. de komende ontwikkelingen naar voren.

1. Waar begin je aan: als je ergens gaat veranderen is het eind zoek; je blijft herschrijven.
2. De beschikbare tijd: gaat vernieuwing in b.v. de onderbouw ten koste van de hogere klassen, of van je gezin?
3. De schoolsituatie: vooral bij uitbreiding van het leerlingenpraktikum (bovenbouw!) zijn er lokalenproblemen; verder mogen parallelklassen niet op hetzelfde uur natuurkunde hebben.
4. Het eindexamen: Moet je met vernieuwingen steeds binnen de eisen van de minimumstof blijven? Na jaren groepswork opeens een individueel eindexamen? Eén noemt eindexamens per rayon opgesteld en afgenomen. Meer bijval is er voor de suggestie een verplichte romp voor 50% van de tijd te hebben. Het nieuwe SMLN-leerplan met 5% van de tijd voor een eigen keuzeonderwerp is te omvangrijk (maar hebben de leraren voldoende deelgenomen aan de tot standkoming ervan?!)

Naast deze (en andere, niet vermelde) zijsprongen, is er gepraat over de leerplanontwikkeling.

- Letterlijke overname van programma's die voor één school zijn ontwikkeld (Vitus, Van Oldenbarneveldt) is onmogelijk.
- Nadelen van ontwikkeling per school zijn (kunnen zijn): een gebrek aan goede ideeën, verstarring en minder effectieve evaluatie.
- Gedacht wordt aan ontwikkeling per groep scholen; de kringen zouden hier een rol kunnen spelen. (Samenwerking betekent niet altijd tijdsbesparing.)
- Sterk wordt aangedrongen op de vorming van een "rommelbak"; een centrale post waarheen iedereen zijn stencils enz. stuurt zodat anderen van de opgedane ervaring kan profiteren.

4.9. Verslag discussiegroep Vitus

De volgende onderwerpen kwamen in de discussie aan de orde:

1. Informatie over de methode van Vitus

Enkele kenmerken: 1. ll. gaat zelfstandig door stof aan de hand van vragen
2. ll. zoekt zelf informatie
3. ll. ontdekt zelf
4. ll. maakt individueel proefwerken, alleen omdat ouders en schoolleiding cijfer eisen
5. Als er onvrede heerst in een groepje problemen doorspreken, tot oplossingen komen, in laatste instantie ll. overplaatsen naar andere groep.

2. Vgl. Vitus met PLON en DBK.

Moeilijk voor de Vitus-mensen, want geen tijd om andere methodes te bekijken. Aangezien verschillende vertegenwoordigers van DBK aanwezig zijn, komt een soort vergelijk tussen Vitus en DBK tot stand.

DBK

De methode omvat theorie

Naast vaste programma, herhaalstof en verrijkingstof. Tussen klassieke methoden en Vitus in.

Leerlingen werken enthousiast. Leerling die steeds weer herhaalstof moet doen, raakt gedeprimeerd.

Vitus

De stof is verknipt in vragen. De leraar of de ll. kan samenvatting maken.

De stof is lineair geprogrammeerd, met af en toe terugverwijzing.

DBK kan in Vitusmethode ingebouwd worden.

Aangepast aan specifieke school-situatie.

3. Hoe kom je tot vernieuwing?

Onvrede met bestaande methode.

Elke leraar zoekt naar methode, waarmee hij het prettigst werkt, hetgeen betekent dat elke leraar een bestaande methode gaat aanpassen m.b.v. stencils e.d.

Enthousiaste leraar maakt enthousiaste leerlingen, dan maakt methode niet veel meer uit. Blijft wel voortdurend bijschaven, anders verstarren, leraar wordt robot. Vitus vindt dat je ondanks enthousiasme toch steeds uitkomt bij groepswork. In groepswork leren leerlingen ergens mee werken, zonder aanvankelijk het gevoel te hebben iets geleerd te hebben. In 6e klas werken ze soms klassikaal, soort rustperiode voor leerling, aanvankelijk prettig, maar achteraf heeft leerling het gevoel niets geleerd te hebben, wil toch weer terug naar groepswork, hoe provisorisch de methode ook is.

Algemene konklusie: De leraar moet aan de gang blijven met schrijven of bijschaven van zijn methode.

Er komen verschillende brandende vragen naar voren, geen enkele vraag kan de goedkeuring van de meerderheid wegdragen:

1. Iedereen schrijft zijn eigen boek
2. Uitgever mag geen boeken uitgeven
3. Woudschoten stimuleert iedereen om te blijven bijsturen.